

PCM와 FCM 방법을 이용한 색조 도플러 초음파 영상에서 상완 동맥의 고혈압 혈류 추출 및 분석

박재우^o, 심성보^{*}, 오흥민^{*}, 김광백^{*}

^o신라대학교 컴퓨터공학과

e-mail: er500rfv@naver.com, sksungbo@naver.com, heliobye@naver.com, gbkim@silla.ac.kr

Extraction and Analysis of Hypertension Blood flow of Brachial Artery from Color Doppler Ultrasonography by Using Possibilistic C_Means and Fuzzy C_Means

Jae-Woo Park^o, Sung-Bo Shim^{*}, Heung-Min Oh^{*}, Kwang Beak Kim^{*}

^oDept. of Computer Engineering, Silla University

● 요약 ●

본 논문에서는 초음파 영상에서 환자 정보를 제거하여 ROI 영역을 추출하고, 추출된 ROI 영역에서 최대 명암도를 임계치로 설정한 이진화 기법을 적용하여 ROI 영역을 이진화 한다. 이진화된 ROI 영역에서 4 방향 윤곽선 추적 기법을 적용하여 상완 동맥 혈류 영역이 존재하는 사다리꼴 형태의 영역을 추출한다. 추출된 사다리꼴 형태의 영역에서 상완동맥 혈류영역을 정확히 추출하기 위하여 제안된 무게 중심법을 이용하여 추출된 후보 영역을 양자화 한다. 무게 중심법은 추출된 사다리꼴 영역에서 FCM 기반 무게중심법과 PCM 기반 무게중심법을 각각 계산한 후, 두 중심 간의 차이가 존재 할 경우에는 두 중심의 평균값을 새로운 무게 중심으로 설정하여 각 픽셀들을 클러스터링하여 상완 동맥 영역을 추출한다. 추출된 상완 동맥 영역에는 고혈압 영역인 빨강색 영역과 저혈압이나 혈류가 역류하는 영역인 파란색 영역이 존재한다. 추출된 상완 동맥 영역에서 고혈압 영역만을 추출하기 위해 빨강색 영역을 제외한 그 외의 영역은 제거한다.

전문가가 제공한 상완동맥 혈류 초음파 영상을 대상으로 TPR(True Positive Rate) 검사를 분석한 결과, 제안된 방법이 기존의 방법 보다 TPR 값이 높게 나타나는 것을 확인하였다.

키워드: 상완 동맥(brachial artery), Fuzzy C_Means, Possibilistic C_Means, TPR(True Positive Rate)

I. 서론

고혈압은 순환기계 질환 중에서 유병 수준이 가장 높은 질환이며 (WHO, 2002), 연령의 증가에 따라 유병률이 높아지는 것으로 알려져 있다[1]. 색조 도플러 초음파 영상은 의료 초음파 영상 중의 하나로 주로 어깨와 팔꿈치 사이에 존재하는 상완동맥의 혈류의 속도와 혈관의 크기를 분석하는데 사용된다. 분석한 혈류의 속도와 혈관의 크기를 이용하여 경계성 고혈압 진단 또는 혈관과 혈류에 관련된 질병을 진단한다.

진단하는 방법은 색조 도플러 초음파 영상에서 혈류의 방향이 정방향일 경우에는 빨강색, 역방향일 경우에는 파란색으로 나타나고 혈류의 속도는 색의 명도가 높으면 빠르고 색의 명도가 낮으면 느리게 나타난다. 색조 도플러 초음파 영상에서 고혈압 영역의 혈류를 분석한다. 따라서 고혈압 영역에 해당되는 빨강색 영역을 추출할 때 명도의

등급이 혈류의 속도를 나타내기 때문에 혈류의 속도를 육안으로 분류하기에는 객관성이 결여되는 문제점이 있다.

따라서 본 논문에서는 상완동맥 혈류영역을 추출하는 방법을 제안한다.

II. 제안된 고혈압 영역 추출

본 논문에서는 기존의 색조 도플러 초음파 영상에서 고혈압 영역을 추출하는 방법을 개선하기 위해 색조 도플러 초음파 영상에 FCM 기반 무게 중심과 PCM 기반 무게 중심 값들을 이용하여 평균을 계산하고 계산된 평균 무게 중심 값을 기반으로 양자화하여 고혈압 영역을 추출하는 방법을 제안한다.

1. 혈류 추출을 위한 FCM 기반 무게 중심

일반적인 FCM 알고리즘[2]은 클러스터 수를 정적으로 설정하기 때문에 다양한 영상을 적용할 경우에는 각 픽셀들이 정확히 양자화되지 않는 문제점이 있다[3]. 이러한 문제점을 개선하기 위해 추출된 사다리꼴 형태의 영역 내의 컬러 정보를 분석한 히스토그램을 이용하여 봉우리 부분의 개수를 기반으로 FCM의 초기 클러스터의 개수로 설정하여 혈류 영역을 양자화하여 추출한다.

