

IHb 색상 정보를 이용한 색조 도플러 초음파 영상에서 상완 동맥의 고혈압 혈류 속도 분석

오흥민 · 심성보 · 김광백

신라대학교 컴퓨터공학과

Velocities Analysis of Hypertension Blood Flow of Brachial Artery on Color Doppler Ultrasonography using IHb Color Information

Heung-Min Oh · Sung-Bo Shim · Kwang Beak Kim

Dept. of Computer Engineering, Silla University

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

요 약

본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기 위해 상완 동맥 영역에 대한 RGB 채널을 HSV 채널로 변환한다. 변환된 HSV 채널에 대해 고혈압 영역의 특징을 강조하게 하기 위해 밝기 값을 나타내는 V값을 조절한다. 조절된 HSV 채널을 다시 RGB 채널로 변환한 후, Fuzzy C-Means 기반 무게 중심과 Possibilistic C-Means 기반 무게 중심을 기반으로 새로운 무게 중심을 구하여 픽셀들을 클러스터링하여 상완동맥 영역의 고혈압 영역을 추출한다. 추출된 상완 동맥의 고혈압 영역에 대해 헤모글로빈 색소 정보를 나타내는 IHb 값을 이용하여 상완 동맥의 고혈압 영역에서 유사한 헤모글로빈 색소 정보를 가지는 영역을 분할한다. 분할된 영역들을 혈류의 속도를 나타내는 색상표와 대조하여 고혈압의 진행에 대해 분석하는 방법을 제안한다. 제안된 방법을 색조 도플러 초음파 영상에 대상으로 실험한 결과, 제안된 방법이 고혈압의 진행에 대한 분석 결과와 색조 도플러 초음파 영상 장비에 나타난 고혈압 진행 결과와 거의 일치하는 것을 확인할 수 있었다.

키워드

색조 도플러 초음파 영상, 혈류, 고혈압 진단, 상완동맥 Fuzzy C-Means, Possibilistic C-Means, IHb

I. 서 론

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 빨간색, 역방향일 경우에는 파란색으로 나타나고 혈류의 속도는 색의 명도가 높으면 빠르고 색의 명도가 낮으면 느리게 나타난다. 기존의 상완 동맥의 고혈압 혈류 영역 추출 방법에서는 색조 도플러 초음파 영상에 Fuzzy C-Means 알고리즘 기반 무게 중심 값과 Possibilistic C-Means 알고리즘 기반 무게 중심 값을 각각 계산한 후, 두 중심 간에 차이가 발생할 경우에는 두 무게 중심의 평균값을 계산하여 새로운 무게 중심으로 설정하여 고혈압 영역을 추출하였다. 그러나 일부 색조 도플러 초

음파 영상에서 비고혈압 영역이 고혈압 영역과의 명암도 차이가 나지 않아 같은 영역으로 분류되는 문제점이 발생하였다. 또한 추출된 고혈압 영역에서 혈류의 속도에 따른 고혈압의 진행을 분석할 수 없었다[1].

따라서 본 논문에서는 IHb 색상 정보를 이용하여 색조 도플러 초음파 영상에서 상완 동맥의 고혈압 혈류 영역을 추출하고 혈류 속도를 분석하는 방법을 제안한다.

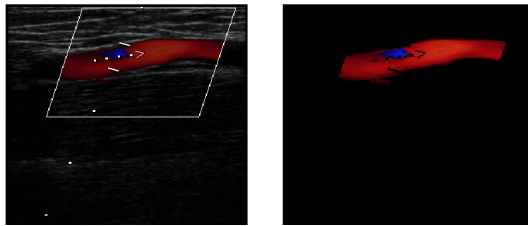
II. IHb 기반 혈류의 속도 분석 방법

Fuzzy C-Means 기반 무게 중심과 Possibilistic C-Means 기반 무게 중심을 기반으로 평균 무게 중심을 구하여 픽셀들을 클러스터링하여 상완동맥 영역의 고혈압 영역을 추출할 경우에는 고혈압 영역에서의 혈류 속도를 정확히 분석할 수 없다. 이 부분을 개선하기 위해 본 논문에서는 고혈압 영역과 저혈압이나 혈류가 역류하는 영역의 명

