

論文96-33B-4-9

컴퓨터 맥진시스템

(Computerized Pulse Diagnosis System)

李 浩 載 * , 許 雄 **

(Ho Jae Lee and Woong Huh)

요 약

본 논문에서는 맥진알고리즘 개발과 맥진의 일반화를 위한 컴퓨터 맥진시스템을 구현하였다. 시스템은 하드웨어부와 소프트웨어부로 구성하였다. 하드웨어부는 맥파를 검출하고, 파를 컴퓨터로 입력시킨다. 한편 소프트웨어는 입력된 맥파 데이터를 관리 및 분석할뿐 아니라, 데이터베이스기를 제공한다. 개발한 맥진시스템을 임상 검증하기 위하여 구현된 시스템에 인영-촌구 대비 맥진알고리즘을 적용하였다. 실험결과 맥진의 객관화가 가능함을 보였다.

Abstract

In this paper, we implemented a computerized pulse diagnosis system for the development of pulse diagnosis algorithms and the generalization of the pulse diagnosis. The system consists of the hardware and software. The hardware detects pulse waves and inputs the waves into the computer system, while the software not only manages and analyzes the input pulse wave data but also provides the database. In order to clinically test the developed pulse diagnosis system, we applied the carotid-radial pulse diagnosis algorithm to the system. As the result, it is found that the generalization of the pulse diagnosis is possible.

I. 서 론

한의학에서 환자의 병증 진단은 四診法(望診, 聞診, 問診, 切診)을 주로 사용하고 있다. 이들 진단법 중에서 절진에 속하는 맥진은 옛부터 가장 중요한 진단수단으로 사용되어 왔다. 맥진은 수지로 삼단계(거, 안, 심)의 압력을 표피에서 동맥에 가해 손 끝에 촉지되는 맥상을 인식하여 병의 증상을 진단하는 것으로서 맥진자의 주관성이 개입될 수 있을 뿐 아니라 주위 환경조건에 따라 맥상의 느낌이 달라질 수 있으므로 객관성이 부족하고 오진할 수도 있다. 또한 맥진은 오랜 임상경험이 있어야 정확한 맥진이 가능하므로 맥진의 연구와 교육 등에 많은 어려움이 따르고 있다. 따라서 이러한

점을 해결하기 위해서는 맥상을 기계적인 방법으로 검출하고 가시화하는 연구가 필요하고, 또한 검출한 맥파로부터 필요한 정보를 기계적으로 추출하여 맥진을 객관화하여야만 한다.

최근에 맥진을 객관화하려는 선행 연구로 맥진시 손 끝에 촉지되는 맥상을 계량화하여 시각화, 객관화하려는 의공학적인 방법론들이 제시되고 있다. 맥진을 객관화하기 위한 방법은 먼저 맥파를 피검자로부터 객관적인 방법으로 검출하고, 그리고 맥파를 분석하여 얻어진 정보를 정량화하여 기존 맥진알고리즘의 판정기준에 사용하는 것이다.

맥파의 검출에 대한 연구는 李^[1]에 의해서 맥파의 검출과 기록의 출력만을 하는 아날로그방식의 맥진기가 개발되어 임상에 사용되고 있다. 그러나 이 방식은 맥파검출을 압전소자 변환기를 이용하여 미분맥파판 검출이 가능하였으며, 또한 시스템이 아날로그 방식이어서 맥파정보를 보관하거나 처리하는 기능이 부족한 점이 있다. 비미분형 맥파의 검출은 洪^[2]에 의해서 시

* 正會員, 上智專門大學 電子科
(Dept. of Elec. Eng., Sangji Junior College)

** 正會員, 明知大學校 工科大學 電子工學科
(Dept. of Elec. Eng., Myongji University)

接受日字:1995年8月29日, 수정완료일:1996年3月21日

도되었으며 광파이버를 변환기에 도입하여 압맥과 검출장치를 구성한 바 있으나, 이 방식은 변환기구조의 불안정으로 재현성이 부족한 단점이 있다. 그리고 許¹³⁻¹⁰¹는 압력게이지를 사용하여 변환기를 설계하였으며, 검출된 압력맥파를 컴퓨터에 입력시켜 실시간 맥파계측이 가능한 시스템을 구현한 바 있다.

그러나 이들 연구들은 단순히 맥파를 검출하는 맥파 검출기에 대한 연구에만 국한되어 있고 검출한 맥파를 분석하고 계량화하여 맥파의 여러 파라미터를 맥진 알고리즘에 적용하여 연구할 수 있는 맥진시스템에 대한 연구는 부족한 점이 많아서 보다 기능적인 맥진 시스템의 필요가 한층 높아지고 있는 실정이다.

따라서, 본 논문에서는 검출한 맥파를 분석하고 계량화하여 맥진 알고리즘에 적용할 수 있는 파라미터 추출과 이들을 맥진에 적용하여 검토할 수 있는 컴퓨터 맥진시스템을 구현하였다. 시스템의 구성은 맥파를 검출하고 컴퓨터로 입력시키는 하드웨어와 입력된 맥파 데이터를 여러 가지 함수로 처리하는 소프트웨어로 되어 있다. 그리고 시스템이 갖추어야 할 기능들은 맥진에서 필요한 내용을 한방 전문의의 도움을 받아서 구성하였다. 또한 구현된 시스템의 임상적용 가능성을 검증하기 위해 전통적인 맥진 알고리즘 중의 하나인 인영-촌구 대비 맥진 알고리즘에 구현시스템에서 추출된 파라미터를 적용하여 임상실험을 하였다.

