1991年度 大韓醫用生體工學 秋季 學術大會 論文集 91/11

韓方用 맥파 검출시스템

이호재, 김진우, 김홍오, 박영배, 허 웅

명지대학교 전자공학과, 경희대학교 한의학과

Radial Pulse Wave Detection system for the Korean Medicine

H.J.LEE, J.W.KIM, H.O.KIM, Y.B.PARK, W.HUH

Dept. of Electronic Eng., Myong Ji Univ.

* Dept. of Oriental Medicine, Kyunghee Univ.

ABSTRACT

This paper describes a design of transducer for non-invasively detecting pressure radial pulse wave in aterial system and a recording system that for the studing the aterial pulse diagnosis of korean traditional medicine. The mechanism of transducer is composed of sensing mechanism, pressure sensor, conditioning amplifier. The variation of radial pulse pressure in the sensing mechanism is converted to the electric signal by piezo-resistive pressure sensor and it converted to the digital signal after preprocessing via A/D converter. The converted signals inputed to the computer as data files and then it display to the monitor for waveform watching and this datas can be used as the aterial pulse diagnosis data.

This system effectively detect non-differential radial pulse wave and we conside that if analizing the recorded radial pulse wave, compared each other, it can be helpful in quantify radial pulse wave diagonosis of the Korean traditional medicine.

1. 서 론

맥파측정은 1860년 프랑스인 E.J.Marey가 맥파묘사기로 요골동맥파을 최초로 측정하였고, 1967년에 용적맥파계가 吉村正治에 의해 등장하였다.

한의학에서의 맥파는 요골동맥상의 촌, 관, 척 3부에서의 맥동을 손가락에 의해 촉진할때 부맥, 심맥, 활맥, 삭맥, 대맥, 소맥이라는 맥상을 실제로 눈으로 볼 수 있도록 맥파를 추출하기 위하여 여러가지 방법이 제안되었으나 대부분 미분파를 추출하여 왔고, 특히 우리나라에서는 이[1] 미분맥파기를 제작하여 한방병원에서 임상에 사용하고 있고, 권[2][3][4]등에 의해 광파이버변환기를 이용한 비미분형 맥파검출에 대해서 발표한바 있다.

맥파를 기록하기 위해서는 먼저 맥파의 종류와 기록부위의 동맥에 적합한 변환원리를 이용하여 변환기를 고안하고 변환기에 알맞은 증폭기를 갖추어야 한다. 본 논문에서는 고정밀도의 압력계측이 가능한 반도체압력센서[5][6]를 사용하여 맥의 진동에 의한 압변화를 전기적인 신호로 변환하고, 미소한 맥신호를 증폭기를 사용하여 증폭한 후 저역통과필터를 거친다음 맥파신호는 A/D변환기로 맥의 압력변화에 따른 전압변동치를 디지탈 신호로 변환한후 컴퓨터로 입력하게 된다. 입력된 맥파신호는 환자의 병을 진단하는 맥진자료로 사용되고, 또한 이것을 화일로 저장하여 차후에 환자를 치료하는 과정에서 자료로 사용할 수 있다.

지금까지 맥진은 개인의 주관적인 감각으로 행하여 손가락에 전달되는 여러가지 맥상을 주관적인 판단을 통해서 병의 증상을 진단해 온 것이 통례이다. 이렇게 하면 맥진자의 기분이나 주위 환경조건에 따라 손가락에 느껴지는 맥상은 달라질 수 있으므로 객관성이 결여되고 오진할 수 있다. 따라서 맥진을 통한 병의 진단을 맥진시스템을 통하여 얻은 객관적인 자료를 근거로 해서 환자로 부터 측정한 맥상을 분석함으로서 정확한 맥진을 행할 수 있을 것으로 사료 된다.

2. 시스템구성

시스템구성은 변환기, 필터부, A/D변환부와 컴퓨터로 구성된다.[7][8][9]변환기는 요골동맥의 미소한 맥동변위를 피부를 통하여 감지하는 감지부와 압력센서, 그리고 검출된 미소한 맥신호를 증폭하는 증폭부로 구성되고, 변환기에서 1차 증폭된 맥신호는 증폭기(2)에서 A/D변환기를 통해서 컴퓨터로 입력가능한 레벨만큼 증폭을 시킨다. 필터부에서는 증폭된 신호를 A/D변환기에 입력하기 전에 혼입된 잡음을 제거하고 순수한 맥신호만 검출하게 된다.

