

인영·촌구 대비법을 이용한 맥 진단 시스템 구현

이호재* · 박영배** · 허 응*

= Abstract =

Implementation of Radial Pulse Diagnosis System using Inyoung-Cheongu Comparison Method

Ho Jae Lee*, Young Bae Park**, Woong Huh*

This paper describes the implementation of a computerized radial pulse diagnosis by aids of a clinical expert.

On this base, we composed of the radial pulse diagnosis system in korean traditional medicine. The system composed of a radial pulse wave detection system and a radial pulse diagnosis system.

With a detection system, we detected Inyoung and Cheongu radial pulse wave and processed it. Then, we have got the characteristic parameters of radial pulse wave and also quantified that according to the method of Inyoung-Cheongu Comparison Radial Pulse Diagnosis.

We defined the judgement standard of radial pulse diagnosis system and then we confirmed the possibility for realization of automatic radial pulse diagnosis in korean traditional medicine.

1. 서 론

한의학에서 맥진법은 옛부터 三部九候脈法, 人迎寸口對比脈法, 寸口脈法, 臟腑經脈遍診脈法 등이 사용되어 왔다. 이들 방법 중 인영촌구대비법은 맥과 정보를 정량화하기가 가장 쉽고, 병소를 판단하

기에 용이하다. 그러나 한의학에서 맥진은 촉지(촉知)에 의하여 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. 또한 맥진은 오랜 임상 경험이 있어야 정확한 맥진이 가능하기 때문에 맥진 연구와 교육 등에 큰 어려움이 되고 있다 [1].

따라서 최근에 이러한 점을 해결하기 위하여 촉지에 의한 주관적인 맥진 대신에 맥진정보를 정량화하여 시각화, 객관화하려는 연구가 활발하게 이

〈접수 : 1993년 2월 2일〉

* 명지 대학교 전자공학과

** 경희 대학교 한의학과

* Dept. of Electronics Eng., Myong Ji Univ.

** Dept. of Oriental Medicine, Kyunghee Univ.

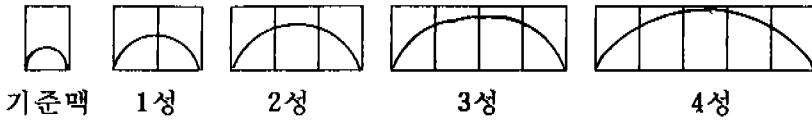


그림 1 맥의 관념적 성대비교도.

Fig. 1 A diagram for an ideological comparison of radial pulse magnitude

루어지고 있다. 맥진을 객관화하기 위한 방법은 피검자로부터 객과적인 방법으로 맥파를 검출하여 맥파를 분석하고, 그 분석된 정보를 정량화하여 맥진의 판단기준인 맥진 알고리즘을 설정하는 것이다.

한의학에서의 맥파 검출은 요골동맥상의 촌, 관, 척 3부에서의 맥동을 손가락에 의해 촉진할때 부맥, 침맥, 활맥, 삭맥, 대맥, 소맥 등의 맥상을 실제로 눈으로 볼 수 있도록 맥파를 추출하기 위한 여러가지 방법이 제안되었으나 대부분 미분파를 추출하여 왔다.

맥파 검출의 연구는 $李^{2-3)}$, $洪^{3-4)}$, 그리고 $許^{6-8)}$ 에 의하여 연구되었는데, $李$ 는 미분형 검출기를 사용하여 고혈압 환자에 대한 맥파의 정량화에 대해 연구를 하였고, $洪$ 은 광파이버 변환기를 이용한 비미분형 맥파 검출기를 구성한 바가 있으며, $許$ 등은 압력센서 변환기를 사용하여 비 미분형맥파 검출시스템을 발표한 바가 있다.

본 연구에서는 맥파를 맥파 검출시스템으로 검출하여 화면에 표시하고 시각적으로 병맥과 평맥으로 구분한다. 그리고 검출한 맥파는 특징파라미터를 추출하여 인영, 촌구 대비 맥진법에 의해 정량화한다.

정량화된 특징파라미터는 임상실험과 전문가의 맥진결과와 비교·분석하여 맥진의 판정기준을 정한 후, 이를 맥진 알고리즘으로 사용하여 맥진시스템을 구현하였다.