II. 시스템 구성

시스템을 대별하면 하드웨어부와 소프트웨어부로 나뉘어진다. 하드웨어부는 변환기부(인영맥변환기, 촌구맥변환기), 증폭기/필터 모듈, A/D 변환기(아날로그-디지털 변환기), 컴퓨터시스템(PC/386, Super VGA Monitor, Laser Printer)으로 구성하고, 소프트웨어부는 신호 입출력, 데이터 처리, 데이터베이스 메뉴로 구성하였다¹³⁻¹⁰¹.

1. 하드웨어부

하드웨어부는 그림 1과 같다. 촌구맥변환기 또는 인영맥변환기에서 검출한 맥파신호는 2개의 증폭기/필터 모듈에 입력하여 A/D 변환기의 입력조건에 맞게 증폭하고 불요신호를 필터링한 후 ADC에 입력된다. ADC에서 아날로그 맥파신호를 디지털신호로 변환한 후 사용자인터페이스를 통하여 컴퓨터에 입력된다.

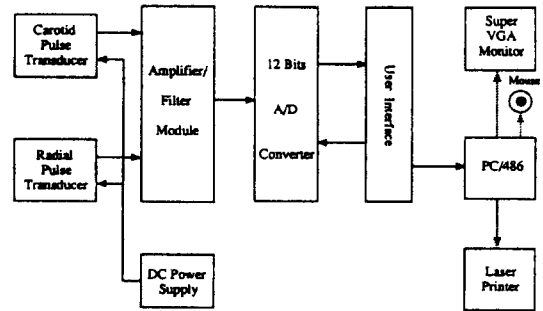


그림 1. 하드웨어부의 구성도.

Fig. 1. Block diagram of hardware part.

1) 맥파 변환기

맥동의 압력변화를 전기적인 신호로 변환하는 변환

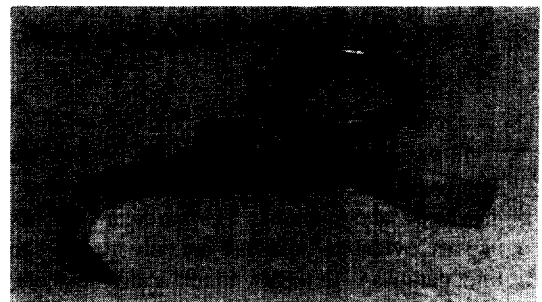


사진 1. 촌구맥 변환기

Photo. 1. Radial pulse transducer.



사진 2. 인영맥 변환기

Photo. 2. Carotid pulse transducer.

기는 계측에 필요한 맥의 종류와 계측부위의 동맥의 위치에 따라 형태를 달리한다. 예를 들어 인영맥은 복부위의 총경동맥에서 검출하고, 촌구맥은 손목부위의 요골동맥에서 검출하는데, 각각 부위의 생체구조가 다르기 때문에 각기 적합하게 설계하였다. 본 연구에서는 요골동맥의 촌구맥과 총경동맥의 인영맥을 검출하기 위하여 촌구맥변환기와 인영맥변환기를 각각 사진 1, 사진 2와 같이 설계하여 사용하였다.

2) 증폭기/필터 모듈

증폭기/필터 모듈은 변환기에서 유도된 전기신호를 증폭하고 맥파신호에 포함된 여러가지 불요성분을 제거하기 위해서 그림 2와 같이 전단증폭기(pre-amplifier), 필터(filter) 및 후단증폭기(post-amplifier)로 구성하였다.

증폭기의 이득은 최고 100 [dB] 까지 제어가 가능하도록 설계하였다. 맥파의 주파수는 0.1~100 [Hz] 정도이며 유효 신호성분은 50 [Hz] 이하에 존재하므로 저역통과필터의 차단주파수를 100 [Hz]로 하여 맥신호를 여과하였다.

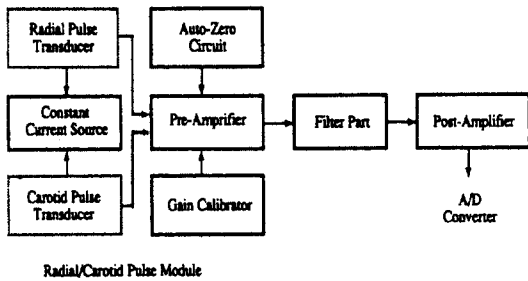


그림 2. 증폭기/필터 모듈의 구성도.
Fig. 2. Block diagram of amplifier/filter module.

3) A/D 변환기

A/D변환기는 12비트, 16채널로 구성하였다. A/D변환기의 샘플링주파수는 최고 50 [kHz] 이고, 프로그램의 “샘플링입력” 서브메뉴에서 필요한 샘플주파수를 설정하도록 하였다. 샘플링주파수의 제어는 8253 타이머/카운터를 사용하였으며, 본 연구에서는 샘플링주파수를 500Hz로 설정하였다.

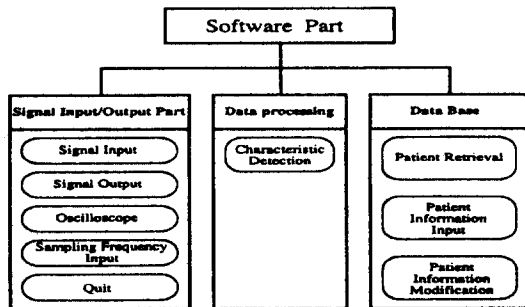


그림 3. 소프트웨어부의 구성도
Fig. 3. Block diagram of software part.