A/D변환부는 필터링한 순수한 아날로그 맥신호를 디지탈 신호로 변환하게 되는데, 변환된 디지탈 맥신호는 컴퓨터에 입력하여 화일로 저장하거나, 화면에 표시할 수 있고, 또한 맥진자의 건강상태를 진단하는 맥진자료로 사용하게 된다.

그림1은 본 연구에서 설계한 맥진시스템의 전체시스템 구성도이다.

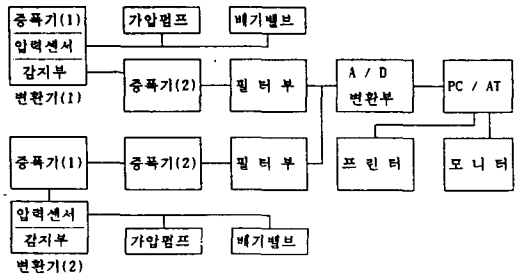

그림 1. 맥진시스템의 구성도
Fig 1. Block Diagram of Radial Pulse Wave Measurement System

가. 변환기

맥압의 변화를 전기적인 신호로 변환하는 변환기의서의 구성은 측정하기 원하는 맥파의 종류와 기록부위의 동맥의 종류에 따라서 여러가지로 분류된다. 본 연구에서는 인체중에서 손목부위의 촌구맥과 목부위의 인영맥을 무침습적으로 표피에서 직접 측정하기 위하여 그림2와 같이 변환기를 설계하였다. 일반적으로, 커프와 같은 장치로는 순수하게 압맥파만 측정하기 불가능하므로, 본 연구에서 고안한 측정장치는 커프를 사용하지 않고 피부의 표면에서 직접 맥파를 추출할 수 있도록 변환기를 설계하였다.[10][11]

또한 변환기를 고정장치에 장착하여 측정시 동맥관의 맥진동외 맥진자의 움직임이나 다른 어떤 요인으로 인한 측정계의 간섭을 방지 하였다.

맥압의 변화에 따라 압력센서에 전달되는 압의 양은 피부에 닿는 진동막의 두께와 탄성계수, 변환기내부에 가한 압의 세기, 그리고 압력센서의 감도에 따라서 달라질 수 있다.

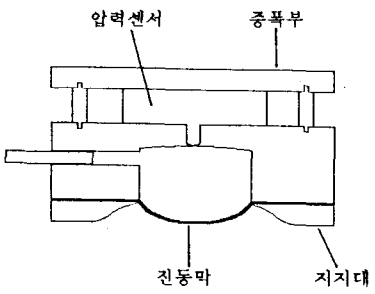

그림 2. 맥파검출을 위한 변환기 단면도
Fig 2. Cross Sectional diagram of the Transducer for Radial Pulse Wave Detection

일반적으로, 사람의 맥파는 사람마다 모두 다르고 그 모양도 가지각색이다. 또한, 맥진을 통하여 병을 진단하기 위해서는 맥상의 미소한 부분까지 측정할 수 있어야 한다. 그러기 위해서는 피부를 통해서 요골동맥에 접촉되는 진동막은 얇고 탄성율이 좋은 것을 사용하여야 한다. 그리고, 측정시 변환기 내부에 가하는 압의 세기는 피부를 통해서 진동막에 전달되는 맥압의 크기와 같을 경우에 가장 민감한 반응을 보인다. 그림 2는 설계된 변환기의 단면도이다.

나. 압력센서

본 논문에서 사용한 반도체압력센서는 소형, 경량으로 저압용의 압력계측이 가능한 FPM-15PA를 사용하였다. 반도체 압력센서는 실리콘의 피에조 저항효과를 이용하여 만들어진 것으로, 그 구조는 실리콘 칩상에 확산저항을 만들고 다이어프램을 형성함으로서 압력감도가 높다. 또한, 이들 확산저항으로 휘스톤브릿지 회로를 구성하여 미소의 압변화를 전기신호로 변환시킨다. 여기서 사용한 압력센서 FPM-15PA는 게이지 압력형이며 대기압이 기준압이 된다. 출력은 대기압에서 0[mV]이고, 감도는 80~160 [μV/mmHg] 이다.