2. 인영 촌구 대비 맥진법 ^{1,8)}

인영 촌구 대비 맥진법은 손목부위(요골동맥)의 촌구맥과 복부위(총경동맥)의 인영맥을 진맥하여, 두 맥의 성대를 비교하여 경맥의 병소를 판단하는 방법인데, 인영맥과 촌구맥 중 큰 맥을 취하여 작은 맥의 크기에 비해 몇배나 더 크가에 따라 그림 1과 같이 관념적으로 1성, 2성, 3성, 4성 등으로 판단을 하고, 두 맥이 같으면 평맥, 즉 정상인으로

판단한다. 인영맥이 촌구맥 보다 배수로 큰 경우는, 인영1성, 인영2성, 인영3성, 인영4성 등으로 판단하고, 촌구맥이 인영맥 보다 배수로 큰 경우는, 촌구1성, 촌구2성, 촌구3성, 촌구4성 등으로 판단하게 되는데, 판단된 병맥을 근거하여 병의 경증과 진퇴, 예후 등을 판단하게 된다.

3. 맥진 시스템 ⁹⁻¹⁵⁾

본 연구에서 설계한 맥진 시스템의 전체 구성도는 그림 2와 같이 하드웨어부와 소프트웨어부로 구성된다. 하드웨어부는 맥파를 검출하는 맥파 검출시스템으로서 변환기부, 증폭부, 필터부, A/D변환과 인터페이스부, 그리고 컴퓨터로 구성된다.

소프트웨어부는 맥파 표시부, 특징파라미터 추출 알고리즘부, 맥진부, 화일 및 자료관리부로 구성된다.

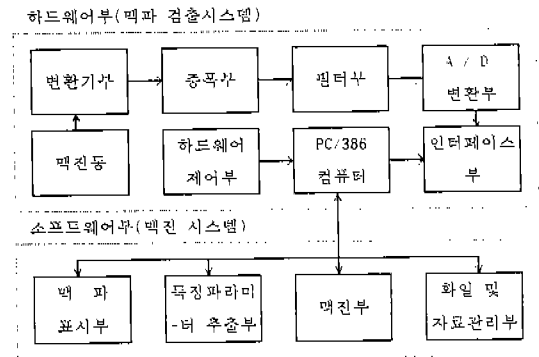


그림 2 전체 시스템 구성도.

Fig. 2 Block diagram of the completed system

3. 1 하드웨어 구성

그림 3은 하드웨어부의 구성도이다. 변환기부는 미소한 맥동변위를 무침습적으로 감지하는 감지부

와 압력센서, 그리고 맥신호를 증폭하는 증폭기(1)로 구성되고, 증폭기(2)에서는 A/D변환기의 입력변환레벨까지 증폭을 시킨다. 필터부는 증폭된 신호를 A/D변환기 전에 불필요한 잡음을 제거한다. A/D변환부와 인터페이스부는 아날로그 맥신호를 디지털데이터로 변환하여 컴퓨터로 받아 들어서 화일로 저장하거나 화면에 표시한다.

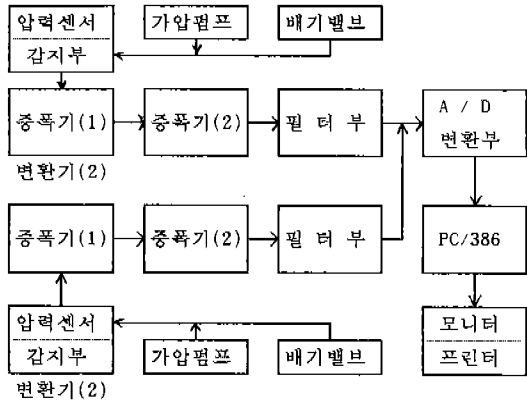


그림 3 하드웨어 구성도.

