

한방용 용적맥파 시스템

*김형태, *한순천, *최태종, *김정국, *허 응, **박영배
*명지대학교 대학원 전자공학과, **경희대학교 한의과대학
전화 031-336-6347 / 핸드폰 017-335-8195

Volume Pulse Wave Detection System for Oriental Medicine

*H. T. Kim, *S. C. Han, *T. J. Choi, *J. K. Kim, *W. Huh, **Y. B. Park
*Department of Electronic Eng. Myongji Univ.
**School of Oriental Medicine. Kyung Hee Univ.
E-mail : bis8@mju.ac.kr

Abstract

In this paper, we devised volume pulse detection system which can quantitatively represent a artery elasticity for oriental clinic.

Volume pulse wave detector system consist of transducer which has IRLED-photodiode detector, temperature sensor and filter and preprocessing circuits, data conversion and serial communication parts, and computer system.

The high-pass filter are detect volume pulse wave and lowpass filter detect tissue thickness. The detected volume pulse wave are normalized by tissue thickness value with a division process.

As the result of experiment, we can detect normalized volume pulse wave with effectively.

I. 서론

용적맥파는 압맥파와 달리 동맥벽의 용적변화에 의하여 발생하는 맥신호로서 동맥의 생리적 상태를 반영하는 것으로 알려져 한의학계에서 이를 이용하여 동맥 경화의 진전사항을 예측하고자 하는 노력이 기울여져 오고 있다. 그러나 동맥벽의 용적변화는 용적 1cm^3 당 $1/250\text{cm}^3$ 정도에 지나지 않아 매우 미소하며 이 값을 절대적인 방법으로 계측하기는 매우 어려우므로 상대계 측법을 사용하여 검출하고 있다.

일반적으로 용적맥파를 검출하는 곳은 指尖이며 맥파를 검출하는 방법은 혈액과 상관성이 좋은 파장의 광을 지점에 조사하여 투과 또는 반사되는 량을 검출하여 이를 시간에 대하여 그래프로 묘사하여 얻어진다. 용적의 변화를 비교적 정확하게 측정하기 위해서는 투과식을 사용하며 변화형상만 필요한 경우는 반사법도 사용하고 있다.

투과식에서는 검출된 신호가 변동성분과 비변동성분으로 구성되며 변동성분은 교류형이며 이는 심장의 박동에 의하여 발생하는 압력과 동맥계의 용적변화에 의하여 나타나는 량이며 비 변동성분은 조직의 광흡수도와 관련된 량이다. 따라서 용적의 변화는 변동분을 비변동분으로 정규화하면 동맥벽의 변동율을 얻을 수 있다. 이때 투과 광량의 변화는 광과 혈중의 산화헤모글로빈량의 변화와 관계되며 헤모글로빈 량의 변화는 심장의 박동변화와 동일하므로 결국 동맥벽의 용적변화를 얻을 수 있다.

본 연구에서는 산화헤모글로빈과 상관성이 좋은 광을 지점에 투과시켜 변동성분과 비변동성분을 별도로 검출하여 용적변화율을 정규화하는 장치를 구성하여 동맥의 경화상태를 한의적으로 규명할 수 있는 장치로 발전시키고자 한다.

II. 용적 맥파계의 구성

2.1 기본 구성

구현하고자 하는 전체 시스템은 Fig 1. 과 같이 하드웨어 시스템과 소프트웨어 시스템으로 구성하였다. 하드웨어부는 손가락 끝의 미세한 용적변동을 광학적으로 검출하는 맥파신호검출부와 피검자의 지침의 온도를 검출하는 부분, 검출된 신호들을 증폭하는 용적맥파신호 증폭부, 아날로그 신호를 디지털로 변환해주는 A/D 변환부로 구성되어 있고, 소프트웨어부는 디지털로 변환된 신호를 모니터에 보여주는 Display부와 측정된 데이터를 분석하는 데이터분석부, 분석된 데이터를 저장하는 데이터베이스부로 구성된다.