II. 소프트웨어부

소프트웨어부는 A/D 변환된 디지털 맥파정보를 컴퓨터로 입력하여 화면에 표시하는 기능, 입력한 맥파정보를 환자의 신상정보와 함께 데이터베이스에 관리하는 기능, 입력한 맥파정보를 분석하는 기능으로 구성하였다. 그 구성은 그림 3과 같이 신호 입출력, 데이터 처리, 데이터베이스 주메뉴(Main Menu)가 있고, 주메뉴에는 여러개의 서브메뉴가 있다.

1) 신호 입출력 주메뉴

신호입출력 주메뉴에는 서브메뉴로 신호입력, 신호출력, 오실로스코프, 샘플링 입력 및 끝(quit) 메뉴가있다. 신호입력 서브메뉴는 검출된 맥파신호를 입력하여 모니터에 실시간으로 표시하거나 화일로 저장하는 기능을 하도록 설계하였다. 그림 4는 신호입력 프로그램의 흐름도이다.

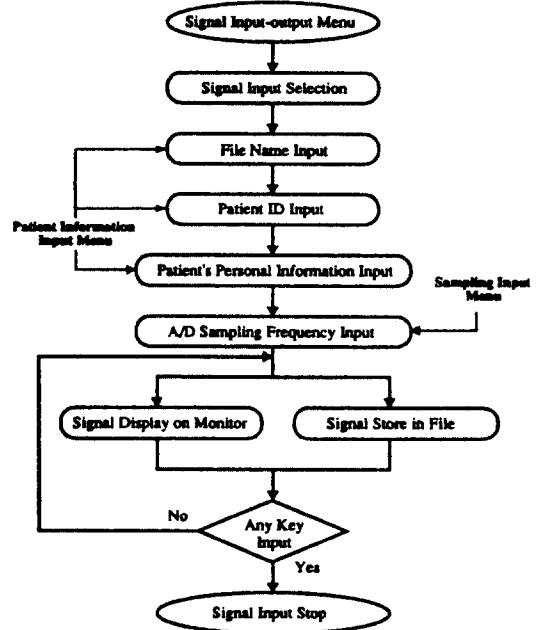


그림 4. 신호입력 프로그램의 흐름도
Fig. 4. Flow graph of signal input program.

신호입력시 파일명은 따로 지정할 필요가 없으며, 이미 환자 정보입력 메뉴에서 입력된 신상정보에 의해 자동으로 각 윈도우에 해당하는 화일 즉, 확장자가 1st, 2nd가 붙은 2개의 화일에 맥파정보가 입력되도록 하였다.

신호출력 서브메뉴는 이미 환자의 신상정보와 함께

분류되어 2개의 화일(_1st, _2nd)로 저장된 맥파정보를 화면에 출력하는 기능을 한다. 그림 5는 신호출력 프로그램의 흐름도이다.

신호출력시 환자별 맥파정보가 저장된 화일의 검색은 환자검색 서브메뉴에서 환자의 신상정보(ID번호, 성명 등)를 입력하여 검색한다. ID 번호를 모를 경우 성명만 입력하면 같은 성명을 가진 모든 환자의 신상정보가 출력된다. 이때 해당 환자를 선택하면 신상정보와 생체신호가 저장된 화일명이 표시된다. 확인된 화일명을 신호출력 메뉴에서 입력하면 화면에 원신호와 미분한 신호가 동시에 표시된다.

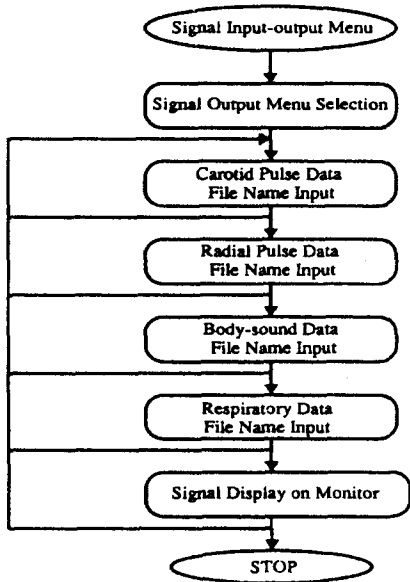


그림 5. 신호출력 프로그램의 흐름도
Fig. 5. Flow graph of signal output program.

오실로스코프 서브메뉴는 환자의 맥파를 신호입력메뉴에서 입력하기 전 변환기가 환자에게 적절하게 장착이 되어 있는가의 여부, 맥파가 양호하게 검출되고 있는지, 그리고 시스템이 정상적으로 동작하고 있는지를 확인하는데 사용된다. 각 윈도우에는 입력신호와 미분한 신호를 실시간으로 동시에 표시할 수 있게 하였으며, 미분신호는 변환기가 인체에 적절하게 위치되었는지 확인하는데 유용하고, 입력신호는 신호가 잘 검출되고 있는지 확인하는데 유효하다.

샘플링입력 서브메뉴는 A/D변환기의 샘플링주파수를 설정하는 메뉴이다. 메뉴를 실행하면 카운터 0과 카운터 1의 초기값을 입력하라는 대화상자가 표시되며,

이것은 8253 타이머/카운터의 내부에 있는 카운터 0와 카운터 1의 초기 카운터값을 설정하는 기능을 한다. 초기 카운터값의 입력이 끝나면 샘플링주파수가 얼마로 설정이 되었는지 메시지가 표시된다.