Fig. 3 Block diagram of the hardware

(1) 변환기

맥압의 변화를 전기적인 신호로 변환하는 변환기의 구성은 측정하기 원하는 맥파의 종류와 기록부위의 동맥의 종류에 따라서 여러가지로 분류된다. 본 연구에서는 인체 중에서 손목부위의 춘구맥과 목부위의 인영맥을 무침습적으로 표피에서 직접 측정하기 위하여 그림 4와 같이 변환기를 설계하였다. 일반적으로 커프와 같은 장치로는 순수하게 압맥파만 측정하기 불가능하므로, 본 연구에서 고안한 측정장치는 커프를 사용하지 않고 피부의 표면에서 직접 압맥파를 추출할 수 있도록 변환기를 설계하였다.

또한, 변환기를 고정장치에 장착하여 측정시 농맥관의 맥진동의 맥진자의 움직임이나 다른 어떤 요인으로 인한 측정계의 간섭을 방지 하였다.

맥압의 변화에 따라 압력센서에 전달되는 압의 양은 피부에 닿는 고무막의 두께와 탄성계수, 변환기 내부에 가한 압의 세기, 그리고 압력센서의 감도에 따라 달라질 수 있다. 일반적으로 사람의 맥파는 사람마다 다르고 그 모양도 가지각색이다. 또한 맥진을 통하여 병을 진단하기 위해서는 맥상의

미소한 부분까지 측정할 수 있어야 한다. 그러기 위해서는 측정부위에 접촉되는 감지막은 얇고 탄성율이 좋은 것을 사용하여야 한다. 그리고 감지부의 감지막의 컴프라이언스(compliance)를 좋게 하기 위해 측정시 변환기 내부에 압을 가해야 하며, 그 세기는 피부를 통해서 감지막에 전달되는 맥압의 크기와 같을 경우에 가장 이상적이다.

변환기에 압을 가하는 방법은 맥파를 컴퓨터 모니터 상에서 눈으로 확인하면서 가압펌프를 조정하여 측정된 맥파의 크기가 최대가 되도록 조정한다. 왜냐하면 사람마다 맥의 크기가 다르고 측정할 때 마다 조건이 달라지므로 정확한 맥파를 측정하기 위해서는 측정시에 정확한 가압을 해야한다.

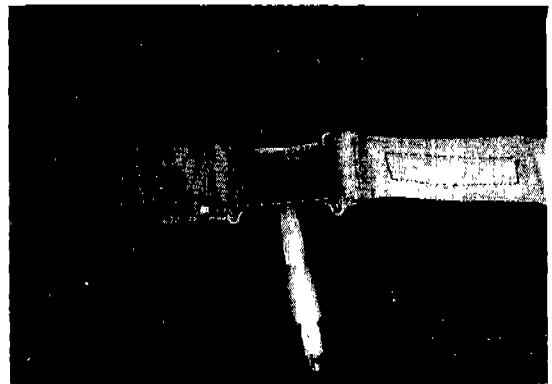


그림 4 맥파 검출용 변환기.

Fig. 4 A transducer for detection radial pulse wave

반도체 압력센서는 구동방법에 따라 정전류 구동방식과 정전압 구동방식이 있는데, 정전압 구동방식은 광범위한 온도에서 사용하는 경우에 유리하지만, 온도보상회로가 필요하다. 한편, 정전류 구동방식은 센서의 제조공정에서 피에조저항의 온도계수와 확산저항의 온도계수가 균형이 이루어져 온도특성이 매우 좋고, 온도보상회로가 필요하지 않으므로, 본 논문에서는 정전류 구동방식인 FPM-15PA를 사용하였다.

이 센서는 소형, 경량으로 저압의 압력 측정이 가능하고, 절대압력형이며 대기압이 기준압이 된다. 출력은 대기압에서 0[mV]이고, 감도는 80~160[μ V/mmHg] 이다. FPM-15PA는 피에조저항효과를 이용한 실리콘 다이아프램형 압력센서로서, 온도보상회로가 집적화된 소자이다.

(2) 증폭부

맥동에 의한 압변화가 감지막을 진동시켜 압력 센서에 전해지면 센서의 브릿지에 2[V] 정전압을 인가한 조건에서 출력전압은 20~30[mV] 정도가 출력된다. 이 신호를 디지털신호로 변환하기 위하여 A/D 변환기의 입력 허용레벨인 $\pm 5V$ 미만까지 증폭시키도록 설계하였다.