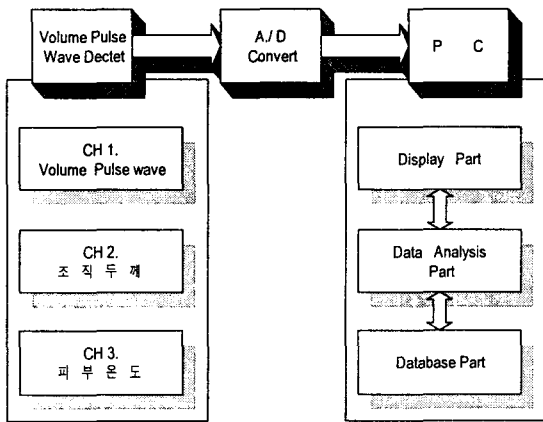


Fig 1. Volume Pulse Wave Detection System 구성

2.2 맥파 검출 시스템

맥신호의 검출은 수지의 말초에 일어나는 혈관의 용적변화와 혈류변화가 심장박동변화와 동일하므로 혈액의 산화 헤모글로빈과 상관성이 좋은 940nm대의 광을 이용하여 이를 검출하는 장치를 구현하였다.

Fig 2. 에 나타난 맥파검출기는 IRED와 Photodiode를 서로 마주보게 하여 구성하여 IRED에서 방출된 광이 지침을 통과하면서 지침동맥의 용적변화에 의해 변위되고, 그 변위된 광이 광다이오드에 수광되도록 설계하였다.

광다이오드에 수광된 광은 미세한 전류로 변환되어 전류로 출력이 된다. 이 신호를 OP Amp.로 I-V변환시켰다. 이 때 I-V변환과 함께 증폭도 이루어진다.

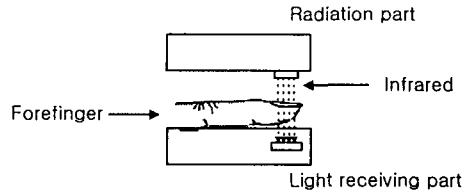


Fig 2. 변환기의 기본구조

전압신호로 변환된 신호는 Fig 3. 와 같이 출력된다.



Fig 3. I-V 변환된 신호

I-V 변환된 신호를 High Pass Filter와 Low Pass Filter를 사용하여 맥신호인 AC 성분과 지침의 연부조직의 두께와 관련된 DC 성분으로 분리하였다.

이들 신호를 각기 증폭하여 출력 값이 1~3V가 되도록 하였다. 다시 이것을 60Hz Notch Filter와 차단주파수가 40Hz인 Low Pass Filter를 사용하여 Noise나 그 밖의 불필요한 신호를 제거하여 출력된 신호(Fig 4)는 A/D 변환기로 보내진다.

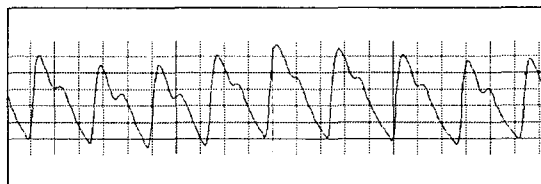


Fig 4. Volume Pulse Wave Signal

2.3 온도 및 체온 검출 시스템

온도 및 체온 검출 시스템은 반도체 온도 센서를 이용하여 구현하였다.

체온의 온도 분해능은 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$, 측온 범위는 $0^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ 로 하였고 안정도는 $1^{\circ}\text{C}/\text{H}$ 미만으로 기온과 체온을 동시에 측정할 수 있는 장치의 구현을 목표로 하였다. 체온 검

한방용 응적맥파 시스템

출 시스템에 사용한 반도체 센서는 AD590을 사용하였다.

검출부의 기본구조는 Fig 5와 같이 중지와 온도 센서를 밀착시켜서 체온의 변화량을 측정할 수 있도록 하였다.

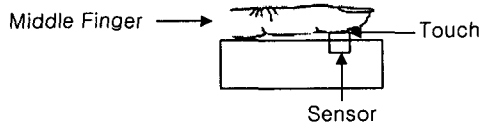


Fig 5. 체온 검출기의 기본 구조

체온검출기로 부터 검출된 신호는 증폭부를 거쳐서 A/D Converter로 보내지고, A/D converter에서 Digital로 변환된 신호는 PC로 전송되어 모니터에 Display 되어진다. 출력된 신호는 Fig 6. 와 같다.

