

맥동 영상 분석에 의한 맥진기 설계

Pulsimeter Design by analyzing a moving pulse image

이 우 범, 최 창 열, 홍 유 식, 이 상 석*, 남 동 현**
 상지대학교 컴퓨터정보공학부,
 상지대학교 한방의료공학과*, 상지대학교 한의학과**

Lee woo-beom, Choi chang-yur, Hong you-sik,
 Lee sang-suk*, Nam dong-hyun**
 Sch. of Computer Information Eng., Dept. of
 Oriental Biomedical Eng.,*, Oriental Medical
 College**, Sangji University.

요약

심혈관계 질환의 발병 위험요인 분석이 가능한 맥진기는 한방 의료기기에서 대표적인 연구 분야 가운데 하나이다. 그러나 기존의 대부분의 센서 기반의 맥진기는 측정시의 맥박 박동처와 센서부의 접촉상태에 따른 편위, 검출된 파형의 부정확성 및 파형분석의 어려움 등에 있어서 문제점이 발생한다. 따라서 본 논문에서는 맥동에 의해서 유발되는 모세관 시험액의 상태 변화를 촬영한 맥동 영상을 분석하여 환자의 맥파의 측정이 가능한 맥진기를 제안한다. 제안한 맥진기의 성능 평가를 위해서는 추출된 맥파로부터 맥파 분석에 필수적인 5가지 특징점에 대한 추출률을 측정한 결과 성공적인 결과를 보였다.

I. 서론

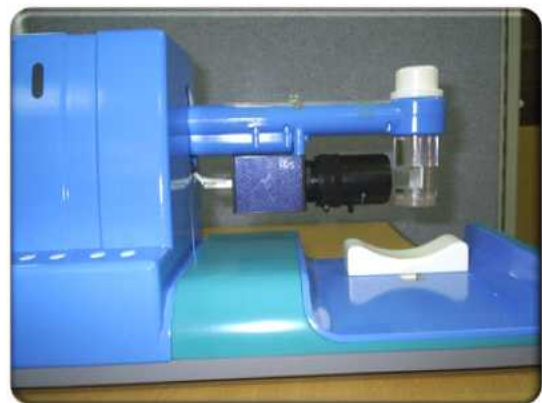
인류는 고대로부터 인체의 주요 동맥 박동처에서 맥박을 측지하여 건강상태를 평가하고 질병을 진단하여 왔다. 특히, 맥파 파형이 노화에 따라 특징적인 변화를 나타내며, 이러한 변화가 대동맥을 포함하는 큰 동맥의 경화성 변화에서 기인한다는 사실이 밝혀지면서[1, 2, 3] 현재 맥파는 심혈관계 질환의 발병 위험요인 분석에 널리 활용되고 있다.

그러나 한의사에 의한 고전적 임상적 맥진은 촉각으로 환자의 질병을 판단하기 때문에 고도의 전문적, 주관적 경험과 실상파악으로 전신 십이경락의 부조, 오장육부의 상태와 그 증후의 음양허실, 표리한열 등을 판단하고 있으며 근원적인 심의 허, 실까지의 진단을 필요로 한다. 또한 기존의 압전소자를 사용한 맥진기는 센서 집적도, 측정시간, 동잡음의 민감성, 측정자의 통증 유발에 의한 문제점을 유발한다. 그리고 촬상소자를 이용한 맥진 센서의 경우에는 최적 맥진 부위를 찾기 위한 조작 없이 대면적의 고해상도 3차원 맥진 특성의 측정은 용이하지만 동잡음에 의해서 분석 대상의 영상 프레임을 선별하는 과정이 필요하며, 3차원 영상의 복잡한 분석 과정을 요구한다.

따라서 본 논문에서는 기존의 문제점을 해결하기 위하여 맥동영상을 이용하여 맥동에 따른 모세관 시험액의 상태를 촬상 및 분석하여, 개인의 주관적, 경험적 판단에 따른 맥진을 보다 객관적이고 정확한 맥진 정보와 표준화된 맥진 측정 정보의 제공이 가능한 맥진기를 제안한다.

II. 맥동 영상 맥진기 구조

본 논문에서 제작한 맥진기는 손목 안쪽의 요골 동맥을 측지하기 위하여 맥동 측정 부위에 인접한 모세관의 시험에 상태 변화를 촬영하는 맥동측정부와 맥동에 따른 시험액의 상태 변화를 촬영한 영상으로부터 맥동의 변위를 분석하는 맥동영상 분석 소프트웨어로 구성된다.



▶▶그림 1. 개발한 맥동 영상 분석 기반의 맥진기

그림 1은 우리의 연구에서 개발된 맥동 영상 분석에 이용한 맥진기이다. 피측정자가 맥진기의 손목지지부에 손목을 안착하면 맥동측정부의 높이를 맥동측정 부위가 정확히 위치할 수 있도록 조절한다. 피측정자의 맥동에 의해서 연결된 모세관으로 맥동 압력이 전해지면 모세관 수용액의 변화가 발생하고 이 상태의 변화를 영상으로

촬영한다. 이때, 모세관은 기준선 및 시험액의 관내 상승 정도를 파악할 수 있는 계측선이 포함되며, 내부 시험액은 시험액 모세관의 외형과 구별이 가능한 색상인 빨간색 액체를 이용한다. 그리고 모세관 하부는 맥동 측정 부위에 접촉되어 맥동에 따른 압력을 전달하기 위해서 하부를 밀봉되어 있다.