본 연구에서는 측지로 느끼는 맥상과 같은 압맥파를 측정하기 위해서 AC 결합증폭기를 사용하지 않고 압력센서에서 검출된 전기적인 신호를 입력 임피던스가 큰 직류 전압증폭기로 증폭하였다.

(3) 필터부

증폭기에서 증폭된 맥신호를 A/D변환하기 전에 맥신호에 혼입된 잡음을 제거시키기 위하여 필터링하였다. 일반적으로 사람의 맥박수는 분당 60~80회 진동하고 최고 120회까지 맥동하는 경우도 있다. 또한, 술을 마셨거나 운동전후는 맥박이 빨라지게 된다. 그리고 맥파의 유효 주파수 성분은 0.45Hz~100Hz 이므로, 저역통과필터를 사용하여 100Hz이하의 주파수를 통과시켜 순수한 맥신호만 검출하였다. 그리고 60Hz의 AC 잡음이 있을 경우는 노치필터를 사용하여 제거시킬 수 있게 하였다.

(4) A/D 변환과 인터페이스부

검출된 아날로그 맥파신호를 디지털신호로 변환하고 컴퓨터로 입력하기 위해서는 A/D 변환기와 컴퓨터와의 인터페이스가 필요하다. 분해능이 8비트이고 입력 채널이 16채널인 ADC0816을 사용하였다. 이 칩은 내부에 아날로그 멀티플렉서를 내장하고 있어서 소프트웨어로 채널을 선택할 수 있다. 그리고 8253(Programmable interval timer/counter)을 사용하여 변환속도를 프로그램에서 조절할 수 있도록 회로를 구성하였다.

3. 2 소프트웨어 구성

소프트웨어는 팝업, 플다운 메뉴 방식으로 운영하고, 그 구성은 맥파보기 프로그램, 자료관리 프로그램, 특징추출, 맥진 프로그램으로 구성하였다. 그림 5은 맥파보기 및 특징추출 프로그램의 구성도이다. 이 프로그램은 맥파데이터를 컴퓨터에 입력하여 화면에 표시하거나 화일로 저장하고, 저장된 맥진데이터의 특징파라미터를 추출하는 기능을 한다.

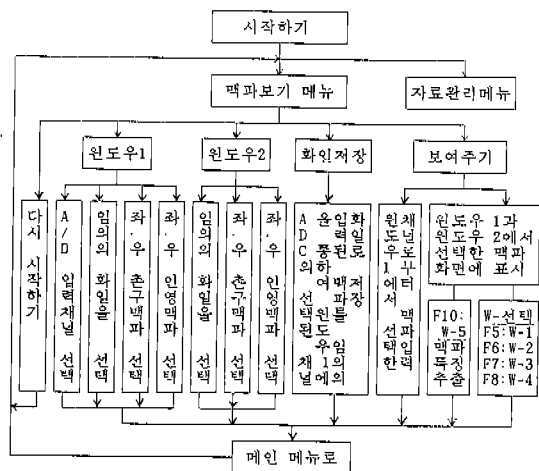


그림 5 맥파보기 및 특징추출 프로그램 구성도
Fig. 5 Block diagram of display and characteristic parameters detection program of radial pulse wave

그림 6은 자료관리 프로그램의 구성도이다. 이 프로그램은 화일로 저장된 맥파데이터나 맥진환자의 데이터베이스를 관리하는 기능을 하는 프로그램이다.

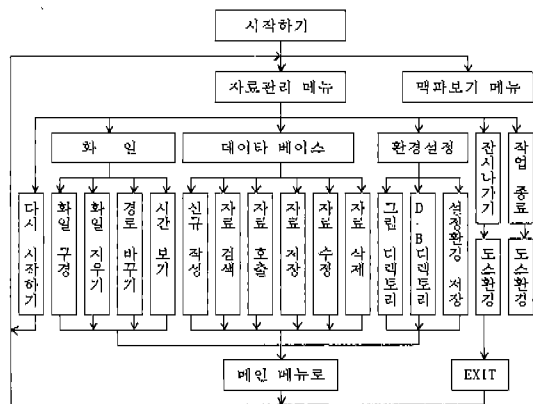


그림 6 자료관리 프로그램의 구성도
Fig. 6 Block diagram of data management program

그림 7은 맥진프로그램의 구성도이다. 이 프로그램은 추출한 특징파라미터와 임상전문가의 도움으로 판정기준을 설정하고, 이를 기초로 구성된 맥진

시스템으로 환자를 맥진하는 프로그램이다.

