

FCM을 이용한 초음파 영상에서 결절종 추출

이용권 · 사공용규 · 임태경 · 강호균 · 김광백
신라대학교 컴퓨터공학과

Extraction of Ganglion from Ultrasonic Images Using FCM

Dept. of Computer Engineering, Silla University

Yong-Gwon Lee · Yong-Kyu Sagong · Tae-Gyoung Yim · Ho-Gyun Kang · Kwang Baek Kim

E-mail : gpu123@naver.com, tkrhddyrb@naver.com, catbaby123@naver.com,
gyun0923@naver.com, gbkim@silla.ac.kr

요 약

본 논문에서는 초음파 영상에서 결절종을 추출하는 방법을 제안한다. 명암 대비가 낮은 초음파 영상에서도 정확히 추출하기 위해 퍼지 스트레칭 기법을 개선하여 명암 대비를 강조한 후에 ROI 영역을 추출한 후, 추출된 ROI 영역에 대해 FCM 알고리즘을 적용하여 양자화 한다. 양자화된 ROI 영역에서 8방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 결절종의 후보 영역을 추출한다. 추출된 결절종의 후보 영역 중에서 면적이 가장 크거나 타원 형태를 가진 영역을 라벨링 기법을 적용하여 최종적으로 결절종 영역을 추출한다.

제안된 방법을 결절종 초음파 영상을 대상으로 실험한 결과, 기존의 결절종 추출 방법보다 제안된 방법이 결절종 영역이 비교적 정확히 추출되는 것을 실험을 통하여 확인하였다.

키워드

결절종, 퍼지 스트레칭, Monotone Cubic Spline 보간법, FCM

I. 서 론

결절종은 업무 및 운동 등과 같은 일상생활을 하면서 관절부분에서 주로 발생하는 질환이다 [1]. 결절종이 발생하는 원인은 아직까지 정확하게 알려지지 않았다. 대부분 결절종이 큰 질환이라고 여기지 않아서 방치하는 경우가 많다. 결절종을 계속 방치할 경우에는 자연스럽게 사라질 수도 있지만, 반대로 결절종이 커지면서 심한 통증을 동반하기 때문에 일상생활에 불편함을 느낄 수 있다. 또한 결절종을 방치함으로써 2차적으로 외상과염이라는 질환이 발생할 수 있다.

결절종의 유무는 CT, MRI, 초음파 총 3가지로 확인할 수 있으며, 그 중 CT, MRI의 경우에는 해상도가 우수하여 대조성이 뛰어나다는 장점이 있으나, 비용과 시간이 많이 소요되는 단점이 있다. 그러나 초음파는 비용과 시간이 적게 소요된다는 장점이 있다. 따라서 본 논문에서는 비용과 시간이 적게 소요되는 초음파로 획득된 결절종 영상

을 대상으로 추출한다.

II. 초음파 영상 전처리 과정



그림 1. 결절종 추출 순서도

본 논문에서 제안된 결절종 추출 과정은 그림 1과 같다. 결절종 초음파 영상에서 개선된 퍼지 스트레칭 기법을 적용하여 초음파 영상의 명암대비가 낮은 부분을 선명하게 구분한다. 개선된 퍼지 스트레칭 기법을 적용된 영상에서 Monotone Cubic Spline 기법을 적용하여 ROI 영역을 추출한다.

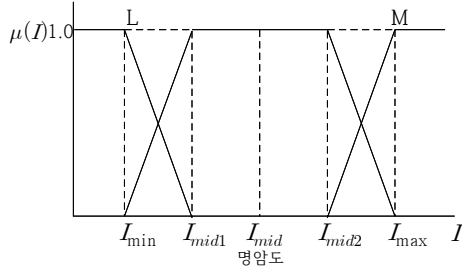
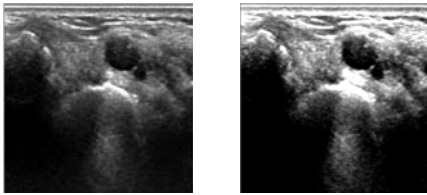