2. 혈류 추출을 위한 PCM 기반 무게 중심

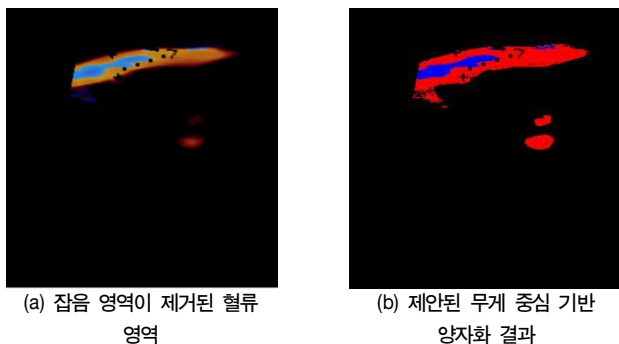
PCM 알고리즘[4]에서는 각 포인트가 클러스터에 속하는 정도를 표현하기 위해 소속도가 아닌 전형성(typicality)을 사용한다. PCM 알고리즘에서 초기 클러스터의 수는 FCM 알고리즘과 동일하게 설정한다.

3. FCM 무게 중심과 PCM 무게 중심의 평균

FCM 기반 무게 중심(U)과 PCM 기반 무게 중심(T)의 평균은 식 (1)과 같이 계산한다.

$$AVG = (U + T) / 2 \quad (1)$$

식(1)에서 U 는 FCM의 무게 중심값이며, T 는 PCM의 무게 중심값이다. 식(1)에서 계산한 무게 중심을 기반으로 양자화 결과는 Fig. 1과 같다.



(a) 잡음 영역이 제거된 혈류 영역 (b) 제안된 무게 중심 기반 양자화 결과

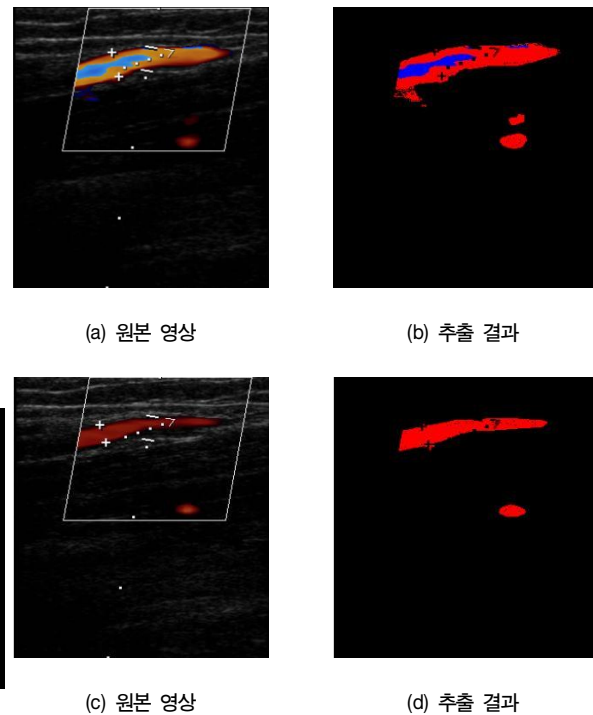
Fig. 1. 제안된 평균 무게중심 기반 양자화

색조 도플러 초음파 영상 20장을 대상으로 실험한 결과, 기존의 고혈압 영역을 검출하는 방법[5] 보다 제안된 방법의 고혈압 영역 추출 성능이 개선된 것을 확인할 수 있다. 기존의 고혈압 영역 추출 방법과 제안된 고혈압 추출 방법 간의 추출 개수를 비교한 결과는 Table 1과 같다.

Table 1. 상완동맥 영역 추출 결과

	실험 영상 수	추출한 개수	실패한 개수
기존 방법	20	18	2
제안된 방법	20	19	1

제안된 방법으로 색조 도플러 초음파 영상에서 고혈압 영역에 검출에 성공한 결과는 Fig. 2와 같다.



(a) 원본 영상 (b) 추출 결과 (c) 원본 영상 (d) 추출 결과

Fig. 2. 고혈압 영역 추출 성공 영상

색조 도플러 초음파 영상에서 기존의 방법으로 고혈압 영역 추출에 실패하였지만, 제안된 방법에서 성공한 결과는 Fig. 3과 같다.

III. 실험 및 결과 분석

본 논문에서 고혈압 영역 추출하기 위해 Intel(R) Core(TM) i5 CPU @ 2.80GHz 와 8.00GB RAM이 장착된 PC상에서 Visual Studio 2013 C#으로 구현하여 실험하였다.

