
근막을 이용한 복부 초음파 영상에서 충수염 추출

박승익* · 송두헌** · 김광백***

Appendicitis Extraction of Abdomen Ultrasonographic Images using Facia

Seung-ik Park* · Doo Heon Song** · Kwang-baek Kim***

요 약

본 논문에서는 충수염 영상 분석에 필요한 두께, 염증의 변화량 등의 자료를 객관적으로 측정할 수 있도록 하기 위해 복부 초음파 영상에서 충수염을 추출하고 분석하는 방법을 제안한다. 초음파 영상은 동일한 환경에서 영상을 촬영할 수 없기 때문에 객관적인 분석을 위해 초음파 영상을 표준화 한다. 본 논문에서 사용된 영상은 표준화된 초음파 영상을 대상으로 하였으며, 충수염 추출 과정은 사람마다 초음파 영상 결과가 다르게 나타나므로 최하단 근막을 추출한 뒤, 최하단 근막을 기준으로 충수염을 추출한다.

제안된 방법을 초음파 영상을 대상으로 실험한 결과, 제안된 충수염 추출 및 분석 방법이 측정자가 직접 충수염을 추출하고 분석하는 방법보다 효과적인 것을 확인할 수 있었다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a new method to extract and analyze appendicitis from abdomen ultrasonographic image in order to measure the thickness of appendix and change of inflammation correctly. Since the ultrasonographic image has environmental effect in nature, we standardize the image first and the process of extracting appendicitis then extracts the bottom facia which has the critical role to find appendix area.

The experiment with real appendicitis patient verifies that the proposed method is more effective than current field expert's naked eye inspection.

키워드

충수염, 복부, 초음파 영상, 근막,

Key word

Appendicitis, Abdomen, Ultrasonographic Image, Facia

* 정회원 : 신라대학교 컴퓨터공학과(k1062001@nate.com)

접수일자 : 2012. 10. 05

** 종회원 : 용인송담대학교 컴퓨터게임과(dsong@ysc.ac.kr)

심사완료일자 : 2012. 10. 25

*** 종신회원 : 신라대학교 컴퓨터공학과(교신저자, gbkim@silla.ac.kr)

I. 서 론

충수염은 맹장의 말단부위에 위치한 충수돌기에 세균이 들어가 염증이 생긴 증상을 말하며 일반인들은 흔히 맹장염이라 하지만 충수염이 올바른 용어이다[1]. 충수염은 급성 복부질환 중의 하나이며, 충수농양, 복부농양, 복막염, 골반염증, 골반농양 등의 합병증을 동반할 수 있는 질환이다[2]. 충수염은 우측 하복부에 통증이 발생하며, 혈액 검사를 통해 백혈구율의 변화를 관찰하고요로 결석이나 신우신염의 가능성을 배제하기 위해서 소변 검사를 시행한 후, 초음파 검사나 CT 검사를 시행하여 충수를 확인하고 급성충수염의 경우는 수술을 바로 시행하고 있다.

초음파 검사는 CT 검사와 달리 방사선 피해가 전혀 없고 정확성과 안정성이 뛰어난 검사 기법으로 주파수 신호를 인체 장기로 보내 반사되어 돌아오는 신호를 분석하여 초음파 영상을 구성한다. 영상은 회색 조(Gray Scale)로 표현되는 0~255 사이의 명암도로 구성된다. 고형성은 밝게, 액체는 어두운 레벨로 나타난다[3].

따라서 본 논문에서는 초음파 영상에서의 충수염 추출 방법을 제안한다. 충수염을 추출하는 방법은 초음파 영상을 객관적으로 측정할 수 있도록 표준화하고, 표준화된 영상에 불필요 요소를 제거 한 후, 불필요한 요소를 제거한 영상에서 장기 영역내 이진화를 위하여 *Ends_in_Search Stretching* 기법[4]을 적용하여 명암 대비를 강조하고 명암 대비가 강조된 영상에서 블록 이진화를 적용하여 근막의 후보 영역을 추출한다. 추출된 근막 후보 영역에서 *Grassfire* 기법을 적용하여 잡음을 제거하고, 팽창 연산을 이용하여 근육 부분의 최하단 근막 부분을 추출한 후, 퍼지 이진화를 적용하여 충수염 영역을 추출한다.