암도를 강조한다. 고혈압과 비고혈압 영역을 강조하기 위해서 각 RGB 채널의 값을 HSV 채널의 값으로 변환한다. 변환된 HSV 채널 중에서 명암도 값을 나타내는 V의 값을 식 (1)과 같이 계산하여 상완 동맥의 고혈압 영역을 강조한다.

$$\begin{aligned} & \text{if } V_r \times (1 + (1.0 - V_r)) > 1.0 \\ & \quad \text{than } V_{New} = 1.0 \\ & \text{else} \\ & \quad \text{than } V_{New} = V_r \times (1 + (1.0 - V_r)) \end{aligned} \quad (1)$$

식 (1)에서 V_r 은 추출된 사다리꼴 영역의 명암도 값이고 V_{New} 은 명암도가 강조된 V값이다. 명암도를 나타내는 V 값은 0부터 1사이의 값을 가질 수 있으며, 1에 수렴할수록 밝은 명암도를 가진다. 따라서 식 (1)을 통해 0의 명암도 값을 가지는 영역을 제외한 고혈압 영역과 비고혈압 영역을 강조한다. 식 (1)을 적용하여 명암도가 강조된 상완 동맥의 고혈압 영역은 그림 1과 같다.



(a) 추출된 사다리꼴 영역 (b) 고혈압 영역 강조

그림 1. HSV를 통한 고혈압 영역 강조 결과.

고혈압 영역이 강조된 상완 동맥 영역에 평균 무게 중심을 기반으로 고혈압 영역을 추출한다. 추출된 상완 동맥의 고혈압 영역의 혈류의 속도를 분석하기 위해 혈색소 지수(IHb, index of hemoglobin) [2]값을 이용한다. 점막 내 혈색소의 정도와 점막 내 혈류량의 분포는 혈색소 지수(IHb)의 분포와 일치한다.

IHb 값과 전문가가 분석한 고혈압 영역의 명암도에 따른 혈류의 속도 색상표와 비교 분석하여 혈류의 속도별 IHb 값을 그룹화하고 정규화하여 그림 2와 같이 그래프로 고혈압 혈류의 속도를 분석할 수 있도록 한다.

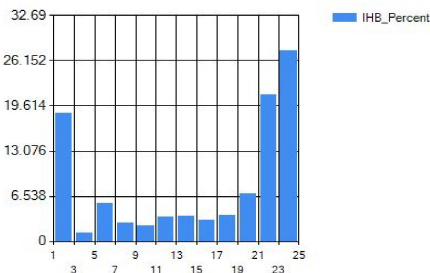


그림 2. IHb와 전문의 속도 색상표 비교 및 정규화.

그림 2는 상완 동맥의 고혈압 영역의 명암도에 따라 혈류의 속도를 IHb_Percent 별로 분류하여 분석한 결과이다.

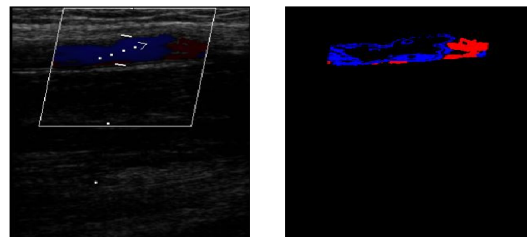
III. 실험 및 결과 분석

본 논문에서 고혈압 영역을 추출하고 추출된 고혈압 영역의 명암도에 따라 혈류의 속도를 분석하기 위해 Intel(R) Core(TM) i7 CPU @ 1.80GHz와 8.00GB RAM이 장착된 PC상에서 Visual Studio 2017 C#으로 구현하여 실험 하였다. 색조 도플러 초음파 영상 20장을 대상으로 실험한 결과, 기존의 연구[1]에서 색조 도플러 초음파 영상에서 고혈압 영역을 추출하는데 실패한 경우에도 제안된 방법에서는 모두 추출에 성공한 것을 확인할 수 있었다. 기존의 연구에서 색조 도플러 초음파 영상에서 상완 동맥의 고혈압 영역 추출 방법과 본 연구에서 추출 방법의 추출 개수를 비교한 결과는 표 1과 같다.