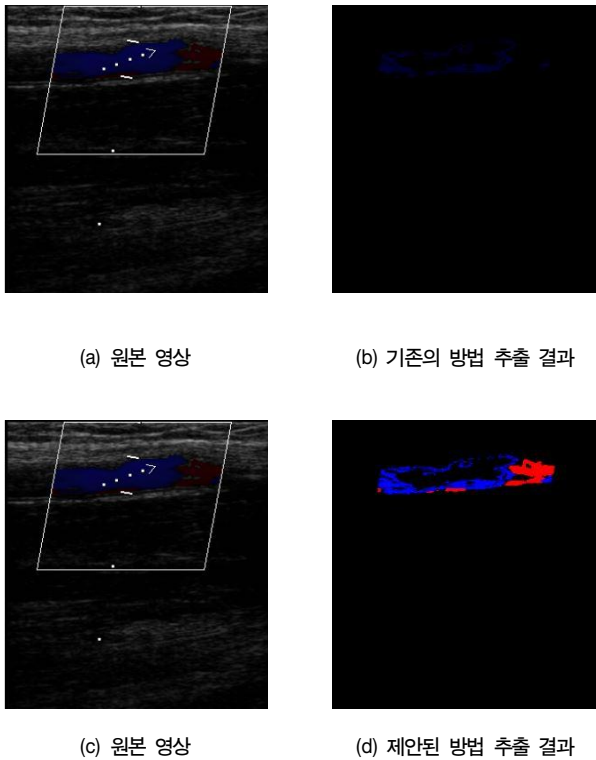


Fig. 3. 기존의 방법과 제안된 방법 비교

제안된 방법으로 Table 1에서 추출에 실패한 경우는 Fig. 4(b)와 같이 고혈압 영역이 아닌 영역까지 고혈압 영역으로 추출되는 경우가 발생하였다. 그 이유는 히스토그램 분석에서 봉우리 지점과 그 외의 지점 간의 차이가 적게 나타났기 때문에 초기 클러스터의 수가 적게 설정되었다. 따라서 상완 동맥 영역과 그 외의 영역간의 군집화가 정확히 되지 않아서 일부 영역이 고혈압 영역으로 함께 추출된 경우이다.

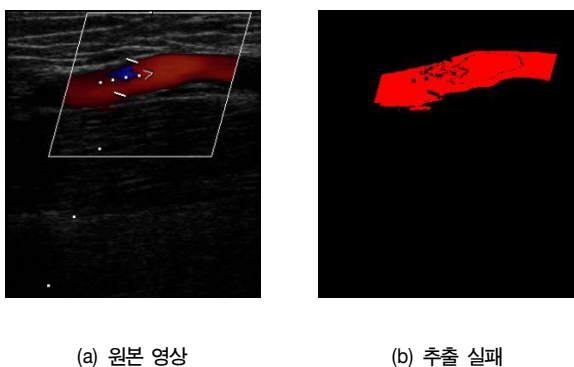


Fig. 4. 제안된 방법으로 상완동맥의 고혈압 영역 추출 실패 결과

IV. 결론

본 논문에서는 색조 도플러 영상에서 상완 동맥 영역과 고혈압 영역을 추출하는 방법을 제안하였다. 제안된 방법의 고혈압 추출 성능의 정확성을 분석하기 위해 다양한 형태를 가지는 20개의 색조 도플러 초음파 영상을 대상으로 실험한 결과, 20개 중에서 19개가 정확히 추출되었다. 그러나 1개 영상에서 고혈압 영역이 부정확하게 추출되었다. 그 이유는 히스토그램 분석에서 봉우리 지점이 명확히 나타나지 않은 부분으로 인해 초기 클러스터의 수가 적게 설정되어 상완 동맥 영역을 군집화하기 때문에 상완 동맥 이외의 일부 영역도 함께 추출되는 경우가 발생하였다.

따라서 향후 연구 방향은 도플러 영상에서 부정확하게 추출된 1개의 경우에 대해서도 정확히 추출될 수 있는 군집화 알고리즘을 연구할 것이고 혈관의 크기도 추출이 가능하므로 혈관의 크기도 추출하여 혈류 속도와 혈관의 크기를 모두 분석할 수 있는 방법에 대해서도 연구할 것이다.

REFERENCES

- [1] Kim, Seonho, Song, Misoon, "Comparison of Non-pharmacological Intervention Programs for the Aged with Hypertension in Korea and Other Countries," Journal of Korean Gerontological Nursing, Vol. 10, No. 2, pp.152 -163, Dec., 2008.
- [2] Min Seok Kim, Myung Jun Choi, Baek Cheon Kim, Kwang Beak Kim, "Cannic Cataract Extraction and Analysis from Pet Image by Using FCM Algorithm," Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 20, No. 1, pp.84, 2016.
- [3] Gyeongyong Heo, Jinseok Seo, Imgeun Lee, "Problems in Fuzzy c-means and Its Possible Solutions," Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 16, No. 1, pp.39-46, 2011.
- [4] Se-hun Jeong, Ha-jun Ahn, Hyun Jun Park,, Sang-Seok Yun, Hyun-chan Noh, Kwang Baek Kim, "PCM Based Self Health Diagnosis of Oriental Medicine," Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 21, No. 2 pp.491-493, 2017.
- [5] Seong-won Yu, Young-hun Jung, Sung-bo Shim, Hye-ran Kim, Min-ji Kim, Kwang Beak Kim, "Extraction of Hypertension Blood flow of Brachial Artery from Color Doppler Ultrasonography by Using 4-directional Contour Tracking Algorithm and Enhanced FCM Method," Journal

of the Korea Institute of Information and Communication
Engineering, Vol. 21, No. 1, pp.71-73 2017.