II. 근막선 추출

복부 초음파 영상에 추가되어 있는 촬영 정보와 눈금 정보는 전문가가 육안으로 진단하기 위해서는 필요한 요소이나, 근막을 추출하는 과정에서는 불필요한 요소이기 때문에 잡음으로 간주하여 제거한다. 잡음을 제거한 초음파 영상을 대상으로 명암도의 고른 분포와 근막과 근육 부분의 강조를 위해 *End_in_Serach Stretching* 기

법을 수행한다. 잡음이 제거된 초음파 영상에서 *Ends_in_Search Stretching* 기법을 현재 명암도의 값이 100이상인 픽셀에 대해서만 식 (1)과 같이 적용하여 명암 대비를 강조한다. *Ends_in_Search Stretching* 기법의 수식은 식 (1)과 같다.

$$outImg[x][y] = \begin{cases} 0, & \text{for } X \leq Low \\ \frac{X - Low}{High - Low} \times 255, & \text{for } Low < X < High \\ 255, & \text{for } High \leq X \end{cases} \quad (1)$$

식(1)에서 X는 원 초음파 영상에서 각 픽셀의 명암도 값이며, *Low*와 *High*는 명암도 값이 100 이상인 복부 초음파 영상에서 가장 어두운 명암도와 가장 밝은 명암도의 값이다.

그림 1의 (a)는 복부 초음파 영상이며, 그림 1의 (b)는 명암도 값이 100이상인 복부 초음파 영상에 *Ends_in_Search Stretching* 기법을 적용한 결과 영상이다.

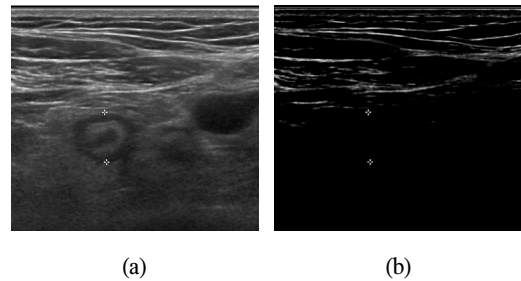


그림 1. *End_in_Search Stretching* 기법 적용
(a) 초음파 영상 (b) *Ends-in-Search Stretching*
Fig. 1 Applying *End-in Search Stretching*
(a) Ultrasonographic Image (b) *End-in Search Stretching*

Ends_in_Search Stretching 기법이 적용된 영상에서 명암도가 100 이상인 픽셀에 대하여 블록 이진화 기법을 적용한다. 기본적인 이진화 기법은 전체의 영상에서 하나의 임계값을 사용하므로 부분적인 명암 값이 전체 영상의 명암 값과 차이가 많이 나는 경우에는 원하는 결과 영상을 얻을 수 없다. 부분적인 특징이 강한 초음파 영상은 각 부분마다의 임계값을 설정하는데 여러 종류의 이진화 알고리즘 중에서 널리 적용되는 블록 이진화 기법

을 본 논문에서는 적용한다. 블록 이진화 기법은 원하는 크기의 블록을 설정하고 그 블록마다의 명암 값을 고려하여 임계값을 설정하는 방법으로 각 블록마다 특정한 임계값을 설정한다. 그림 2는 블록 이진화를 적용한 결과 영상이다.

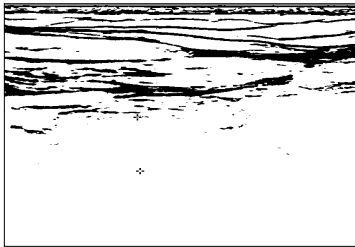


그림 2. 블록 이진화가 적용된 영상
Fig. 2 Image After Block Binarization

이진화된 영상은 그림 2와 같이 근막 영역과 근육 영역에 불필요한 잡음이 발생한다.

블록 이진화 과정에서 추출된 잡음과 근막 영역을 대상으로 Grassfire 기법을 적용하여 라벨링 한다. 라벨링된 객체의 크기가 200 픽셀 보다 작을 경우에는 잡음으로 간주하여 제거한다[5].



