

4 방향 윤곽선 추적 알고리즘과 개선된 FCM 방법을 이용한 색조 도플러 초음파 영상에서 상완 동맥의 고혈압 혈류 추출

유승원 · 정영훈 · 심성보 · 김혜란 · 김민지 · 김광백
신라대학교 컴퓨터공학과

Extraction of Hypertension Blood flow of Brachial Artery from Color Doppler Ultrasonography by Using 4-directional Contour Tracking Algorithm and Enhanced FCM Method

Seong-won Yu · Young-hun Jung · Sung-bo Shim · Hye-ran Kim · Min-ji Kim · Kwang Beak
Kim

Dept. of Computer Engineering, Silla University

E-mail : tmddnjs0271@naver.com, dud5732@naver.com, sksungbo@naver.com,
hyeran958@naver.com, zlztk22@gmail.com, gbkim@silla.ac.kr

요 약

본 논문에서는 4 방향 윤곽선 추적 기법과 히스토그램 분석 기법을 기반으로 한 개선된 FCM 알고리즘을 적용하여 색조 도플러 초음파 영상에서 상완 동맥의 혈류를 추출하고 분석하는 방법을 제안한다. 제안된 방법에서는 상완 동맥의 혈류를 정확히 추출하기 위해 전처리 과정으로 색조 도플러 초음파 영상 이외의 환자 정보가 있는 영역을 제거한 후, ROI 영역을 추출한다. 추출된 ROI 영역에서 영상의 최대 명암도를 임계치로 설정한 이진화 기법을 적용하여 ROI 영역을 이진화한다. 이진화된 ROI 영역에서 4 방향 윤곽선 추적 기법을 적용하여 상완 동맥이 존재하는 사다리꼴 형태의 영역을 추출한다. 색 정보를 분석한 히스토그램을 이용하여 특징점의 개수를 계산하고 계산된 특징점의 개수를 FCM 알고리즘의 초기 클러스터의 개수로 설정한 후, 추출된 사다리꼴 형태의 영역에 적용하여 양자화 한다. 양자화된 영역 중에서 빨간색으로 분류된 영역을 고혈압 영역으로 추출한다.

제안된 추출 방법을 20개의 색조 도플러 초음파 영상을 대상으로 실험한 결과, 20개의 색조 도플러 초음파 영상에서 18개의 색조 도플러 초음파 영상이 정확히 추출되었다.

키워드

Brachial Artery, 4-directional Contour Tracking Algorithm, FCM

I. 서 론

색조 도플러 초음파 영상은 의료 초음파 영상 중의 하나로써 주로 어깨와 팔꿈치 사이에 존재하는 상완동맥을 이용하여 혈류의 속도와 혈관의 크기를 분석하는데 적용된다. 분석한 혈류의 속도와 혈관의 크기를 이용하여 경계성 고혈압 진단 또는 혈관과 혈류에 관련된 질병을 진단한다.

진단하는 방법으로는 색조 도플러 초음파 영상에서 혈류의 방향이 정방향일 경우에는 빨간색, 역방향일 경우에는 파란색으로 나타나고 혈류의

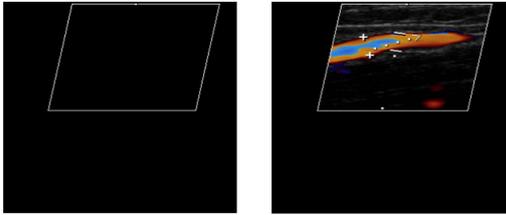
속도는 색의 명도가 높으면 빠르고 색의 명도가 낮으면 느리게 나타난다. 혈류의 속도를 추출할 때 명도에 따라 속도가 분류되기 때문에 혈류의 속도를 육안으로 분류하기에는 객관성이 결여되는 문제점이 있다.

II. 상완 동맥의 고혈압 혈류 추출을 위한 전처리

본 논문에서는 색조 도플러 초음파 영상을 이용

한다. 원 영상은 환자의 개인 정보가 있는 영역과 상완동맥 혈류의 정보를 가진 영역이 존재한다. 상완동맥 혈류의 정보를 가진 영역은 서로 다른 영상에서도 정적인 좌표의 위치를 가진다. 따라서 정적인 좌표를 이용하여 환자의 개인 정보가 있는 영역을 제거하고 ROI 영역을 설정한다[1]. 설정된 ROI 영역에서 최대 명암도를 계산한다. 최대 명암도는 ROI 영역에서 상완 동맥이 존재하는 사다리꼴 형태 영역의 흰색 경계선과 경계선 내부 영역의 흰색 픽셀이다. 최대 명암도를 임계치로 적용하여 ROI 영역을 이진화 한다. 이진화 기법이 적용된 ROI 영역에서 상완 동맥 영역이 존재하는 사다리꼴 형태의 영역을 추출하기 위해 4방향 윤곽선 추적 기법을 적용하여 사다리꼴 영역의 윤곽선을 추출한다[2].

그림 1(a)는 4방향 윤곽선 추적 기법을 적용하여 상완 동맥이 존재하는 사다리꼴 형태의 영역이고 그림 1(b)는 추출된 사다리꼴 형태의 영역 내의 객체를 추출한 결과이다.



(a) 추출된 사다리꼴 영역
(b) 추출된 사다리꼴 영역내의 객체
그림 1. 사다리꼴 영역내의 객체 추출 결과

추출된 사다리꼴 형태의 내부 영역에는 빨강색과 파랑색 및 그레이 컬러로 구성되어 있다. 빨강색과 파랑색 영역은 혈류의 방향과 속도의 정보를 나타내는 영역이다. 따라서 본 논문의 목적에 맞게 고혈압 혈류를 추출하기 위해서 빨강색과 파랑색 영역을 제외한 그레이 컬러는 잡음 영역으로 간주하여 제거한다.

