

Distance Regularized Level Set Evolution 방법을 이용한 간암 Segmentation

*오 경 택 · 유 선 국 · 장 원 석

Liver Tumor Segmentation Using Distance Regularized Level Set Evolution(DRLSE)

*Kyeong-Taek Oh, Sun-Kook Yoo, Won Suk Chang

= Abstract =

Abstract-Liver tumor has high death rate among the other tumor disease. It also has no initial symptom so it is important to find liver tumor at its first stage in CT image. This paper presents parameter value of Distance Regularized Level Set Evolution (DRLSE) to segment a liver tumor in CT image.

Key words: Liver Tumor, DRLSE, tumor segmentation

Introduction

간암 환자의 CT 영상(Figure 1.)을 보면 간암과 간을 구별해 내기 쉬운 영상이 있는 반면에 간암과 간 사이의 밝기 값이 별로 차이가 나지 않아 간암과 간을 따로 구분해 내기가 쉽지 않다. 간암 환자의 CT 영상에서 Chunming Li, Chenyang Xu[1]가 제시한 Distance Regularized Level Set Evolution (DRLSE) 방법을 그대로 적용하면, 간암을 세그먼

테이션 하는 것이 아닌, 간 자체를 세그먼테이션 하는 결과를 보게 된다. 그러므로 DRLSE 방법을 간암 환자의 CT 영상에 적용하기 위해서는 전처리 과정이 필요하고 DRLSE 방법 내에서도 다른 처리과정이 필요 하다. 또한 간암 CT 영상에 맞는 파라미터 조정이 필요하다. 본 논문에서는 DRLSE 방법을 간암 환자 CT 영상에 적용하여 간암을 세그먼테이션 하기 위한 전처리 과정과 DRLSE 방법 내의 변화된 처리과정, 그리고 파라미터 값을 제시한다.

Methods

Figure 1.의 (a)는 간과 간암의 밝기 값이 비슷하여 그대로 DRLSE 방법을 적용하면 간 자체가 세그먼테이션 되어버린다. 그래서 전처리 과정으로 전체 영상의 밝기 값의 대조가 뚜렷하도록 전처리 과정을 해준다. 전처리 과정은 영상에 상수를 곱해주는 간단한 과정을 거친다.

$$I' = I * 1.35$$

상수가 곱해진 영상은 밝은 값은 어두운 값에 비해 더 밝아지는 효과가 있게 된다. 이렇게 영상의 대조를 높여주고 DRLSE를 적용하게 되는데, DRLSE에서는 초기 곡선 ϕ 의

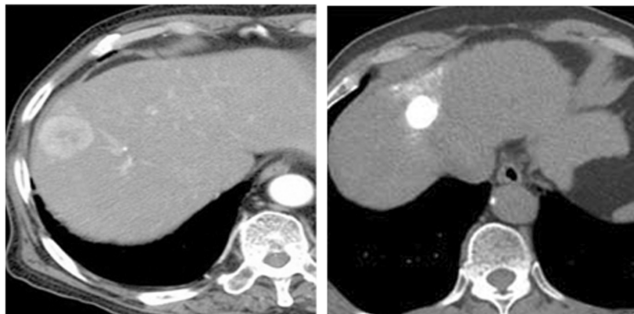


Figure 1. 간암 환자의 간 CT 영상
a. 간과 간암을 구별하기 힘든 영상
b. 간과 간암을 구별하기 쉬운 영상

매끄러운 움직임을 위하여 영상을 스무딩 해준다.

$$g \doteq \frac{1}{1 + |\nabla G_\sigma * I|^2}$$

∇G_σ : 가우시안 커널(표준 편차 σ)

하지만 간암 환자의 CT 영상의 경우 스무딩 효과가 일어나게 되면 간과 간암의 경계가 더욱 모호해져 세그먼테이션이 힘들게 된다. 그래서 논문에서는 DRLSE를 사용할 때, 스무딩 필터를 쓰지 않고 DRLSE를 사용한다.