센서의 구동방법은 정전류구동과 정전압구동방식이 있는데, 정전압구동방식은 광범위한 온도에서 사용하는 경우 유리하지만 온도보상회로가 필요하다. 한편, 정전류구동방식은 센서제조공정에서 피에조저항계수의 온도계수와 확산저항의 온도계수가 균형이 이루워져 온도 특성이 매우 좋고, 온도보상회로가 필요하지 않으므로, 본 논문에서는 정전류구동방식을 채용하였다. 그림3은 FPM-15PAdml 출력특성과 구동조건을 보였다.

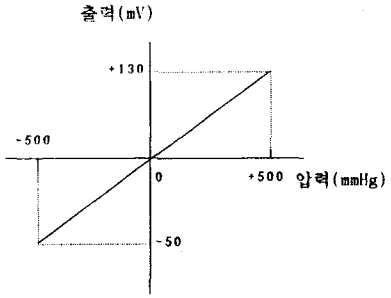

그림 3(a). 압력센서의 출력특성
Fig 3(a). Output character of Pressure Sensor

항 목	정 격	단 위
정격압력	-500 ~ +500	mmHg
압력의 종류	절 대 압	
압력매체	비부식성기체	
구동전류	1.5	mA

그림 3(b). 센서의 구동조건
Fig 3(b). Driving Condition of Sensor

다. 증폭부

맥동으로 생기는 압변화가 변환기내의 압력센서에 가해지면 압의 변화에 따라 센서의 출력전압은 미소하게 변한다. 이 신호를 충분히 증폭시켜서 A/D변환기의 변환레벨에 맞춘다. 본 연구에서는 압맥파를 측정하기 위해서 미분증폭기나 미분변환기를 사용하지 않고 압력센서에서 검출된 미소한 전기적인 신호를 입력임피던스가 큰 직류증폭기[12]로 증폭하였다. 증폭률은 외부에서 조정할 수 있도록 하였다.

라. 필터부

증폭기에서 증폭된 맥신호를 A/D변환하기 전에, 증폭부나 외부로 부터 혼입된 잡음을 필터를 사용해서 제거시킬 필요가 있다.[13]일반적으로, 사람의 맥박수는 분당 60-80회 진동하고 최고 120회까지 맥동하는 경우도 있다. 또한, 술을 마셨거나 운동직후는 맥박이 빨라지게 된다. 일반적으로, 맥파의 유효 주파수성분은 최고 100Hz 정도이므로 저역통과필터의 차단(Cut off)주파수를 100Hz로 하여 순수한 맥신호만 통과시켰다. 그리고, 60Hz의 AC잡음은 노치필터를 사용하여 제거시켰다.

마. A/D 변환부

A/D변환부는 입력된 아날로그 맥파신호를 디지탈신호로 변환하고, 변환된 신호는 IBM/PC에 입력된다. ADC는 12비트, 15채널로 구성되어 있고 변환된 신호는 프로그램상에서 샘플주파수와 ADC의 채널을 선택하여 입력된다. 샘플주파수는 10kHz까지 가능하다.

3. 소프터웨어의 구성

가) 채널선택기능

ADC의 15개 채널은 화면상의 메뉴에서 자유로이 선택이 가능하고, 동시에 2개의 채널이 윈도상에 표시가 가능하다. 따라서, 2개의 변환기를 통하여 동시에 두곳의 맥파를 윈도상에 표시 가능하다. 그림4은 맥파보기 프로그램의 구성도이다.