2) 데이터 처리 주메뉴

데이터처리 주메뉴는 데이터베이스에 있는 환자별 생체정보를 신호출력 메뉴에서 화면의 윈도우에 표시한 후, 이를 분석하고, 특징파라미터를 추출하기 위해 특징추출 서브메뉴를 두었다. 특징추출 서브메뉴에서 맥파의 분석은 윈도우 상에 표시된 맥파의 원하는 부분에 수직막대를 설정하거나 영역을 설정하여 설정된 부분에 대한 맥파의 파라미터값이 자동으로 계산되게 하였다. 계산된 파라미터값은 표 1에 보인것과 같이 화면의 아래부분에 특징추출 대화상자로 표시되게 하였다. 그림 6은 특징추출프로그램의 흐름도이다.

표 1. 특징추출 대화상자의 특징파라미터
Table 1. Feature parameters of feature extraction dialog box.

특 징 추 출			
수직막대 설정		구 간 실 정 시	
현재시간		구간 시간값	
현재신호값		면적(적분)	
현재미분값		최대기울기	시 간
현재화면			크 기
전체화면		평균기울기	

특징추출 서브메뉴의 맥파 분석에서 수직막대를 설정하는 경우, 수직막대가 위치한 지점의 현재시간, 현재신호값, 현재미분값, 현재화면 및 전체화면에 대한 정보가 특징추출 대화상자의 왼쪽에 자동으로 표시된다. 현재시간은 신호를 입력하기 시작하여 수직막대가 위치한 지점의 신호를 입력한 시간을 나타내고, 현재신호값은 수직막대가 위치한 지점의 데이터 크기를 나타낸다. 또한, 현재미분값은 수직막대가 위치한 지점의 입력신호를 미분한 미분신호의 크기(기울기)를 나타낸다. 전체화면과 현재화면은 신호입력시 입력된 전체화면수에 대한 현재 표시된 화면이 몇번째 화면인지를 표시한다.

두개의 수직막대로 구간을 설정하는 경우, 노란색으로 구간이 표시되고 구간 내에서의 특징이 추출되어 대화상자의 우측에 자동으로 표시된다. 구간설정시의

특징파라미터는 구간시간, 면적, 최대기울기(시간, 크기) 및 평균기울기로 하였다.

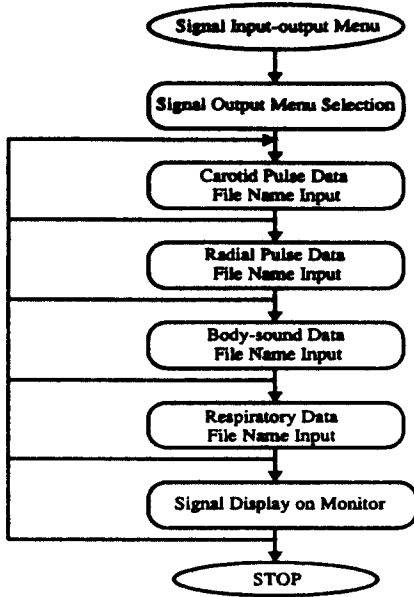


그림 6. 특징추출 프로그램의 흐름도
Fig. 6. Flow graph of feature extraction program.

구간시간은 두개의 수직막대 사이의 시간차를 나타내고 면적은 구간 내의 신호의 크기를 적분한 넓이를 나타낸다. 그리고 최대기울기는 구간 내에서 기울기가 최대인 지점의 시간과 기울기의 크기를 표시한다. 평균기울기는 구간내의 기울기를 평균한 값을 나타낸다. 이와 같이 맥파를 분석할때 시간변화에 따른 기울기와 크기를 구하거나 특징구간을 설정하여 구간 내에서의 시간변화에 따른 면적, 최대기울기의 시간과 크기, 평균기울기를 추출하므로써 맥파의 특징파라미터를 구할 수 있다.

3) 데이터베이스 주메뉴

데이터베이스 주메뉴는 진료시 입력한 환자의 신상정보와 맥파신호를 DB에 저장하여 특정 환자의 맥파신호를 관찰·연구하거나 계속 진료시에 이를 관찰하여 질병의 치료와 진퇴 및 예후를 관찰하는데 필요하므로 설계를 하였다.

본 연구에서는 환자의 신상정보로 성명, 나이, 성별, 혈액형, 주소, 직업, 체질, 병증, 담당의사, 그리고 진료날짜를 입력될 수 있게 하였고 검색정보는 성명과 ID 번호를 이용하였다.

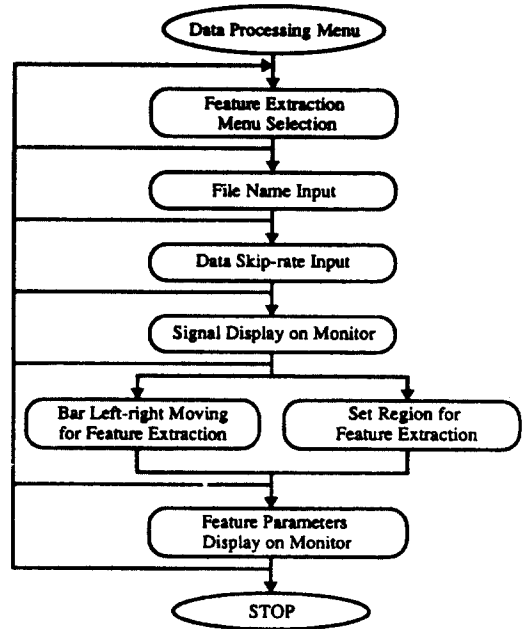


그림 7. 환자의 신상정보의 검색 과정
Fig. 7. Retrieval procedure of patient information.