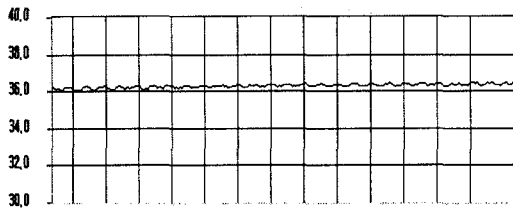


Fig 6. 피부온도

2.4 A/D Converter

응적맥파측정 시스템과 체온 검출기에서 출력된 아날로그신호는 DG509A 멀티플렉서의 채널 선택신호에 따라 하나의 신호만이 선택되어 A/D변환기에 인가된다. 채널 선택 신호는 마이크로 컴퓨터에서 발생되며 채널은 순차적으로 선택하여 4개 채널을 스캐닝 한다.

DG509A의 아날로그 신호의 최대 레인지는 -15V ~ +15V이며 스위칭 타임은 20ns 이하이다.

입력된 아날로그신호는 12bit A/D컨버터인 AD674A를 이용하여 디지털 값으로 변환하였다. AD674A는 대부분의 8bit나 16bit의 마이크로프로세서와 용이하게 인터페이스할 수 있다. 컨버전 타임은 15 μ s이하이며 내부에 고정도의 기준전압 회로와 클럭을 포함하고 있어 사용하기에 간편하다. 본 연구에는 8051마이크롬을 이용하여 시스템을 제어한다. 먼저 2bit의 채널 선택신호를 아날로그 멀티플렉서인 DG509A에 보내서 채널 선택을 한 후,

A/D변환기의 R/C를 조절하여 A/D변환을 한다. 변환된 데이터는 8051에 저장되고 4채널의 신호가 모두 저장되면 PC에 시리얼 통신으로 전송된다.

2.5 시스템 소프트웨어

본 연구에서 구현한 시스템의 구동 소프트웨어는 LabVIEW5.1을 사용하여 구현하였다. 또한, 8051 마이크로 컴퓨터 제어 프로그램은 어셈블리어를 이용하였다. Fig 7. 은 마이크로 제어루틴으로서 처음에 통신모드를 초기화한 후 채널 선택 신호를 4채널 아날로그 멀티플렉서에 보내어 채널을 선택한다.

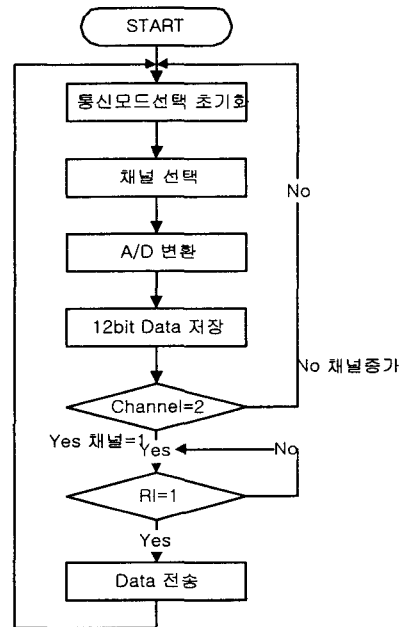


Fig 7. 8051 마이크로 제어루틴

채널이 선택되면 R/C 신호를 변경하여 A/D변환을 하고 변환된 12bit 디지털 데이터를 임시 기억 장소에 저장한다. 이와 같이 4개의 채널에 대하여 차례로 수행한 후 저장된 4채널의 데이터를 불러와서 PC에 차례대로 전송한다. 여기서 마이크로 컴퓨터는 PC에서 송신 요청 신호가 있을 때에만 데이터를 전송한다. 이와 같은 과정이 반복되어 실시간으로 PC에 4채널의 데이터가 보내진다

Fig 8.은 모니터에 Display된 모습이다.

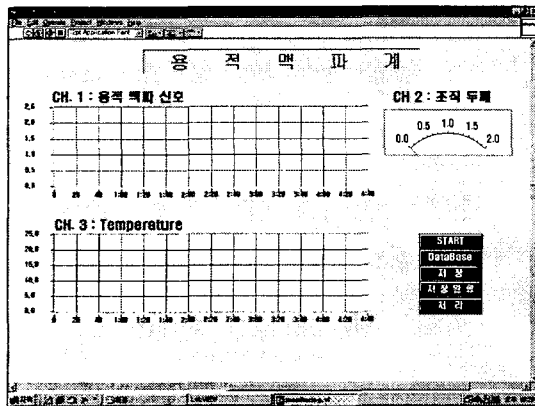


Fig 8. Display 화면

III. 실험 및 고찰

본 연구에서는 지점의 용적변동과 체온을 동시에 검출할 수 있는 시스템을 이용하여 신호를 검출하였다. 실험대상은 25~50세의 건강한 성인으로 하였다.