모세관 맥동을 촬영하기 위해서는 CCD(Charge Coupled Device) 또는 밀착형 이미지 센서(CIS : Contact Image Sensor)의 촬상소자로 구성된 소형 카메라를 사용하며, 주변 광도에 따른 촬영 영상의 훼손 방지를 위해서 카메라 양측에 LED 광원을 설치하여 주변 광도를 조절한다.

Ⅲ. 맥동 영상 분석

피측정자의 맥동에 의해서 발생하는 모세관 속의 시험액 변위 영상은 맥동 분석을 위해서 연결된 컴퓨터에 전송되어 소프트웨어적으로 분석된다.

전송된 모세관 영상의 분석은 시약 영역 추출, 이진화, 잡음제거, 시약 변위 측정의 단계로 구성된다. 시약 영역을 관심 영역으로 분리하는 이유는 실제 맥파 분석에 사용되는 부분은 시약의 변위에 따라 결과 값이 영향을 받기 때문에 그 이외의 영상 영역은 무의미한 영역으로 제거함으로써 영상 분석의 처리속도를 증가와 맥파 측정의 정확도를 높이는 데에 효과적이다. 이 작업은 모세관의 시약 영역의 추출은 모세관 영상의 촬영이 정형화된 조건으로 획득 가능하기 때문에 간단한 영상의 클리핑 작업으로 수행된다.

그 다음으로 획득된 시약 변위 영역은 모세관에 주입된 시약의 색상에 의해서 이진화된다. 그러나 이 과정에서 모세관 자체의 반사광이나 모세관 내부 시약의 점성에 의한 유착된 시약에 의해서 영상 잡음이 발생한다. 따라서 본 논문에서는 이러한 영상 잡음의 해결을 위해서 수리형태론에 근거한 수정된 열림(opening) 연산을 모세관 영역에 적용하여 완전한 시약영역을 획득한다.

끝으로 잡음이 제거된 시약 영역은 영상 이전 프레임과의 영상차 연산에 의해서 변화된 부분만을 획득할 수 있다. 획득된 영역은 정형화된 사각형 영역이기 때문에 화소 기반의 면적 계산에 의해서 변화된 수치의 계산이 가능하고 이 값은 획득 가능한 영상의 프레임 비율만큼 표시되어 컴퓨터 화면에 연속적으로 표시된다.

Ⅳ. 실험

본 논문에서 제작한 맥동 영상 기반 맥진기의 성능 평가를 위해서 윈도우 환경에서 Intel社의 컴퓨터비전 라이브러리인 Opencv 1.0[4]과 마이크로소프트社의 MFC 라이브러리를 기반으로 C++ 언어를 이용하여 맥파 출력 프로그램을 구현하였다. 이때 모세관 시약으로는 일반적 인 적색물감을 사용하였으며, 시약의 변화를 촬영하는 센서로는 초당 30 프레임의 성능을 가진 웹캠을 사용하

였다.

측정된 맥파의 유효성 검사를 위해서 20대 초반에서 30대 초반까지의 성인을 대상으로 일반적 맥파의 특징점인 좌심실의 수축시작(S), 수축의 최대지점(P), 심실 수축의 감소와 혈액 유출 감소 후 대동맥 벽의 팽창(T), 혈액 유출의 감소(C), 변막과 심근의 탄력파(D)의 5가지 특징점 각각에 대한 추출률을 분석하였다.

실험 결과 T와 C를 제외한 S, P, D의 특징점은 97% 이상의 추출률을 보였으며, 상대적으로 낮은 추출률을 보인 T와 C 특징점은 일반적으로 말초 혈액 순환을 평가하기 위해서 최적의 지표로 많이 사용되는 이차미분맥파(SDPTG; Second Derivation Photoplethymogram) 분석을 통해서 잘 나타날 수 있다. 따라서 본 논문에서 제작한 맥동 영상 분석 기반의 맥진기에 의해서 측정된 맥파는 실제 맥진을 위해서 유효한 데이터라고 할 수 있다.

Ⅴ. 결론

본 논문에서는 기존의 맥진기의 한계점을 해결할 수 있는 맥동 영상 분석 기반의 맥진기를 제작하고 소프트웨어적으로 측정된 맥파의 유효성을 검사하였다. 제작된 맥진기는 모세관 시약의 점성과 변위 측정을 위한 촬상소자의 성능의 문제점은 있지만, 한방의 맥진을 위한 5가지 특징점을 성공적으로 추출함으로써 맥진기로서의 큰 유효성을 지닌다.

■ 감사의 글 ■

본 연구는 2010년도 보건복지가족부 한의학선도기술개발사업의 한방의료기기개발과제(과제번호 : B100030)에 의하여 이루어진 것입니다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] Chowiencyk PJ, Kelly RP, MacCallum H, etc., "Photoplethysmographic assessment of pulse wave reflection: blunted response to endothelium-dependent beta2-adrenergic vasodilation in type II diabetes mellitus", J Am Coll Cardiol. Vol. 34, pp. 2007-2014, 1999.
- [2] Millasseau SC, Ritter JM, Takazawa K, Chowiencyk PJ. Contour analysis of the photoplethysmographic pulse measured at the finger. J Hypertens. Vol. 24, pp. 1449-1456, 2006.
- [3] Rafael G. Gonzalez, Digital Image Processing, 3/e Prentice Hall, 2007.
- [4] Intel. Open source computer vision library: Reference manual. 2001.