전처리 과정이 끝나면, DRLSE에서는 파라미터 값을 조정하게 되는데, 그 파라미터는 다음과 같은 값이 있다.

- μ : 곡선 정형화 식의 계수
- λ : 곡선의 길이 에너지 식의 가중치 계수
- α : 곡선의 영역 에너지 식의 가중치 계수
- ϵ : DiracDelta 함수의 길이를 결정하는 변수

μ 값은 DRLSE에서 에너지 방정식에서 곡선 정형화 식의 계수로 나오게 되는데, DRLSE에서 곡선의 에너지 방정식을 다음과 같이 정의 하였다.

$$\epsilon(\Phi) = \mu R_p(\Phi) + \epsilon_{ext}(\Phi)$$

Φ : contour 곡선

여기서 $R_p(\Phi)$ 이 곡선 정형화 식이 되고, $\epsilon_{ext}(\Phi)$ 가 외부 에너지가 된다. 여기서 μ 이 커지면 커질수록 곡선은 부드럽게 되며, μ 이 작아지면 정형화 과정을 거칠 때마다 거친 곡선이 된다.

λ 는 곡선의 길이 에너지 식의 가중치 계수이다. 곡선 길이 에너지는 다음과 같이 정의한다.

$$L_g(\Phi) \doteq \int_{\Omega} g\delta(\Phi) |\nabla\Phi| dX$$

식을 보면 곡선 길이 에너지는 곡선의 선 적분을 계산하게 된다. 그리하여 λ 의 크기가 크면 곡선이 정형화 과정을 거칠 때마다 곡선의 길이가 잘 늘어나지 않게 되고, λ 의 크기가 작으면 정형화 과정을 거칠 때마다 곡선의 길이가 눈에 띄게 늘어나게 된다.

α 는 속선의 영역 에너지 식의 가중치 계수이다. 곡선 영역 에너지는 다음과 같이 정의한다.

$$A_g(\Phi) \doteq g\delta(\Phi)$$

위 식은 곡선이 정형화 될 때마다 얼마나 빠르게 움직일 것인가를 결정하는 식이고, 특별히 초기 곡선이 세그먼테이션 할 대상화 멀리 있을 때 필요한 식이다. 는 크기가 클수록 정형화 과정을 거칠 때마다 곡선이 크게 이동함을 볼 수 있고, 값이 작으면 곡선이 아주 조금씩 이동함을 볼 수 있다. 또한 값이 양수이면 곡선은 줄어들고, 값이 음수이면 곡선은 팽창한다.

ϵ 은 DiracDelta함수의 길이를 결정하는 변수인데 DiracDelta함수는 다음과 같다.

$$\delta(x) = \begin{cases} \frac{1}{2\epsilon} [1 + \cos(\frac{\pi x}{\epsilon})], & |x| \leq \epsilon \\ 0, & |x| > \epsilon \end{cases}$$

Chunming Li, Chenyang Xu[1]의 논문에서는 ϵ 을 보통 1.5로 정해놓는다고 한다. 실제 ϵ 값을 바꾸면서 테스트해본 결과 ϵ 값이 작으면 곡선이 정형화 될 때마다 곡선이 적게 이동하고 값이 크면 정형화 될 때마다 곡선이 많이 이동함을 볼 수 있다.

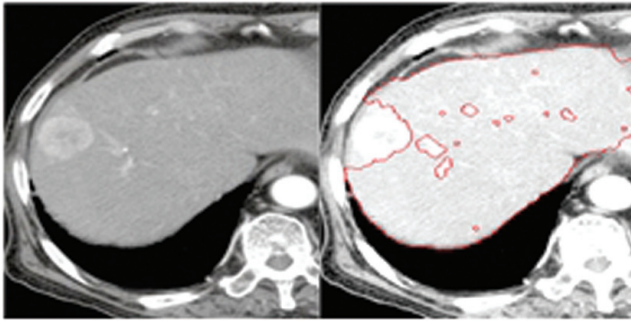
위의 분석을 통하여 다음 4개의 파라미터를 결정하였다.