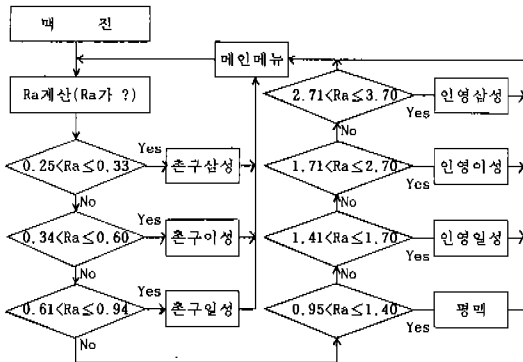


그림 7 맥진 프로그램 구성도

Fig. 7 Block diagram of radial pulse diagnosis program

4. 실험 및 고찰

4.1 맥파 검출

압맥파를 무침습적으로 간단하게 측정하는 방법으로 측맥파의 측정방법을 가장 많이 사용하는데, 측맥파관 심장박동에 의한 대동맥 기시부에서 생긴 압변동이 동맥벽을 따라 말초에 전달될 때 동맥관 굵기의 변화 및 내압의 변화와 함께 혈관 자체가 측방향으로 위치 변화가 일어난다. 이때 적당한 변환기를 동맥관의 측면에 장착하여 동맥관이 내압에 의해 팽창, 또는 수축하는 것이 변환기를 통해서 전달되는 동시에 혈관 자체가 측방향으로 이동하기 때문에, 일반적으로 이것을 측면파라 한다.

본 연구에서는 요골동맥의 촌구맥과 총경동맥의 인영맥을 무침습적으로 측정하였다. 먼저, 측정부위에 변환기를 대고 가압펌프로 막내에 공기압을 가해서 맥을 측정하기에 적당한 압력을 일정하게 유지시켜 준다. 맥파를 측정할때 환자의 자세는 바르게 앉은 자세로 하고, 측정하는 부위는 심장 높이로 유지하며, 기록부위는 손목의 촌구와 목의 인영을 대상으로해서 실온이 21-23℃에서 약 20초 동안 측정한다. 사진 1은 맥진 시스템으로 맥파를 측정하는 모습을 나타낸다.

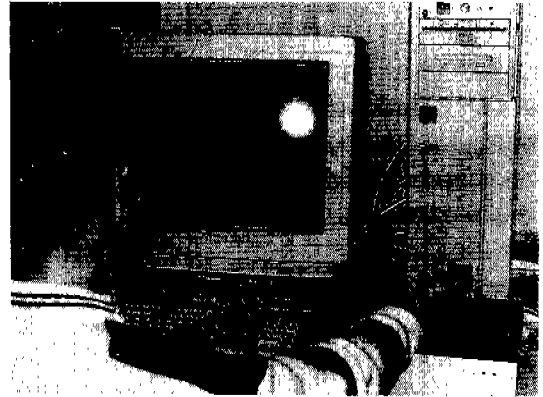


사진 1 맥진 시스템을 이용한 맥파 검출 모습

Photo. 1 A Scene of pulse wave detection using the system

4.2 맥파의 특징추출

맥진 시스템을 구성하기 위해서는 맥파신호의 특징이 되는 파라미터를 추출하여 정량화한 후, 맥진 전문가의 판정과 정량화한 파라미터를 비교하여 맥진의 판정조건을 설정해서 시스템을 구성해야 한다. 본 연구에서 사용한 인영·촌구 대비맥진법의 판정은 평맥과 병맥, 그리고 맥의 성대로 분류하는데, 성대는 인영맥과 촌구맥을 동시에 맥진하여 작은 쪽의 맥을 기준으로 큰 쪽의 맥을 몇성인가 판단하게 된다. 여기서 평맥과 병맥은 측정된 맥파의 맥상으로 알 수 있고, 맥의 성대는 맥파의 크기와 폭으로 볼 수 있다. 압맥파는 시간변화에 따른 압 크기의 변화로 나타내므로, 압맥파의 특징은 크기와 폭 그리고 주기가 중요한 요소이다. 여기서 맥파의 크기와 폭은 넓이로 볼 수 있으므로, 본 연구에서는 인영맥과 촌구맥을 대상으로 맥파를 측정하여 그 맥상에 따라 평맥과 병맥을 판단하고, 맥의 성대는 측정된 맥파의 넓이(면적) 파라미터를 추출해서 정량화한다