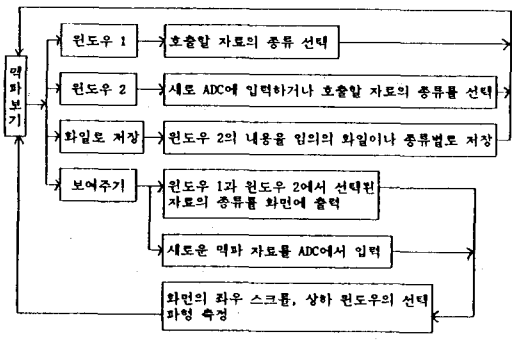

그림 4. 맥파보기 프로그램의 구성도
Fig 4. Block Diagram of Radial Pulse Wave Display Program

나) 샘플과 저장용량선택기능

ADC의 샘플주파수과 맥파저장데이타수를 화면상의 매뉴에서 자유로이 선택이 가능하다. 샘플주파수는 최대 10kHz이고, 저장용량은 64k바이트 까지 가능하다.

다) 화일관리기능

피검자로부터 검출한 맥파데이타는 화일로 저장하고, 이를 데이타베이스화 할 수 있다. 또한, 저장된 데이타를 다시 로드하여 화면상의 두개의 윈도상에 자유롭게 표시할 수 있다. 그림5는 화일관리 및 자료처리 프로그램의 구성도이다.

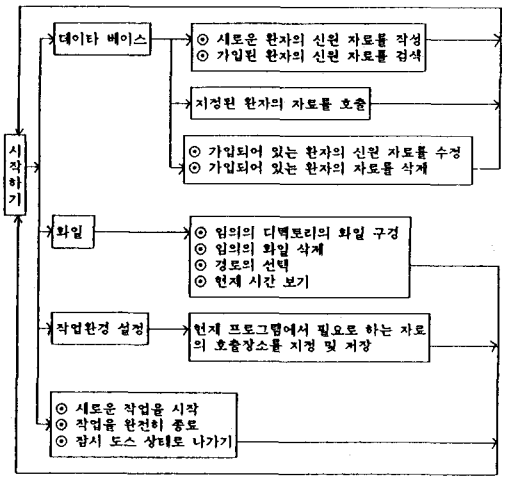

그림 5. 화일관리및 자료처리프로그램 구성도
Fig.5. Program Block Diagram of File Management and Data Processing

라) 맥파의 특징추출기능

압맥파는 시간변화에 따른 압크기의 변화로 나타내므로, 맥파의 특징은 크기와 폭이 중요한 요소이다. 따라서, 그림6과 같이 화면상의 수직선을 좌우로 이동시켜서 두개의 윈도상의 맥파를 비교할 수 있고, 원하는 데이타화일를 자유롭게 화면에 표시할 수 있다. 또한, 화면을 좌우로 스크롤시켜서 데이타버프에 저장된 맥파를 모두 볼 수 있으므로 맥진하는데 편리하다.

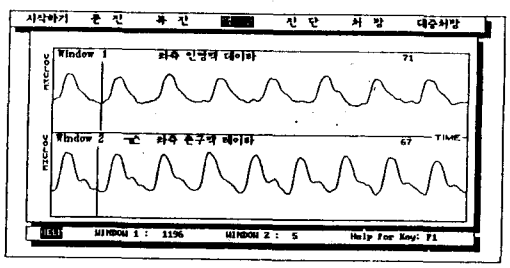

그림 6. 맥파의 특징추출
Fig 6. Characteristics detection of Radial Pulse Wave

4. 맥파의 검출

가. 맥파측정방법

압맥파를 무침습적으로 간단하게 측정하는 방법으로 촉맥파의 측정방법을 가장 많이 사용하는데, 본 연구에서는 요골동맥의 촌구맥과 초경동맥의 인영맥을 무침습적으로 측정하였다. 먼저, 측정부위에 변환기를 대고 가압펌프로 막내에 공기압을 가해서, 맥을 측정하기에 적정한 압력을 일정하게 유지 시켜 준다. 맥파를 측정할때 환자의 자세는 바르게 앉은자세로 하고, 측정하는 부위는 심장높위로 유지하고, 기록부위는 손목의 촌구와 목의 인영을 대상으로 해서 실온이 21-23° C에서 약20초 동안 측정하였다.

나. 맥파측정

맥파에는 압맥파, 용적맥파, 촉맥파, 미분파 등 여러종류가 있다. 압맥파란 혈관내압을 시간의 변화에 따른 크기의 변화를 기록한 것을 말하며, 용적맥파는 혈관의 용적이 시간의 변화에 따른 그 량의 변화를 기록한 것이다.