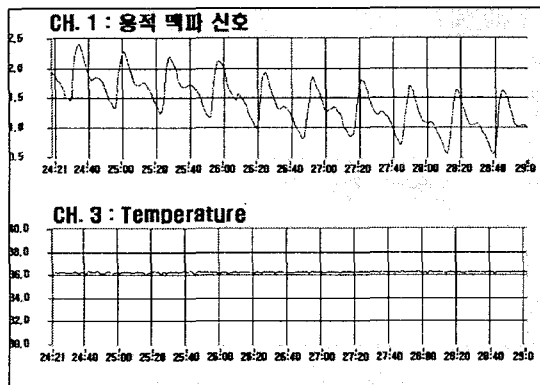


Fig 9. 실험 데이터1

Fig 9 은 건강한 정상인의 용적맥파와 체온을 Display한 것이다. 검출된 용적맥파신호는 계절, 측정자의 연령, 성별, 건강상태에 따라 조금씩 차이가 있다. 또한 피검자의 작은 움직임에도 출력신호의 변동이 심하게 변화하여 측정에 어려움이 있어 변환기 구조물의 형태를 흔들림이 없도록 고정식으로 제작하였고 피검자가 불편함을 느끼지 않도록 손목과 팔을 받쳐주는 지지대를 제작하였다. 변환기구조를 변경하고 실험을 한 결과 Fig10. 과 같이 변경전보다 안정된 신호를 검출할 수 있었다.

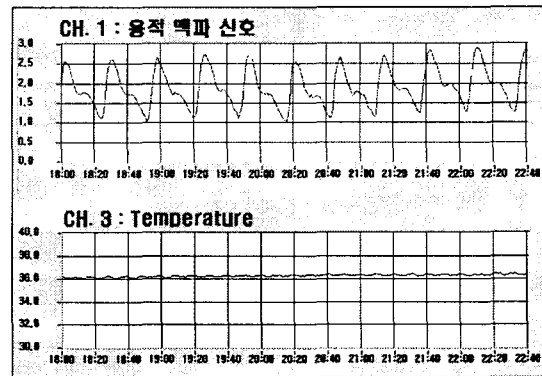


Fig 10. 실험 데이터2

신호처리는 검출된 각 생체신호에서부터 파워스펙트럼, 맥파주기 검출, 호흡주기 검출 등을 구현하고 임상에서 결정된 파라미터를 이들 신호로부터 도출하고 측정결과를 제시하는 실시간 처리 알고리즘을 구현한다. 또한 검출된 생체신호를 Database화하여 저장하고, 저장된 생체신호를 로깅 하여 오프라인으로 신호를 처리하여 각종 파라미터를 도출한다.

IV. 결 론

한방에서 동맥경화의 정도를 수지를 이용한 진맥에서도 검출할 수 있다는 이론이 고전에 밝혀져 있어 이를 바탕으로 기계적으로 정량화 할 수 있는 장치를 개발하였다. 개발한 결과 용적맥파의 변동신호분과 비변동신호분을 분리할 하였고 분리된 신호로 변동신호부분을 정규화 할 수 있어 동맥계의 혈관의 용적변화를 정량화하여 진단과 치료에 따른 예후를 검증할 수 있어 치료의 효과의 판별의 기준으로도 사용할 수 있는 것으로 사료된다.

V.참고문헌

- [1] 나중석 “혈액학” 고문사, pp.61-78, 1989
- [2] 김근이, “펄스 옥시미터 시스템 具現에 관한 연구” 明知大學校 工學碩士論文. 1992
- [3] 박연순, 김근이, 임현수, 허용 “펄스 옥시미터 시스템 개발에 관한 연구” 大韓醫用生體工學 春季學術大會 論文集. pp. 116-119. 1993
- [4] Y. Mendelson, J. K. Kent, B. L. Yocum, M. J. Birle, “Design and Evaluation of a New Reflectance Pulse Oximeter Sensor”, Med. Instrum. vol.22, No.4, pp.167-173, Aug.1988