표 1. 상완동맥 영역 추출 결과

	실험 영상 수	추출한 개수	실패한 개수
기존 연구[1]	20	19	1
제안된 방법	20	20	0

기존의 방법에서는 FCM 알고리즘 기반 무게 중심 값과 PCM 기반 무게 중심 값을 각각 계산하여 두 값의 차이가 발생할 경우에만 두 값의 평균을 계산하여 새로운 무게 중심을 선정하고 그림 3과 같이 상완 동맥의 고혈압 영역을 추출하였다.



(a) 원본 영상 (d) 기존 방법 추출 결과

그림 3. 기존 방법 추출 결과.

추출된 상완 동맥의 고혈압 영역에서 혈류의 명암도에 따른 혈류의 속도를 분석하기 위해 혈색소 지수(IHb index of hemoglobin)값을 이용하여 혈류의 속도를 분석한 결과를 그림 4와 같이 그래프로 나타내었다.

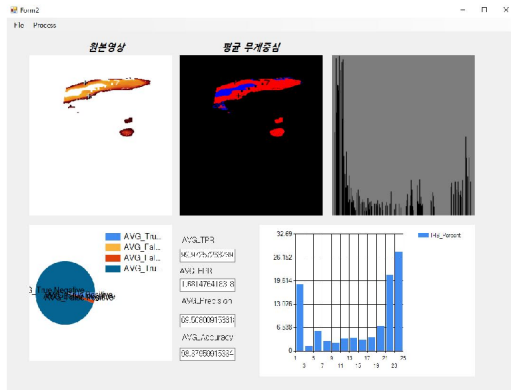


그림 4. IHb 그래프를 적용한 프로그램 결과.

V. 결 론

본 논문에서는 색조 도플러 초음파 영상에서 환자 정보 영역을 제거하여 ROI 영역을 추출하였다. 추출된 ROI 영역에서 최대 명암도를 임계값으로 설정하여 이진화하고 이진화된 ROI에서 4방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 상완 동맥이 존재하는 사다리꼴 형태의 영역을 추출하였다. 추출된 사다리꼴 영역에서 상완 동맥의 고혈압 영역과 저혈압이나 혈류가 역류하는 영역의 특징을 명확히 강조하기 위해 각 픽셀의 RGB 채널의 정보를 HSV 채널의 정보로 변환하였다. 변환된 HSV 채널의 정보에서 영상의 명암도를 나타내는 값을 계산하여 상완 동맥 영역 내의 고혈압 영역과 비고혈압 영역을 강조하였다. 고혈압 영역은 빨간색 영역으로 나타나기 때문에 양자화된 상완 동맥에 존재하는 사다리꼴 형태의 영역에서 빨간색 영역으로 균집화된 영역만을 추출하였다. 제안된 방법의 고혈압 영역의 추출 정확성을 분석하기 위해 다양한 형태를 가지는 20장의 색조 도플러 초음파 영상을 대상으로 실험한 결과 20장의 영상 중에서 20장이 모두 정확히 추출되는 것을 확인하였고, FPR검사를 실행한 결과 0.1%로 나타났다. 추출된 빨간색 영역에 대해 혈류의 속도를 분석하기 위해 혈색소 지수(IHb index of hemoglobin)값을 계산하였다. 계산된 IHb 값을 전문가가 추출한 혈류 속도에 따른 색상표와 대조하여 분석하였다.

향후 연구과제는 제안된 방법을 기반으로 전문의와 함께 색조 도플러 초음파 장비에 탑재하여 고혈압 영역에서 혈류를 다양하게 분석할 수 있는 소프트웨어를 개발할 것이다.

참고문헌

[1] K. B. Kim, J. W. Park, S. B. Shim, H. M. Oh, "Extraction and Analysis of Hypertension Blood flow of Brachial Artery from Color Doppler Ultrasonography by Using Possi-

bilistic C_Means and Fuzzy C_Means," Korean society of computer and information, Vol.26, No.1, pp. 47-50, 2018.

[2] K. B. Kim, "Gastric Cancer Extraction of Electronic Endoscopic Images using IHb and HSI Color Information," Korean Institute of Intelligent Systems, Vol.16, No.1, pp. 322-326, 2006.