그리고, 촉맥파란 심장박동에 의한 대동맥 기시부에서 생긴 압변동이 동맥벽을 따라서 말초에 전달될때 동맥관 굵기의 변화및 내압의 변화와 함께 혈관 자체가 촉방향으로 위치변화가 일어킨다. 이때 적당한 변환기를 동맥관의 측면에 장착하여 동맥관이 내압에 의해 팽창, 또는 수축하는 것이 변환기를 통해서 전달되는 동시에 혈관 자체가 촉방향으로 이동하기 때문에 일반적으로 이것을 촉면파라 한다. 미분파는 미소한 시간의 변화에 따른 압력변화량의 비율을 표현한 것이 미분파형이다. 미분파형을 기록하면 압력변화의 과정을 상세히 관찰할 수 있다. 본 연구에서는 비미분파형인 촉맥파를 측정하고, 측정한 맥파는 컴퓨터의 화면에 표시하거나 직접 관찰할 수 있도록 하였다.

5. 실험결과

본 시스템을 이용하여 검출한 맥파를 화면상에 표시한 모양은 그림 7과 같다.

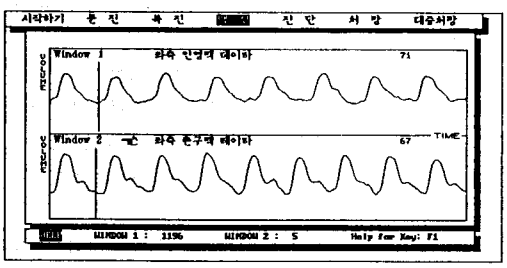

그림 7. 검출된 촌구와, 인영맥의 예
Fig 7. Measured Chon-gu, In-young Radial-Pulse Wave by the Developed System

6. 결론

본 연구에서는 비미분파인 압맥파를 검출하여 한방의 맥진을 연구하기 위하여 시스템을 구현하였다. 반도체압력센서를 이용하여 조합형변환기를 구성하여 피감자에게 고통을 주지않고 무침습적인 방법으로 맥파를 얻을 수 있었다. 또한 검출한 맥파를 맥진자료로 효과적으로 사용하기 위하여 화면상의 매뉴기능을 풀업, 풀다운방식으로 구성하여 만족한 결과를 얻었다.

차후의 연구에서 개선할 과제는 맥파의 파라미터해석을 실시간처리하는 소프트웨어 개발과 임상지원소프트웨어개발, 가압조정이 되는 변환기의 설계, 그리고, 맥파의 특징점추출방법의 개발등이다.

參考文獻

[1] 이봉교 編述, "한방진단학", 경희대학교 한의과대학 1895.

[2] 홍승홍, "맥파검출과 이의 유효성", 전자공학회지, 제15권, 제1호, 1978.3

[3] 박승환, 홍승홍 외, "광파이버 트랜스듀서에 의한 맥파의 무침습적검출 (II)", 전자공학회 추계학술대회 논문집, P.312~315,1989

[4] 권오상, 홍승홍 외, "광파이버 트랜스듀서를 위한 맥파용 디스플레이시스템의 구현", 전자공학회 하계학술대회 논문집, P.410~413, 1991

[5] 黃奎燮, "센서活用技術", 기전연구사

[6] 白水,"IC형 半導體壓力センサ, 電子材料,1 980年9月, P.91/97

[7] TOMPKINS,W.J.,WEBSTER,J.G., "Interface Sensors to the IBM PC", University of Wisconsin-Madison

[8] JACOB,G.M., "Industrial Control Electronics Application and Design", Purdue University

[9] TOMPKINS,W.J., WEBSTER,J.G., "Design of Microcomputer-Medical Instrumentation", Prentice Hall, 1981

[10] SHEINGOLD,D.H.(ed.).1980, "Transducer interfacing handbook", Norwood,MA:Analog Devices.

[11] HELMS,H.L., "Electronics Application Sourcebook", vol.1, vol.2, 1988

[12] Anolog Devices, "Linear Products Databook", 1990/1991

[13] PMI, "Analog Integrated Circuits", vol.10, DATA BOOK