

USB Driver 전송시스템 기반의 맥파 측정 시스템에 관한 연구

김은근, 박미경, 한승신, 허영
한국전기연구원

A Study on Pulse Wave Measurement System Based on USB Driver Transmission System

E. G. Kim, M. K. Park, S. S. Han, Y. Huh
Korea Electrotechnology Research Institute

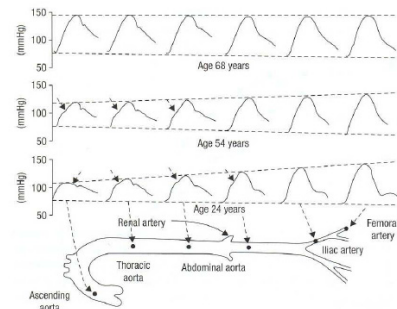
Abstract - The period and strength of the pulse on the radial artery are important physiological factors, and they have been used to diagnosis in both Western and Eastern countries for a long time and has been developed as a unique method of diagnosis at each countries. Recently, there are a lot of systems which can give diagnosis information by recording the pulse wave and analyzing the characteristics of the pulse shape.

This study describes the Pulse-Wave Measurement System which is able to measure the pulse wave signal using piezoresistive sensor and the pulse wave signal measured by the developed system is transmitted to a computer on the basis of the USB Driver. It has finally shown the the pulse wave signal measured by the sender is appeared to the host PC in real time.

The Pulse-Wave Measurement System used the piezoresistive sensor to measure the pulse wave signal and the differential amplifier(AD620) to amplify the pulse wave signal which is small signal. And it used the ADC to convert analog to digital for the measured analog signal and the interface with a computer. It transmitted the measured pulse signal through USB transmission module to the host computer and Labview tool shows it. This Pulse-Wave measurement system will afford convenience of detecting pulse wave to user related to oriental medicine.

속도는 더 빨라진다[3,4]. 용적 박동은 혈관이 압력의 변화에 의해 용적의 변화를 일으키기 때문에 발생하며 박동 형상은 압력 박동과 거의 일치한다.

맥파의 가장 기본적인 생리적 특징 중의 하나가 동맥 가지에 따라 심장에서 멀어질수록 진폭은 일반적으로 증가하고 맥파의 모양 또한 변한다는 것이다. 예를 들어 말초 동맥 맥파는 대동맥 압력과보다 수축기 최고점이 더 좁고 가파른 특징을 갖는다. 대동맥과 말초 동맥간에 맥파 압력 증폭은 심박수에 따라 큰 차이를 나타내며, 운동이나 다른 원인에 의해 심박수가 증가한 경우 말초 동맥의 맥파 압력은 대동맥보다 대략 3배 정도 더 높은 것으로 보고되고 있다[5,6]. <그림 1>은 동맥의 여러 부위와 나이에 따른 맥파의 모양의 변화를 나타낸 것이다.



<그림 1> 나이와 동맥 위치에 따른 맥파의 변화

1. 서 론

인체에서 감지되는 맥파의 주기와 강약은 중요한 생리학적 현상으로 이를 이용한 진단법은 동서양을 불문하고 역사가 깊으며 각각 고유의 진단법으로 발전해왔다. 최근 청각이나 촉진에 의존하던 과거의 맥 진단법에서 탈피하여 맥파의 변화를 시각화 할 수 있게 됨에 따라 맥파라는 과학으로 기록하고 그 형태의 특징들을 분석함으로써 여러 진단 정보를 얻을 수 있게 되었다[1].

그러나 기존에 개발된 맥파 측정 장비들은 일상생활에서 사용하기에 크고 구축적이며 데이터를 획득하는 데에 있어서 불편하다는 단점이 있다. 그러므로 사용자에게 편의성을 제공하고 휴대하기에 간편한 시스템이 요구되고 있는 실정이다.

따라서, 본 논문에서는 맥파 신호를 실시간으로 측정할 수 있는 이동이 용이한 맥파 측정 시스템을 개발하고, 개발한 시스템을 통해 측정된 맥파 신호를 USB 통신을 이용한 데이터 전송을 한 후, 호스트 PC에서 실시간 디스플레이에 관한 구현을 하여 임상의학자들에게 환자 진단에 있어서 편의성을 제공할수 있는 시스템을 설계하고자 한다.

2. 본 론

2.1 이론적 배경

2.1.1 맥파

일반적으로 심장 수축 시마다 혈액이 박출하여 동맥을 따라 이동하면서 나타나는 혈류박동과 압력 박동, 용적박동이 나타나는데, 심장 박동에 따른 흉벽 및 대혈관의 박동을 과학화한 압력 박동이 맥파의 의미를 갖는다[2].