데이터베이스부의 서브메뉴는 환자검색, 환자정보입력, 환자정보수정으로 구성하였다. 환자검색 서브메뉴는 환자의 신상정보를 검색하여 진단시 환자와 관련된 여러가지 신상정보를 파악할 수 있고, 또한 화일 출력시나 환자 진단정보 출력시 필요한 신상정보와 화일명을 검색하는데 사용된다. 그림 7은 환자의 신상정보를 검색하는 과정을 나타낸다. 환자검색은 먼저 성명을 입력하고, 다음에 ID를 입력한다. 만약 ID를 모를 경우는 "?"를 입력하면 같은 성명을 가진 환자의 신상정보가 차례로 출력된다. 이때 환자의 신상정보를 확인하여 해당하는 환자의 신상정보를 선택하면 된다.

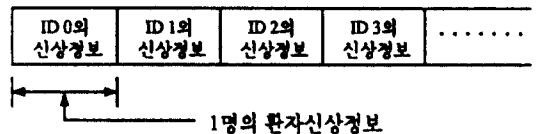


그림 8. 화일의 데이터 형식
Fig. 8 Data format of man.dat files.

환자의 신상정보는 구조체형식으로 man.dat 화일 내에 차례로 저장되게 하였으며, 그림 8은 화일의 데이터형식을 나타낸다. 환자의 신상정보의 검색은 man.dat 화일을 순차적으로 검색하여 해당하는 신상정보를

출력하게 된다.

환자정보수정 서브메뉴는 입력된 환자의 신상정보를 수정하는 기능을 한다. 특정한 환자의 신상정보를 수정하기 위해서는 성명과 ID 번호를 입력하여 데이터베이스에 저장된 신상정보를 검색하여 해당 신상정보를 출력한 후 수정을 한다.

Ⅲ. 실험

본 연구에서 구현한 맥진시스템의 임상 사용의 유효성을 검증하기 위해 임상실험을 하였다. 실험에 사용된 알고리즘은 인영-촌구 대비 맥진법을 선택하였으며 전문의가 진단한 결과와 시스템을 사용하여 검출된 파라미터를 사용하여 진단한 결과를 비교하여 실험을 하였다. 실험 대상으로한 피검자의 수는 정상인 30명을 포함하여 230여명 이었다. 사진 3은 임상실험을 하는 모습이다.

1. 맥파의 검출방법

프로그램을 실행시켜 데이터 베이스의 환자정보입력 메뉴를 선택하여 환자의 신상정보와 맥파신호가 입력될 화일명을 입력시킨다. 입력이 끝나면 4진법을 기초로 환자를 진찰하여 진단정보입력 메뉴를 선택하여 진찰결과와 종합 진단소견을 입력한다. 진단정보 입력이 끝나면 2개의 변환기를 각각 해당 부위에 장착하고 샘플링입력 메뉴를 선택하여 ADC의 샘플링주파수를 선택한다. 그리고 오실로스코프 메뉴를 선택하여 변환기



사진 3. 임상 실험

Photo.3. Clinical experiments in hanbang hospital.

가 양호하게 장착되어 맥파가 정상적으로 입력되고 있는지 확인한 후 신호입력 메뉴를 선택하면 검출된 맥파는 환자정보입력 메뉴에서 입력한 화일명과 함께 2개의 윈도우에 실시간으로 표시되고, 또한 이들 맥파는

2개의 화일로 저장된다. 화일로 저장된 맥파정보와 신상정보는 검색하여 다시 볼 수 있고, 필요시 수정이 가능하다.

2. 맥파의 특징추출 및 분류

인영-촌구 대비 맥진법을 사용한 임상실험에서 피검자 230명으로부터 검출한 맥파중 양호한 200여명의 맥파를 전문의의 맥진결과와 비교하여 분석해 본 결과 맥파는 연령, 성별, 개인에 따라 다른 모양을 나타내고, 또한 특징파라미터를 구해서 비교해 본 결과 파라미터의 값이 일정하지 않았다. 따라서 본 연구에서는 전문의 맥진결과를 기초로하여 맥파의 특징파라미터의 값이 유사한 것 끼리 분류하였다. 그 결과 특징파라미터의 유형은 13가지로 분류되었고, 이들 유형을 각각 영문자 A~F로 표시하였다. 각 유형에 속하는 피검자의 수는 대략 13~20명이다.

실험에 사용한 맥진은 인영-촌구 대비 맥진법을 이용하였다. 이 맥진법은 손가락으로 느끼는 맥상을 평맥과 조맥 및 “盛”으로 분류하는데, “성”은 인영맥과 촌구맥을 동시에 맥진하여 작은 쪽의 맥을 기준으로 큰 쪽의 맥이 몇배인가에 따라 “성”으로 표시한다. 즉 인영맥이 촌구맥의 두배이면 인영일성이라 하고 촌구맥이 인영맥보다 두배 크면 촌구일성이라 한다.

따라서, 인영-촌구 대비 맥진알고리즘의 객관화는 인영맥파와 촌구맥파를 분석하여 조맥과 성에 해당하는 임상적 의미를 지닌 파라미터를 구해야 하는데, 특징파라미터의 추출은 프로그램의 특징추출 메뉴에서 실행하였다.