- μ : 0.05 (default: 0.2)
- λ : 4 (default: 5)
- α : -2.5 (default: -3)
- ϵ : 1.5 (default: 1.5)

μ 값은 간암의 형태가 원형보다는 제각각의 형태를 가지고 있기 때문에 곡선을 완만히 유지하기 보다는 변형도가 높게 유지하기 위함이고, λ 값은 기본 값보다 조금 낮게 주어 곡선의 팽창도를 조금 높이기 위함이다. α 는 기본 값일 경우에 간암 입에도 정형화 과정에서 이동이 커서 지나치는 경우가 발생하여 위와 같은 값을 선택하였다. ϵ 은 Chunming Li, Chenyang Xu[1]에서 제시한 값이 세그먼테이션 결과가 제일 좋았다.

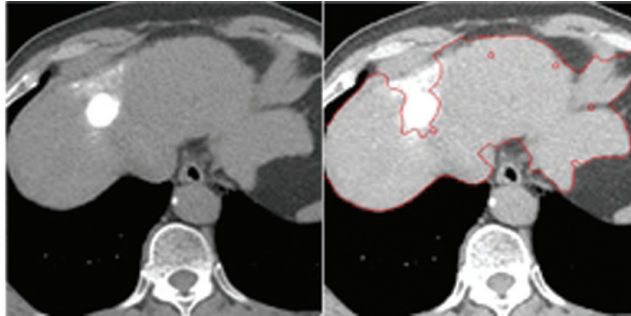
Results

결정한 파라미터를 가지고 간암을 세그먼테이션한 결과는 다음과 같다(Figure 2). 간과 간암을 구별하기 힘든 영상(간암 영상1)에서 DRLSE는 큰 암 영역과 미세한 영역을 잡아내는 것은 했지만 정확하게 큰 암의 영역을 세그먼테이션하지는 못



a. 간암 영상1

b. 세그먼테이션 결과1



a. 간암 영상2

b. 세그먼테이션 결과2

Figure 2. 세그먼테이션 결과

했다. 또한 간과 간암을 구별하기 쉬운 영상(간암 영상2)에서도 암의 영역을 비슷하게 잡아내기는 했지만 정확한 암의 영역을 잡아냈다고 보기는 힘들고, 암 이외의 미세한 영역을 잘못 잡아낸 것을 볼 수 있다.

Discussion

DRLSE 알고리즘을 간암 영상에 적용해 본 결과 DRLSE가 간암의 윤곽을 비슷하게는 잡아내지만 정확히는 못 잡아내는 것을 확인할 수 있었다. 윤곽선을 정확히 잡아내기 위해서는 간암 영역의 윤곽선을 더 뚜렷하게 보여줄 수 있는 알고리즘이 전처리가 되어야 할 것이다. 또한 간암이 간의 윤곽선에 걸쳐 있는 경우도 윤곽선을 뚜렷하게 잡아낼 수 없는 것을 볼 수 있었다. DRLSE 알고리즘을 사용하여 간암을 세그먼테이션 하기 위해서는 간암과 간의 대조가 명확하고 간암의 위치가 간의 내부에 위치해야 한다는 한계점이 있다.

Acknowledgements

본 연구는 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원의 산업핵심기술개발사업의 일환으로 수행하였음(과제번호 MOTIE/KEIT 10048528, 현장·진단응급현장 시장선도를 위한 ICT기반무선 초음파 솔루션 개발)

참 고 문 헌

1. Chunming Li and Chenyang Xu, "Distance Regularized Level Set Evolution and Its Application to Image Segmentation" IEEE, 2010