그림 3. Grassfire 기법 이용한 잡음 제거
Fig. 3 Noise Removal using Grossfire Method

그림 3은 Grassfire 기법을 적용하여 잡음을 제거한 결과 영상이다. 잡음이 제거된 영상은 근막의 명암도 차이로 인하여 근막이 끊어지는 문제가 발생한다. 따라서 본 논문에서는 근막을 정확히 복원하기 위해서 Grassfire 기법을 적용하여 라벨링한 후, 영상 하단부에서부터 객체를 탐색하여 하단에 위치한 근막을 추출한다. 하단 근막을 추출한 영상에서는 근막이 대부분 흰으로 발달하기

때문에 1×7 마스크를 이용하여 잡음을 제거한 근막 영상에 팽창 연산을 적용한다. 그림 4는 Grassfire 기법과 팽창 연산을 적용한 결과 영상이다.



그림 4. 팽창 연산 적용
Fig. 4. Applying Extension Operation

팽창 연산을 적용한 영상에서 최종적인 근막선을 추출하기 위하여 영상의 아래쪽에서부터 객체를 탐색하여 최종 근막선을 추출한다. 그림 5는 최종 근막선이 추출된 영상이다.



그림 5. 하단 근막 추출
Fig. 5 Extracting Bottom Facia

III. 총수염 추출

본 논문에서는 총수염 후보 영역을 추출하기 위하여 근막선 하단에 위치한 장기영역 내에서 퍼지 이진화를 적용한다.

퍼지 이진화는 소속 함수를 이용하여 영상을 이진화한다. 입력된 원 영상의 RGB 값을 X_i^r, X_i^g, X_i^b 로 정의하고 이 값을 이용하여 중간 밝기 값 X_m 을 식 (2)와 같이 계산한다.

$$X_m = \sum_{i=1}^{255} \frac{(X_i^r + X_i^g + X_i^b)}{3} \times \frac{1}{M \times N} \quad (2)$$

식(2)에서 M과 N은 입력된 영상의 높이와 너비를 의미한다. X_m 을 이용하여 어두운 영역의 거리 값(D_{min})과 밝은 영역의 거리 값(D_{max})을 계산한다.

$$\begin{aligned} D_{max} &= |X_h - X_m| \\ D_{min} &= |X_m - X_l| \end{aligned} \quad (3)$$

여기서 X_l 은 입력된 영상의 가장 어두운 명암도값이고 X_h 은 가장 밝은 명암도값이다.

D_{min} 과 D_{max} 을 다음 식(4)를 적용하여 밝기의 조정률 a 를 구한다.

$$\begin{aligned} \text{if } (X_m > 128) \text{ then } X_m &= 255 - X_m \\ \text{else } X_m & \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \text{if } (D_{min} > X_m) \text{ then } a &= X_m \\ \text{else } a &= D_{min} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{if } (D_{max} > X_m) \text{ then } a &= X_m \\ \text{else } a &= D_{max} \end{aligned}$$

밝기 조정률 a 값을 이용하여 최대 밝기값(I_{max})과 최소 밝기값(I_{min})을 식(5)와 같이 계산한다.

$$\begin{aligned} I_{max} &= X_m + a \\ I_{min} &= X_m - a \end{aligned} \quad (5)$$

계산된 최대 밝기값(I_{max})과 최소 밝기값(I_{min})을 삼각형 타입의 소속 함수에 적용한다. 따라서 구간 $[I_{min}, I_{max}]$ 를 가진 삼각형 타입의 소속 함수는 그림 6과 같다. 소속 함수에서 소속도가 1이 되기 위한 중간 밝기값 I_{mid} 를 식(6)과 같이 계산한다.

$$I_{mid} = \frac{I_{max} + I_{min}}{2} \quad (6)$$

구간 $[I_{min}, I_{max}]$ 에 대한 소속도는 그림 6과 같은 소속 함수에 적용하여 계산한다.

그림 6과 같은 소속 함수에서 구해진 소속도($\mu(x)$)에 $a-cut$ 을 적용하여 영상을 이진화한다. 여기서 a 값을 0.4로 설정한다. 따라서 소속도가 0.4 이상이면 충수 후보 영역으로 추출하고, 0.4 미만이면 잡음으로 간주하여 이진화 한다.