1) 특징추출 방법

특징추출은 13개의 유형별로 각각 실시하고, 그리고 각 유형별로 얻어진 파라미터값들은 각 유형에 속한 피검자의 수로 나누어 평균값을 사용하였다. 특징추출 메뉴에서 그림 9와 같이 화면상의 윈도우 1에 인영맥을, 윈도우 2에 촌구맥을 표시한 후, 수직막대를 이동시켜 맥파의 일정부분을 구간으로 정하면 구간 내의 특징파라미터가 화면의 아래부분에 있는 대화상자에 표시된다. 왼쪽에 있는 대화상자에는 인영맥파의 특징파라미터가 표시되고, 오른쪽의 대화상자에는 촌구맥파의 특징파라미터가 표시된다. 대화상자에 표시되는 특징파라미터는 현재시간, 현재신호값, 현재미분값, 현재화면, 전체화면, 구간시간값, 면적(적분), 최대기울기 시간, 최대기울기 크기, 평균기울기가 있다. 현재시간과

현재신호값은 수직막대가 위치한 지점의 신호의 시간과 크기를 나타내고, 현재미분값은 수직막대가 위치한 지점의 미분신호의 크기를 나타낸다. 전체화면과 현재화면은 입력한 신호의 전체 화면수와 현재화면을 나타낸다. 그리고 구간 시간값은 두개의 수직막대 사이의 시간을 나타내고, 면적(적분), 최대기울기 시간, 최대기울기 크기, 평균기울기는 두개의 수직막대로 설정한 구간 내에서의 각각의 값들을 나타낸다.

맥파를 유형별로 분석하여 각 파라미터의 평균값을 구하고 이들 파라미터중 어떤 것이 인영-촌구 대비 맥진법의 “성”에 해당하는지를 분석해 본 결과 맥파의 승각영역에서 크기와 최대기울기와 관련이 있음을 알았다. 표 2에서 보이는 것과 같이 인영맥파와 촌구맥의 승각영역(upstroke region)의 시간은 같고, 크기와 최대기울기는 비례관계가 있음을 알 수 있다. 즉 맥파의 크기가 크면 기울기도 크고, 크기가 작으면 기울기도 작아진다.

표 2. 특징파라미터의 평균값

Table 2. Even value of the feature parameters.

피검자 유형	인 영 맥 파(평균값)			촌 구 맥 파(평균값)		
	승각시간	크기	최대기울기	승각시간	크기	최대기울기
A	0.088	34	58	0.096	44	65
B	0.104	42	65	0.104	46	71
C	0.080	62	72	0.088	16	17
D	0.080	46	50	0.080	22	32
E	0.080	24	18	0.088	59	73
F	0.104	35	56	0.112	56	72
G	0.080	55	49	0.088	36	37
H	0.080	37	32	0.088	22	23
I	0.096	34	37	0.096	38	48
J	0.080	60	72	0.088	20	35
K	0.112	13	12	0.104	37	37
L	0.096	20	25	0.096	58	72
M	0.088	42	63	0.080	16	22

따라서 맥진시 손가락으로 느끼는 맥의 “성”에 해당하는 파라미터는 승각영역에서 맥파의 크기 및 최대기울기와 관계가 있음을 보였다. 그러나 맥파의 크기는

맥파를 컴퓨터로 계측할때 변환기의 특성과 측정방법에 따라 기준선 이하의 부(-)의 값을 포함할 수 있으므로 실제값 보다 작아진다. 따라서 맥파의 크기는 맥진의 성 파라미터로 적합하지 않다.

반면에 최대기울기는 승각시간에서 항상 양(+)의 값을 가지므로 시간이 일정하면 최대기울기는 맥파의 크기에 비례하여 달라진다. 따라서 맥진의 성 파라미터는 맥파의 승각영역에서 최대기울기로 정량화할 수 있다. 또한 맥파를 분석해 보면 모든 맥파가 동일한 모양이 아니라 약간씩 다른 모양을 보이는데, 이것은 피검자의 신체적인 특성에 의한 것이다. 따라서, 맥진시 손가락으로 느끼는 맥의 성에 대한 정량화는 측정된 다수의 맥파를 대상으로 승각시간 영역에서의 최대기울기로 볼 수 있다.

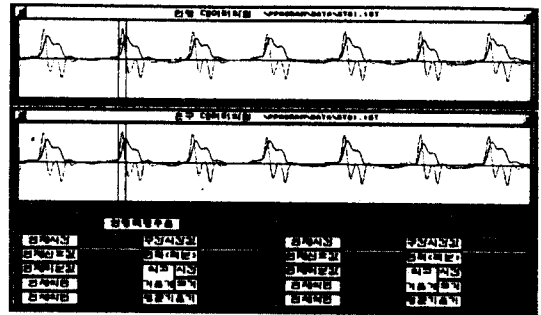


그림 9. 같은 맥파의 특징추출
Fig. 9. Feature extraction of the same pulses.

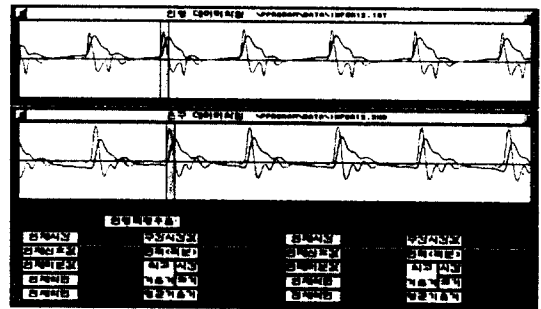


그림 10. 정상인의 맥파에 대한 특징추출
Fig. 10. Feature extraction of normal person's pulse.

특징추출한 파라미터 값이 정확한지 확인하기 위해서 그림 9와 같이 윈도우 1과 윈도우 2에 같은 맥파를 입력하여 파라미터를 추출해 본 결과, 파라미터 값이 모두 같음을 알 수 있다. 그림 10은 정상인의 맥파를

측정하여 특징파라미터를 추출한 예로서 승각영역 내의 최대기울기가 거의 같음을 볼 수 있다.