혈류박동은 수축기에서 삼각형 모양을 갖고 이완기에서는 흐름이 없으며 말초로 갈수록 말초 동맥 전체 단면적의 증가와 동맥의 완충효과에 의해 약화된다. 흔히 맥파라 일컫는 압력 박동은 말초로 갈수록 커지는데 말초에서는 평균 압력의 40~80% 정도의 변화가 일어나며, 압력 박동의 전달 속도는 혈류속도와는 무관하며 이보다 훨씬 빠르다. 젊은 성인에게 있어서 대동맥의 맥파 전달 속도는 4m/s, 큰동맥에서는 8m/s, 소동맥에서는 16m/s 정도이며, 나이가 들어 동맥이 더욱 경직되면 맥파의

2.1.2 맥파 측정 방식

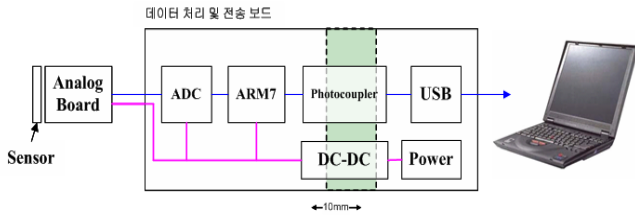
맥파 측정방식은 크게 침습형과 비침습형이 있는데, 침습형은 바늘형태로 되어 있어서 센서를 혈관에 삽입하여 혈관의 혈류의 양과 혈관 내압의 변화를 검출하는 방식이고, 비침습형은 센서를 표피위에 부착하여 혈관의 수축작용에 따른 변위를 검출하는 방식이다. 침습형은 센서의 효율이 좋은 장점이 있지만 환자에게 고통을 준다는 단점이 있다. 반면에 비침습형은 변환효율은 조금 떨어지지만 환자에게 고통을 주지 않고 편안한 상태에서 맥파를 검출할 수 있다는 장점이 있다. 맥파 검출은 환자의 심리상태가 안정되고 편안한 상태에서 행해야 정확한 맥파가 검출되므로 비 침습적인 맥파 측정 방식이 더 널리 쓰이고 있다.

비 침습형은 생체와의 결합방식에 따라 기계적인 방식과 광학적인 방식으로 나뉘어지는데, 기계적인 방식은 맥파 검출시 환자의 움직임에 영향을 받기가 쉽지만 변환원리가 전통적인 맥진의 원리와 일치한다는 것이다. 반면에 광학적인 방법은 환자의 움직임에 대한 영향을 줄일 수는 있지만 변환원리가 전통적인 맥진원리와 일치하지 않는다는 것이다. 또한 센서는 검출한 맥파의 종류에 따라 미분과형과 비미분형으로 나뉘어지는데, 미분형 센서는 동맥의 압력변화에 따른 맥동의 물리적인 변위를 전기적인 신호로 변환하여 미분을 한 미분맥파를 검출하고, 비 미분형 센서는 변환된 신호를 미분하지 않은 압력 맥파를 검출한다[7].

본 연구에서 설계하려는 맥파 측정 방식은 비 침습적이고, 미분하지 않은 압력 맥파를 검출하는 센서를 이용한다.

2.2 시스템 구성

압력 센서를 이용하여 인체의 요골 동맥상에서의 맥파를 측정하기 위한 맥파 측정 시스템의 전체 구성도는 <그림 1>과 같다. 시스템의 구성은 맥파 측정부와 데이터 처리 및 USB Driver를 이용하여 호스트 PC와 통신하기 위한 전송부, 실시간으로 맥파를 모니터링 할 수 있는 PC 기반의 모니터 프로그램으로 구성되어있다.



〈그림 2〉 맥파 측정 시스템 구성도

2.2.1 맥파 측정부

압력센서는 총 3개의 센서 어레이 형태로 구성되어 있는데 센서로부터 들어오는 세 개의 신호 중에서 가장 유의성 있는 신호를 검출하여 증폭부로 전달된다.

압력센서에서 나오는 신호는 수 mV의 미약한 전압으로 수신되므로 이 신호에서 유의한 정보를 얻어내기 어렵다. 따라서 맥파 측정부에서는 신호를 아날로그-디지털 변환 시켜주기 적절한 전압으로 증폭시키고, 신호에 섞인 노이즈를 제거하기 위한 필터링의 역할을 담당한다. 본 시스템에서는 CMRR이 높은 차동증폭기를 사용하여 센서에서 나오는 신호를 10배 증폭하였고 60Hz의 차단주파수를 가지는 40dB의 저역 통과 필터를 설계하여 고주파 노이즈를 제거하였다.