(1) 특징추출 방법

맥파의 특징파라미터를 추출하기 위하여 100인 이상의 피검자로부터 측정된 맥파를 분석해 본 결과, 표 1과 같이 맥파의 크기가 클 경우에 맥파의 폭도 크다는 것을 알 수 있다. 이것은 동맥관의 수축이 큰 경우가 수축이 작은 경우보다 맥파의 크기가 크고, 또한 맥파의 폭도 크다는 것을 알 수 있다. 따라서, 맥진시 손가락으로 느끼는 맥의 성

3. 결 과

본 연구에서는 맥파 검출시스템으로 인영맥파와 촌구맥파를 측정하고, 측정된 맥파의 특징파라미터를 추출해서 정량화한 후, 임상 전문가의 도움으로 표 3에서 제시한 판정기준을 얻었다. 이를 맥진 알고리즘으로 사용해서 맥진시스템을 구성하여 자동 맥진을 실험한 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 임상 전문가의 진단과 비교하여 맥진의 판정 기준을 어느정도 객관화 시킬수 있었고, 이를 토대로 맥진시스템으로 맥진한 결과, 맥진의 자동화에 대한 실현 가능성을 확인할 수 있었다.

2. 차후, 실험과정에서 문제인 가압의 자동화를 기하고, 더 많은 임상실험을 통하여 더욱 신뢰성이 있는 정량화를 행하여 맥진의 판정기준의 정밀화를 이룩하면 실용화할 수 있는 맥진시스템을 구현할 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) 이봉교, “한방진단학”, 성보사, 1895.
- 2) 이봉교, “脈診計에 의한 8要脈의 波型記錄 判別에 관한 實驗的 研究”, 最新醫學, Vol. 13, No. 7, P.41~47.
- 3) 이봉교, “電子 脈診計에 의한 急性胃淡患者의 脈波型과 鍼施術後 脈波型과의 比較 觀察”, 제 3차 세계 침구학술대회 발표, 1971.

- 4) 홍승홍, “맥파검출과 이의 유효성”, 전자공학회지, 제15권, 제1호, 1978.3.
- 5) 박승환, 홍승홍 외. “광파이버 트랜스듀서에 의한 맥파의 무침습적 검출 (II)”, 전자공학회 추계학술대회 논문집, P.312~315, 1989.
- 6) 이호재, 허 응 외, “한방용 맥파검출시스템”, 대한 의용생체공학회 추계학술대회 논문집, 제 14권 제1호, P66~69, 1991.11.
- 7) 이호재, 허 응 외, “한방 맥진단에 관한 연구”, 대한 의용생체공학회 춘계학술대회 논문집, 제 14권 제1호, P71~74, 1992.5.
- 8) 이호재, 허 응 외, “인영·촌구대비 맥진단법에 관한 연구”, 대한 전자공학회 하계학술대회 논문집, 제15권 제1호, P424~428, 1992.6.
- 9) 白水, ”IC형 半導體壓力センサ, 電子材料, 1980.9., P.91/97.
- 10) 黃奎燮, “센서活用技術”, 기진연구사
- 11) TOMPKING, W.J., WEBSTER, J.G., “Interface Sensors to the IBM PC”, University of Wisconsin-Madison
- 12) JACOB, G.M., “Industrial Control Electronics Application and Design”, Purdue University
- 13) TOMPKING, W.j., WEBSTER, J.G., “Design of Microcomputer-Medical Instrumentation”, Prentice Hall, 1981.
- 14) SHEINGOLD, D.H. (ed.).1980, “Transducer interfacing handbook”, Norwood, MA: Analog Devices.
- 15) HELMS, H.L., “Electronics Application Sourcebook”, vol.1, vol.2, 1988.