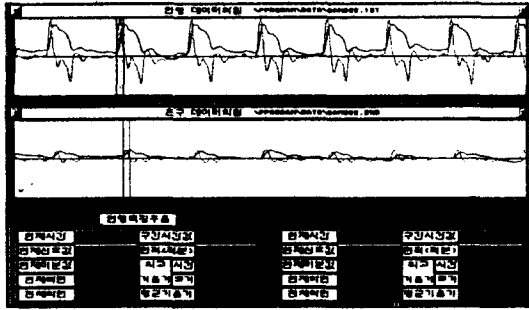


그림 11. 인영3성 맥파의 특징추출
Fig. 11. Feature extraction of In young 3 sung pulse.

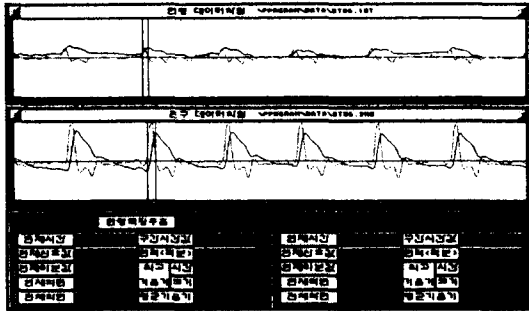


그림 12. 총구3성 맥파의 특징추출
Fig. 12. Feature extraction of chon-gu 3 sung pulse.

그림 11은 인영삼성인 환자의 맥파를 특징추출한 예로서 승각영역 내에서 인영맥의 최대기울기가 총구맥의 최대기울기 보다 4배 정도가 됨을 알 수 있다. 그림 12는 총구삼성인 환자의 맥파를 특징추출한 예로서 영역내의 총구맥의 최대기울기가 인영맥의 최대기울기의 4배 정도가 됨을 알 수 있다.

2) 특징추출 결과 및 고찰

특징추출을 실험한 결과, 맥진의 성에 해당하는 파라미터가 맥파의 승각영역에서의 최대기울기로 정량화할 수 있음을 확인하였다.

따라서 맥진의 성에 대한 정량화는 식 1과 같이 다수의 맥파를 대상으로 인영맥파의 최대기울기와 총구맥파의 최대기울기의 비 R_{ic} 로서 구할 수 있다. 표 3은 특징파라미터를 추출하여 정량화 한 결과를 나타낸다. 여기서 S_{in} 와 S_{ck} 는 각각 i번째 인영맥파와 k번째 총구

맥파의 최대기울기를 의미하고, n과 m은 특징추출시 대상으로 한 맥파의 수를 의미한다.

$$R_{ic} = \frac{n \text{개 인영맥파의 평균 최대기울기}}{m \text{개 총구맥파의 평균 최대기울기}} = \frac{(\sum_{i=1}^n S_{in})/n}{(\sum_{k=1}^m S_{ck})/m} \quad (1)$$

맥진에서 평맥과 조맥을 구분하는 맥파의 특징파라미터는 맥진의 성 파라미터와 전문의의 맥진결과를 비교하여 구하였다. 표 3에서 음영으로 표시된 부분을 보면 전문의가 맥진한 결과가 조맥인 경우는 최대기울기가 모두 70 이상으로 나타났다. 이것은 맥진시 맥상이 조맥인 경우 맥파의 모양은 미분파의 좌측 최고점과 우측 최저점 사이의 맥파의 봉우리가 뾰족하게 되므로 최대기울기가 커지게 되는 것이다. 따라서 맥진의 평맥과 조맥의 정량화는 최대 기울기의 크기가 70 이상이면 조맥이고 그 이하이면 평맥으로 판정할 수 있다.

표 3. 특징파라미터의 정량된 결과
Table 3. Quantified results of feature parameters.

피검자 유형	특징파라미터(최대기울기:평균값)		최대기울기비율 (인영/총구)	전문의의 맥진결과
	인영맥파	총구맥파		
A	58	65	0.892	평 맥
B	65	71	0.915	조 맥
C	72	17	4.235	인영3성겸조맥
D	50	32	1.563	인영일성
E	18	73	0.247	총구3성겸조맥
F	56	72	0.778	조 맥
G	49	37	1.324	평 맥
H	32	23	1.391	평 맥
I	27	48	0.563	총구1성
J	72	35	2.057	인영1성겸조맥
K	12	37	0.324	총구2성
E	25	72	0.347	총구2성겸조맥
F	63	22	2.864	인영2성

본 연구에서는 맥진의 성에 대한 맥파의 특징 파라미터를 승각시간 내의 인영맥파와 총구맥의 최대 기울

기 비(Ric)로 정량화하였고, 평맥과 조맥을 판정하는 파라미터(Rz)는 미분맥파의 좌측 최고점과 우측 최저점 사이의 최대기울기로 정량화하였다. 표 3에서 정량화된 파라미터를 임상 전문의의 맥진 결과와 비교해서 얻어진 맥진의 판정기준은 표 4와 같다.

표 4. 특징 파라미터에 의한 맥진의 판정기준
Table 4. Judgement standards of pulse diagnosis created by feature parameters.