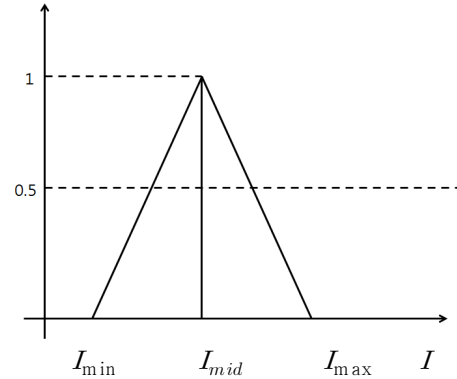


그림 6. 삼각형 타입의 소속 함수
Fig. 6 Triangular Membership function

그림 7은 내장 기관 영역에서 퍼지 이진화를 적용한 영상이다.

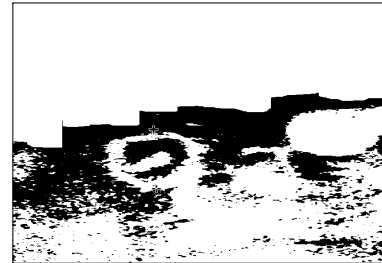


그림 7. 충수염 후보 영역
Fig. 7 Candidate Appendicitis Areas

내장기관 영역에 위치한 충수염은 다른 내장 장기보다 밝은 명암도를 가지면서 일정한 크기를 가지고 있다. 따라서 본 논문에서는 내장 기관 영역에서 퍼지 이진화를 적용한 후, Grassfire 기법을 적용하여 각 객체를 라벨링한 후, 밝은 명암도와 일정한 크기를 가지는 객체를 최종 충수염 영역으로 추출한다. 그림 8은 최종적으로 충수염을 추출한 결과 영상이다.

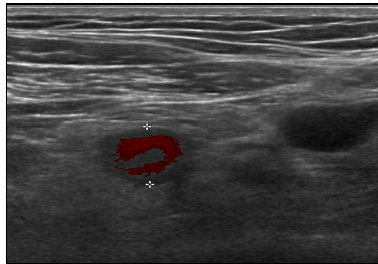
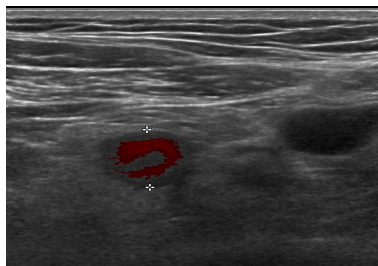


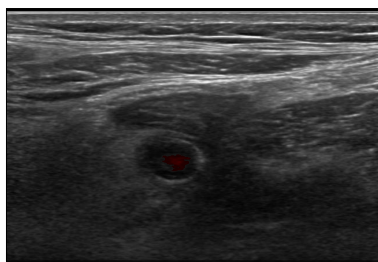
그림 8. 충수 추출
Fig. 8 Extracting Appendix

IV. 실험 및 결과 분석

초음파 영상에서 충수염을 측정하기 위해 본 논문에서 제안한 방법을 Intel(R) Core(TM) i7-2600 CPU @ 3.40GHz 와 4GB RAM이 장착된 PC에서 Visual Studio 2008 C#으로 구현하여 실험하였다. 제안된 방법으로 복부 초음파 영상에서 실험한 결과 영상은 그림 9와 같다.



(a)



(b)

그림 9. 충수염 추출 결과
(a) 충수염 추출 1 (b) 충수염 추출 2
Fig. 9 Result of Appendicitis Extraction
(a) Appendicitis Extraction 1
(b) Appendicitis Extraction 2

근육 영역과 장기 영역을 구분하지 않고 이진화를 수행할 경우에는 근육 영역의 명암도가 이진화의 임계값에 영향을 미치기 때문에 충수 영역을 추출할 수 없었다. 그러나 본 논문에서는 근육 영역과 장기 영역으로 구분하여 이진화를 수행하여 충수 영역을 효율적으로 추출되는 것을 확인할 수 있었다. 그림 10의 (a)는 근육과 장기 영역을 구분하지 않고 이진화를 적용한 영상이며, 그림 10의 (b)는 근육과 장기 영역을 구분한 후, 이진화를 적용한 영상이다.