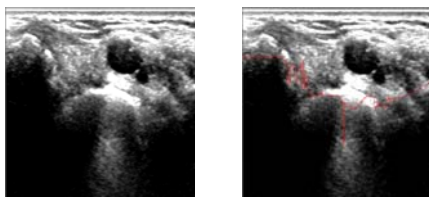
그림 2. 제안된 퍼지 스트레칭에 대한 소속 함수

그림2에서 I_{mid} 을 기준으로 소속 함수를 상한과 하한을 나누고 상한과 하한에 대한 퍼지 추론 규칙을 적용한 후에 Max-Min 추론 방식으로 최종 소속도를 구한다. 각각의 최종 소속도 값을 무게 중심법을 적용하여 그림 3과 같이 개선된 퍼지 스트레칭 기법을 적용한 결과이다.



(a) 원 영상 (b) 개선된 퍼지 스트레칭
그림 3. 개선된 퍼지 스트레칭 결과

개선된 퍼지 스트레칭 기법이 적용된 초음파 영상에서 ROI 영역을 추출하기 위해 Monotone Cubic Spline 보간법[2]을 적용한다. Monotone Cubic Spline 보간법을 적용한 결과는 그림 4과 같다.



(a) 개선된 퍼지 스트레칭 (b) Monotone Cubic Spline 보간법 결과
그림 4. Monotone Cubic Spline 보간법 결과

III. 결절종 추출

Monotone Cubic Spline 보간법을 적용하여 초음

파 영상에서 어두운 하단 부위가 제거된 ROI 영역에 FCM 알고리즘[3]을 적용하여 양자화 한다. FCM 알고리즘은 정해진 클러스터의 개수에 따라 데이터들을 비슷한 속성에 따라 군집화 하는 클러스터링 기법이다. FCM 알고리즘은 임의의 소속도를 설정하는 방식으로 클러스터 $c(2 \leq c \leq n)$, 지수가증치 $m(1 < m < \infty)$ 와 임계값 ϵ 을 설정한다. FCM 알고리즘 순서도는 그림 5와 같다.

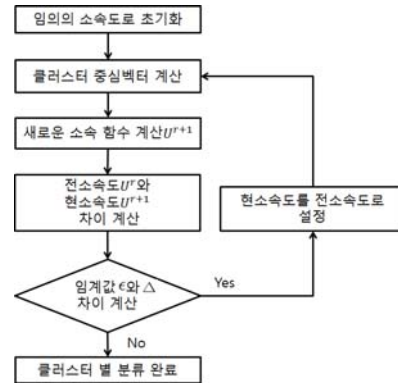


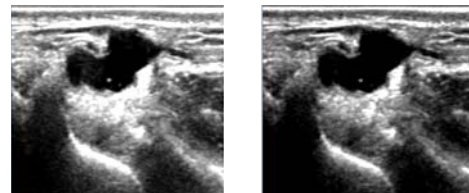
그림 5. FCM 알고리즘

팽창 기법이 적용된 결절종 후보 영역에서 잡음 영역을 제거하고 결절종 영역을 추출하기 위한 전단계로 8방향 윤곽선 추적 알고리즘 기법[4]을 적용하여 잡음이 제거된 결절종의 후보 영역에서 라벨링 기법[5]을 적용하여 최종적으로 결절종 영역을 추출한다.

IV. 실험 및 결과 분석

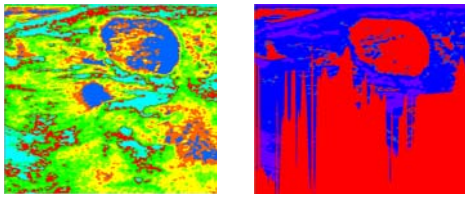
본 논문에서 제안한 방법을 Intel(R) Core(TM) i5 CPU @ 2.80GHz 와 8.00GB RAM이 장착된 PC상에서 Visual Studio 2010 C#으로 구현하여 실험하였다. 15개의 결절종 초음파 영상을 대상으로 실험한 결과, 15개의 결절종 초음파 영상 중에서 12개의 영상에서 결절종이 정확히 추출되었다. 3개의 영상에서는 모두 결절종이 부정확하게 추출되었다.