III. 개선된 FCM 알고리즘을 이용한 고혈압 영역 추출

그림 1(b)와 같은 영상에서 잡음을 제거한 후, 혈류 영역을 양자화 하기 위해 FCM(Fuzzy C-Means) 기법 [3]을 적용한다. 일반적인 FCM 알고리즘은 클러스터 수를 정적으로 설정하기 때문에 다양한 영상을 적용할 경우에는 각 픽셀들이 정확히 양자화되지 않는 문제점이 있다[4]. 이러한 문제점을 개선하기 위해 본 논문에서는 추출된 사다리꼴 형태의 영역 내의 컬러 정보를 분석한 히스토그램을 이용하여 그림 2와 같이 봉우리 부분의 개수를 특징점의 개수로 정의한다.

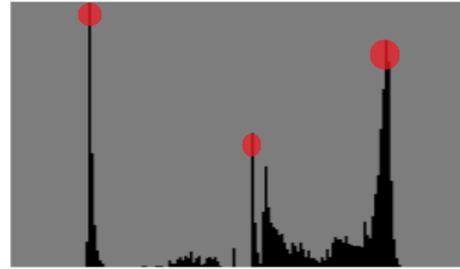


그림 2. 히스토그램 분석을 통한 봉우리 지점 개수 추출

정의된 특징점의 개수를 FCM 알고리즘의 초기 클러스터의 개수로 설정하여 추출된 사다리꼴 영역을 양자화 한 후, 빨강색으로 표기된 고혈압 영역을 추출한다.

V. 실험 및 결과 분석

본 논문에서 고혈압 영역 추출하기 위해 Intel(R) Core(TM) i5-7200U CPU @ 2.50GHz 2.71GHz 와 8GB RAM이 장착된 PC상에서 Visual Studio 2015 C#으로 구현하여 실험하였다.

본 논문에서 제안한 방법을 색조 도플러 초음파 영상에 적용하여 고혈압 영역의 추출에 성공한 결과는 그림 3과 같다.

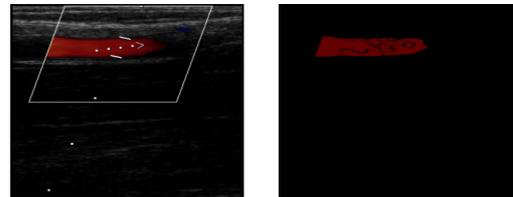


그림 3. 상완동맥 영역 추출 성공 결과

그림 3에서 알 수 있듯이 개선된 FCM(Fuzzy C-Means) 기법을 색조 도플러 초음파 영상에 적용하여 상완동맥을 검출한 결과, 표 1과 같이 20개 중에서 18개의 상완 동맥의 고혈압 영역이 추출되었다.

표 1. 상완동맥 영역 추출 결과

실험 영상 수	추출한 개수	실패한 개수
20	18	2

IV. 결 론

본 논문에서는 색조 도플러 영상에서 환자 정보 영역을 제거한 후에 ROI 영역을 추출하였다. 추출된 ROI 영상에서 최대 명암도를 임계값으로 설정하여 이진화하고 이진화된 ROI 영역에서 4방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 상완동맥이 존재하는 사다리꼴 형태의 영역을 추출하였다. 일반적으로 FCM 알고리즘은 클러스터 수를 정적으로 설정하기 때문에 다양한 영상에서 적용할 경우에는 양자화하는 과정에서 픽셀들이 부정확하게 양자화되는 문제점이 발생한다. 따라서 본 논문에서는 추출된 상완동맥이 존재하는 사다리꼴 형태의 영역의 히스토그램 분석을 기반으로 특징점 개수를 계산하였다. 계산된 특징점 개수를 개선된 FCM에 적용시켜 상완동맥이 존재하는 사다리꼴 형태의 영역을 양자화 하였다. 고혈압 혈류 영역은 빨강색으로 나타나기 때문에 양자화된 상완동맥이 존재하는 사다리꼴 형태의 영역에서 빨강색으로 군집화된 영역만을 추출하였다. 제안된 방법의 고혈압 영역의 추출 및 추출의 정확성을 분석하기 위해 다양한 형태를 가지는 20개의 색조 도플러 초음파 영상을 대상으로 실험한 결과, 20개 중에서 18개가 정확히 추출되었다.

따라서 향후 연구 방향은 도플러 영상에서 부정확하게 추출된 2개의 경우에 대해서도 고혈압 영역이 모두 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.

참고문헌

- [1] 윤지환, 고선우, 이근호, “ROI(Region of Interest) 기반의 차등적 이미지 압축에 관한 연구,” 한국정보통신학회논문지, 제18권, 제3호, pp.679-686, 2014.
- [2] 김광백, “윤곽선 추적과 개선된 ART1 기반 자가 생성 지도 학습 알고리즘을 이용한 운송 컨테이너 영상의 식별자 인식,” 한국지능정보시스템 학회 논문지, 제9권, 제3호, 2003년 12월(pp.65~79)
- [3] 김민석, 최명준, 김백천, 김광백, “FCM 알고리즘을 이용한 애견 영상에서의 백내장 추출 및 분석,” 한국정보통신학회 종합춘계 학술대회 논문집, 제20권, 제1호, pp.84, 2016.
- [4] 허경용, 서진석, 이임진, “Fuzzy C_Mean의 문제점 및 해결 방안,” 한국컴퓨터정보학회 논문지, 제16권, 제1호, pp.39-46, 2011.