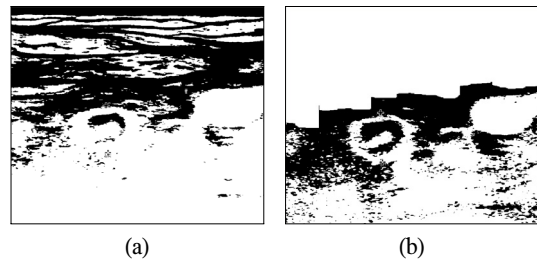


그림 10. 충수염 영역 이진화
(a) 전체 영상에서 이진화 (b) 장기 영역내에서 이진화
Fig. 10 Binerized Appendicitis Area
(a) Binarization from Full Image (b) Binarization within Organ Area

V. 결 론

본 논문에서는 초음파 영상에서 충수염 영역을 추출하기 위해 충수염 영역이 장기영역에 위치 한다는 특징을 이용하였다. 따라서 본 논문에서는 근육 영역과 장기 영역을 구분하기 위해 *Ends_in_Search Stretching* 기법을 적용하여 명암도의 분포도와 밝기 값을 보정한 후, 블록 이진화를 적용하여 근막의 후보 영역을 추출하였다. 근막이 후보 영역을 추출한 영상에서 *Grassfire* 기법을 적용하여 잡음을 제거하였고 끊어진 근막을 연결하기 위하여 팽창 연산을 적용하여 최종 근막선을 추출하였다. 추출한 근막선을 기준으로 근육과 장기 영역을 구분하고 퍼지 이진화를 적용한 후, 라벨링하여 밝은 명암도와 일정한 크기를 가지는 충수염 영역을 추출하였다.

실제 초음파 영상을 대상으로 실험한 결과, 일반적인 방법으로 이진화를 수행하는 경우에는 효율적인 충수염 영역을 추출하지 못하였으나, 근육 영역과 장기 영역

을 구분하여 충수 영역을 추출할 경우에는 효율적으로 추출할 수 있는 것을 실험에서 확인 할 수 있었다.

향후 연구 과제로는 다양한 초음파 영상에서 충수 영역과 비슷한 크기를 가지는 잡음에 대해서도 정확히 충수염 영역을 추출할 수 있는 방법을 연구 할 것이다.

참고문헌

- [1] 문석재 “충수염에 대한 한의학적 고찰”, *한국전통의학지*, 제 6권, 1호 pp.160, 1996.
- [2] F. W. Kremkau, “Diagnostic Ultrasound: Principles and Instruments,” *Philadelphia, PA : Saunders*, pp.52, 2002.
- [3] 장대성, 김재균, 김광백 “형태학적 특징과 근막정보를 이용한 초음파영상의 근육 영역 분석”, *한국지능정보시스템학회 추계 학술대회 논문집*, pp.402-408, 2009.
- [4] 이동균, 김준우, 이해정, 김광백 “복부 근육의 크기와 형태의 초음파적 분석”, *대한전자공학회 하계종합학술대회 논문집*, pp.2142-2145, 2010.
- [5] K. B Kim, Y. W. Woo, H. K. Yang, “An Intelligent System for container Image Recognition Using ART2-Based Self-Organizing Supervised Learning Algorithm,” *Lecture Notes In Computer Science, LNCS 4247*, Springer, pp.897-904, 2006.

저자소개



박승익(Seung-ik Park)

2012년 : 부산카톨릭대학교
방사선학과(이학석사)
2012년~현재 신라대학교
컴퓨터공학과 박사과정

2007년~현재 구포성심병원 영상의학과 근무
※ 관심분야: 퍼지 논리, 영상 처리, 의료정보시스템



송두현(Doo Heon Song)

현재: 용인송담대학교
컴퓨터게임과 교수
2007년~현재 한국멀티미디어
학회부회장 및 자문위원

2009년~현재 한국해양정보통신학회 국제 학술 이사
2005년~현재 한국특허학회감사
※ 관심분야: 인공지능, 영상처리, 데이터마이닝,
기계학습, 지능형교통시스템



김광백(Kwang-Baek Kim)

1999년 : 부산대학교 전자계산학과
(이학박사)
1997년~현재 신라대학교
컴퓨터공학과 교수

2005년~현재 한국정보통신학회 국제학술부회장
2007년~현재 *The Open Artificial Intelligence Journal(USA)* Editor
※ 관심분야: 퍼지 논리, 영상 처리, 유전자 알고리즘,
의료정보시스템, 생물정보학