성 파라미터(Ric)	조맥 파라미터(Rz)	맥진의 판정
3.450 < Ric ≤ 4.400	0 < Rz ≤ 69	인영3성
3.450 < Ric ≤ 4.400	Rz > 70	인영3성 겸 조맥
2.450 < Ric ≤ 3.450	0 < Rz ≤ 69	인영2성
2.450 < Ric ≤ 3.450	Rz > 70	인영2성 겸 조맥
1.450 < Ric ≤ 2.450	0 < Rz ≤ 69	인영1성
1.450 < Ric ≤ 2.450	Rz > 70	인영1성 겸 조맥
0.750 < Ric ≤ 1.450	X	평인자맥
0.490 < Ric ≤ 0.750	0 < Rz ≤ 69	촌구3성
0.490 < Ric ≤ 0.750	Rz > 70	촌구3성 겸 조맥
0.310 < Ric ≤ 0.490	0 < Rz ≤ 69	촌구2성
0.310 < Ric ≤ 0.490	Rz > 70	촌구2성 겸 조맥
0.250 < Ric ≤ 0.310	0 < Rz ≤ 69	촌구1성
0.250 < Ric ≤ 0.310	Rz > 70	촌구1성 겸 조맥

IV. 결 론

맥진의 계량화 및 객관화는 먼저 맥진이론을 분석하여 계량화에 적합한 맥파의 선정이 필요하며, 이를 검출하기 적절한 변환기와 맥파를 분석하여 맥진을 할 수 있는 적절한 시스템이 있어야 한다.

본 연구에서는 맥동의 다과와 맥율의 변화를 정확히 검출하는데 필요한 압력맥파와 미분압력맥파를 실시간에 계측하고, 또한 계측한 맥파로부터 특정파라미터를 분석하여 맥진에 적용할 수 있는 맥진시스템을 개발하였다.

개발한 시스템을 한방병원에서 임상실험을 한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

구현된 시스템의 맥파신호검출은 양호한 것으로 한 의로부터 검증을 받았으며, 신호분석기능과, 계량화기 능도 우수함을 검증을 받았다.

또한 인영-촌구 대비 맥진법을 사용한 임상 실험에서 맥의 “盛”에 해당하는 파라미터는 승각영역에서 인영맥파와 촌구맥파의 최대기울기 비이고, 평맥과 조맥을 판정하는 파라미터는 미분맥파의 좌측 최고점과 우측 최저점 사이의 최대기울기이며, 기울기가 70 이상은 조맥이고, 70 이하는 평맥으로 분류할 수 있었다. 따라서 이들 파라미터를 임상전문가의 진단결과와 비교하여 맥진의 판정기준을 구한 결과, 자동 맥진시스템의 구현이 가능함을 확인하였다.

참 고 문 헌

- [1] 이봉교, “미분변환기에 의한 한국인 증풍 및 고혈압 환자의 대동맥 맥파속도에 관한 연구”, 경희대학교 대학원 박사학위논문, 1981
- [2] 박승환, 홍승홍 외, “광파이버 트랜스듀스에 의한 맥파의 무침습적 검출”, 전자공학회 추계학술대회 논문집, pp. 312~315, 1989
- [3] 이호재, 허웅, 박영배, “한방용 맥파 검출시스템”, 의용생체공학회 추계학술대회 논문집, 13권 2호, pp. 418~421, 1991
- [4] 이호재, 허웅, 박영배, “한방 맥 진단에 관한 연구”, 의용생체공학회 추계학술대회 논문집, 14권 1호, pp. 71~74, 1992
- [5] 이호재, 허웅 외, “침처방용 진단시스템”, 의용생체공학회 추계학술대회 논문집, 14권 1호, pp. 75~78, 1992
- [6] 이호재, 허웅, “인영촌구 대비맥법에 관한 연구”, 전자공학회 하계학술대회 논문집, 15권 1호, pp. 424~427, 1992
- [7] 이호재, 허웅 외, “복모형 진단시스템에 관한 연구”, 전자공학회 하계학술대회 논문집, 15권 1호, pp. 437~440, 1992
- [8] 이호재, 허웅, “한방용 맥 검출시스템”, 명지대학교 산업기술연구소 논문집, 제11권, 1993
- [9] 이호재, 허웅, “인영촌구대비맥법을 이용한 맥 진단시스템구현”, 의공학회지, 제14권 1호, 1993
- [10] 이호재, “한방 진단을 위한 생체신호처리시스템구현”, 명지대학교 박사학위 논문집, 1995
- [11] SHEINGGOLD, “Transducer Interfacing MA: Analog Devices, 1980.
- [12] G. L. Pressman and P. M. Newgard, “A

Transducer for the Continuous External Measurement of Arterial Blood Pressure", IEEE Trans Biomed. Electronics, 10, pp. 73-81, 1963.

[13] TOMPKING, W. J., WEBSTER, J. G., *In-*

terface Sensors to the IBM PC, University of Wisconsin-Madison.

[14] Joseph J. Carr, *Sensors and Circuits*, PTR Prentice-Hall, 1993.

저 자 소 개



李 浩 載(正會員)

1960年 4月 10日生. 1984年 한양대학교 전자공학과 졸업(공학사). 198年 명지대학교 대학원 전자공학과(공학석사), 1995年 명지대학교 대학원 전자공학과(공학박사), 1995年~현재 안동

상지전문대학 전자과 재직중. 주관심분야는 Biosignal Monitoring & Telemetry Systems 설계, 한방의료시스템 설계, 생체신호처리 등임



許 雄(正會員)

1951年 2月 8日生. 1973年 인하대학교 전자공학과(공학사). 1975年 인하대학교 대학원 전자공학과(공학석사). 1985年 인하대학교 대학원 전자공학과(공학박사). 1980年 ~1996年 3月 현재 명지대학교 전

자공학과 교수. 주관심분야는 의용생체공학 응용분야, Biosignal Monitoring & Telemetry System 설계, 한방의료시스템 설계, 생체신호처리분야 등임.