2.2.2 데이터 처리 및 전송부

데이터 처리 및 전송 하드웨어

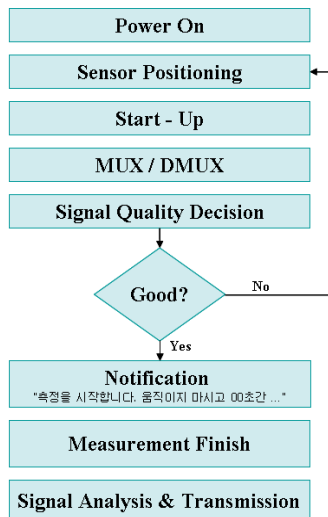
본 시스템의 데이터 처리 및 전송 보드는 전체 시스템에 전원을 공급하는 전원부, 데이터 처리를 위한 ADC와 ARM7(AT91SAM7X256), 데이터 전송을 위한 USB 인터페이스부로 되어있다.

시스템에 공급되는 전원은 12V Adaptor로, DC-DC 컨버터를 이용하여 ±5V로 감압한다. 그리고 ARM7을 구동시키기 위하여 레귤레이터를 사용하여 5V 입력을 3.3V로 출력한다.

맥파 측정부에서 증폭된 아날로그 신호는 ADC에 의해 디지털 값으로 변환되고, ARM7 Core에서는 맥파 측정 코드 및 주변 장치들을 제어하고 데이터를 처리하여 호스트 PC와의 USB 통신의 기능을 수행한다.

펌웨어 구성

시스템 펌웨어의 순서도를 <그림 2>에 나타내었다.

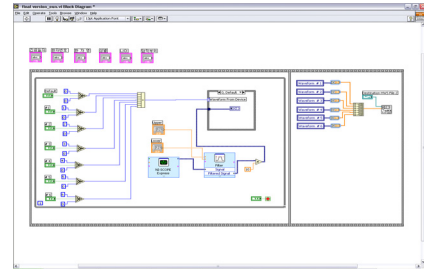


〈그림 3〉 펌웨어 순서도

시작에서 Power on 후 센서를 요골동맥에 위치시키고 시작 스위치를 누르면 각각의 모듈을 초기화하고 저장영역의 메모리를 준비한다. 시스템 펌웨어는 센서에서 측정되는 신호의 유의성을 파악하여 Mux와 DMux를 제어하고 처리한 후 USB Driver로 데이터를 전송하는 기능을 수행한다.

2.2.4 모니터 프로그램의 구성

USB Driver로부터 PC로 전송된 맥파 데이터는 실시간으로 모니터링이 가능하며 Labview 8.2(National Instrument) Tool로 구현하였다. <그림 4>는 Labview로 구성된 데이터 처리 프로그램이며 이를 통해서 맥파 데이터를 관찰할 수 있고 특정 파라미터들을 추출할 수 있으며 주파수 분석이 가능하다.



〈그림 4〉 Labview 모니터프로그램

3. 결 론

본 연구를 통하여 USB Driver 기반 전송 방식의 맥파 측정 시스템을 개발하였다. 본 시스템은 휴대성, 소형화에 적합하도록 설계되었고 USB 인터페이스를 이용하여 실시간으로 맥파를 모니터링 하기 때문에 사용자에게 편의성을 제공할 수 있었다. 향후 계획으로는 다수의 맥파 데이터를 수집하고 피검자의 신체 상태에 따른 맥파의 변화를 측정하고 분석하여 개발된 시스템의 신뢰성을 확보해야 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 박승환, "자동 맥진기에 관한 연구", 원광생명공학회지, Vol.2, p27-40, 1995
- [2] WW. Nichlos, "Clinical measurement of arterial stiffness obtained from noninvasive pressure waveforms", American Journal of Hypertension, Vol.18, pp.3S-10S, 2005
- [3] K. Groebe, "Precapillary Servo Control of Blood Pressure and Postcapillary Adjustment of Flow to Tissue Metabolic Status: A New Paradigm for Local Perfusion Regulation", Circulation, Vol.94, pp.1876-1885, 1996.
- [4] RG. Asmar, A. Benetos, KC. Teyara, CMR. London and ME. Safar, "Comparison of effects of felodipine versus hydrochlorothiazide on arterial diameter and pulse-wave velocity in essential hypertension", The American Journal of Cardiology, Vol.72, pp.794-798, 1993.
- [5] P. Boutouyrie, C. Bussy, P. Lacolley, X. Girerd, B. Laloux and S. Laurent, "Association between local pulse pressure, mean blood pressure, and large-artery remodeling", Circulation, Vol.100, pp.1387-1393, 1999
- [6] MF. O'Rourke, A. Pauca and XJ. Jiang, "Pulse wave analysis", British Journal of Clinical Pharmacology, Vol.51, pp.507-522, 2001
- [7] 이호재, "실용적인 맥파변환기 개발", 가톨릭상지전문대학논문집, Vol.27, p359-371, 1997