기존 퍼지 스트레칭과 개선된 퍼지 스트레칭의 명암 대비에 대한 비교 결과는 그림 6과 같다. 그림 6과 같이 기존 방법보다 개선된 방법이 결절종 영역의 명암 대비가 뚜렷한 것을 확인할 수 있다.



(a) 퍼지 스트레칭 (b) 개선된 퍼지 스트레칭

그림 6. 퍼지 스트레칭과 개선된 퍼지 스트레칭 결과 비교



(a) ART2 (b) FCM

그림 7. ART2와 FCM 비교 영상

표 1은 그림7에서와 같이 ART2와 FCM에 적용된 파라미터와 생성된 클러스터의 수를 나타내었다.

표 1. ART2와 FCM의 파라미터 및 생성된 클러스터의 수

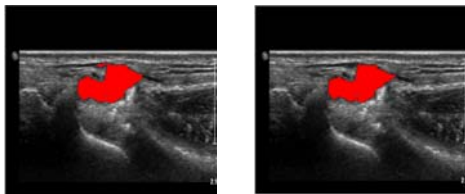
입력영상	ART2		FCM	
	경계 변수	클러스터의 수	지수가중치	초기 설정된 클러스터의 수
영상1	0.1	7	2	10
영상2	0.1	8	2	10
영상3	0.1	7	2	10
영상4	0.1	7	2	10

표 2는 기존의 결절종 추출 방법과 제안된 결정종 추출 방법간의 추출 개수를 나타내었다.

표 2. 기존의 방법과 제안된 방법 간의 추출 개수 비교

	ART2	FCM
정확하게 추출된 영상	10	12
부정확하게 추출된 영상	5	3

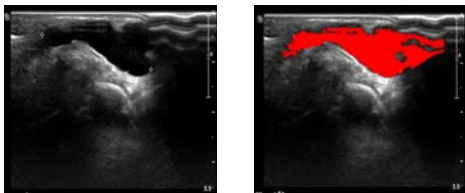
FCM 알고리즘을 적용하여 결절종 영역의 경계선 부분을 보다 선명하게 분류하여 그림8와 같이 결절종 영역을 보다 명확하게 추출할 수 있었다.



(a) 기존 결절종 추출 (b) 개선된 결절종 추출

그림 8. 기존 추출 방법과 개선된 추출 방법의 결절종 추출 결과

본 논문에서 제안된 방법으로 부정확하게 결절종 영역이 추출된 영상은 그림 9와 같다.



(a) 원본 영상 (b) 실패 영상

그림 9. 부정확하게 추출된 경우

그림 9와 같이 결절종 영역의 일부 경계 영역과 결절종 경계 주변의 영역의 명암도의 차이가 거의 없는 경우에는 결절종 영역보다 크게 추출되는 경우가 발생하였다.

V. 결론 및 향후 개선 방향

본 논문에서는 초음파 영상에서 기존의 방법보다 결절종을 추출하는 방법을 개선하였다. 제안된 방법을 15개의 초음파 영상을 대상으로 실험한 결과, 기존의 결절종 방법보다 비교적 결절종 영역이 정확히 추출되어 추출 성능이 개선되었다.

향후 연구 방향은 제안된 방법으로 결절종 영역의 일부 경계 영역과 결절종 경계 주변의 영역의 명암도 차이가 거의 없는 경우에 대해 퍼지 추론 기법과 유전자 기법을 적용하여 결절종 영역의 경계선을 정확히 추출할 수 있는 방법에 대해 연구할 것이다.

참고문헌

- [1] 김지형, 일차진료의를 정형외과, 대학의학서적, 2009.
- [2] K. B. Kim, H. J. Park, D. H. Song and S-S Han, "Developing an Intelligent Automatic Appendix Extraction Method from Ultrasonography Based on Fuzzy ART and Image Processing," Computational and Mathematical Methods in Medicine, pp.1-10, 2013.
- [3] <http://autosys.suwon.ac.kr/major-fcm.html>
- [4] 김광백 "손의 형태학적 정보와 8 방향 윤곽선 추적 기법을 이용한 손금 추출 및 분석," 한국전자통신학회 논문지, 제6권, 제2호, pp.243-248, 2011.
- [5] <http://dic1224.blog.me/80183494157>