

<http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2013.13.2.245>

JIIBC 2013-2-32

지능형 맥진기 구현

Implementation of Intelligence Pulse Wave Detection System

홍유식*, 유준상, 장세진, 선승호, 이우범, 남동현, 유문성, 최명복, 이상석**

Y.-S. Hong*, J.-S. Yu, S.-J. Chang, S.-H. Sun, W.-B. Lee, D.-H. Nam, M.-S. Yu,
M.-B. Choi, S.-S. Lee**

요 약 동양 의학에서는 맥파를 분석해서 많은 질병을 분류하고 치료하고 있다. 그러나 현재까지 맥파를 분석하는 방법은 매우 주관적인 방법을 사용하기 때문에 신뢰도가 떨어지는 문제점이 발생한다. 뿐만 아니라, 기존 맥진기의 문제점으로는 요골동맥에 정확하게 맥진 센서가 위치하지 못하기 때문에 측정 위치에 따라 측정결과가 상이하고 측정절차에 매우 민감하여 높은 재현성을 실현 못하고 있는 실정이다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기위해서 홀센서를 이용한 휴대용 맥진기를 이용해서 실맥 및 허맥을 분석 하는 연구 결과를 제안하였다. SPSS 통계 기법으로 분석한 실맥 및 허맥 최종 분석결과, 95% 신뢰도 구간에서 N.time(절흔점 시간) 및 S.amp (상승파형 크기) 평균치가 유의성이 있음을 입증하였다.

Abstract In oriental medicine, it is possible to classify and treat many diseases using the pulse wave detection system. Other problems may arise. As it is a very subjective way to analyze the pulse wave. One problem of the conventional pulse wave detection system is that the arterial pulse sensor is not located correctly at the radial artery. Therefore measurement results can differ depending on the measurement position and the measurement procedure. This is mostly due to it's sensitivity to high reproducibility. In order to solve this problem this paper proposes an algorithm to analyze the weak pulse wave symptom and strong pulse wave symptom. It uses the portable pulse wave detection system which includes a Hall Sensor. As a final result, it analyzed the weak pulse wave symptom and strong pulse wave symptom by the SPSS statistics technique. It proves that N time (notch point time) and S Amp (rise waveform size) mean values are significantly different in 95% confidence interval.

Key Words : Fuzzy rules , Pulse wave Detection system , Systolic peak amplitude, BMI, Norch time

1. 서 론

맥진은 한의학에서 매우 중요한 진단 지표이고, 환자의 맥파 강약 정보, 크기정보, 주파수 정보, 맥파 성질과

상태등을 이용해서 환자의 건강상태를 판단하는 중요한 진찰법이다. 그러나, 이러한 맥진 방법은 한의사의 주관적인 판단에 의해서 환자의 건강상태 가 상이하게 판단되는 문제점이 발생하게 된다. 그러므로, 한의학의

*중신회원, 상지대학교 컴퓨터정보공학부

**정회원, 상지대학교 한방의료공학과(교신저자)

접수일자 2013년 3월 17일, 수정완료 2013년 4월 10일
계재확정일자 2013년 4월 12일

Received: 17 March 2013 / Revised: 10 April 2013 /

Accepted: 12 April 2013

**Corresponding Author: sslee@sangji.ac.kr

Dept. of Oriental Bio-Medical Engineering, Sangji University,
Korea

신뢰도 제고 및 한의학치료의 신뢰성을 검증하기 위해서 맥진용 한방진단기기의 객관화가 절실히 요구 되어 왔다. 기존 맥진기의 문제점으로 맥진기의 크기가 크고 무겁기 때문에, 손쉽게 누구나 간편하게 언제 어디서나 맥진을 하지 못하는 불편함이 있었다^[1, 2]. 그러므로 환자가 본인의 정확한 맥진을 위해서는 한방 병원에 설치된 고정형 맥진기를 이용해서 맥진을 측정해야하는 불편이 있었다. 뿐만 아니라, 기존의 맥진기는 요골동맥에 정확하게 맥진 센서가 위치하지 못하기 때문에 측정 위치에 따라 측정결과가 상이하고 측정절차에 매우 민감하여 재현성이 높지 않은 실정이다^[3-5]. 기존의 맥진기는 2차원 맥상을 보여줘서 인간의 손으로 하는 3차원계 측이 불가능 한 문제점이 발생하기 때문이다^[6-8]. 뿐만 아니라, 현재 판매되고 있는 맥진기가 사용하기 불편한 이유는 측정 센서의 정확한 위치와 가압조건에서 맥진 파형을 분석하는 시간이 3분 정도가 소요되기 때문에, 맥파를 측정 하는데 환자가 불편함을 호소 하고있는 실정이다. 또한 가압 없이 일정 압력을 유지하여 혈압과 맥박수를 측정할 때에, 요골동맥에 정확하게 맥진 센서가 일치하지 못해서 정확도가 떨어지고 신뢰도가 낮은 문제점이 발생한다. 본 논문에서는, 이러한 문제점을 해결하기 위해서, 재현성을 높이고 전통맥상을 온전히 측정하기 위해서, 언제 어디서나 누구나 쉽게 맥을 측정할 수 있는 휴대용 맥진계를 개발하고자한다^[9-12]. 특히, 본 논문에서는 기존의 크기가 크고 고정식인 가압식 맥진 방식이 아닌 크기가 매우 작고 언제 어디서나 이동이 가능한 영구자석과 홀소자로 구성된 휴대용 집게형 맥진기 시제품을 개발하였다. 휴대용 맥진기는 일정 압력을 사용해서, 소형 영구 자석 1개 위치 변화로 얻은 요골동맥 맥진 파형의 S amp(상승 파형), R amp(반사파 파형), N amp(절혼 파형)상승 시간, 반사파 시간, 절혼점 시간 및 BMI(체질량지수), 혈압 수치, 나이, 성별을 고려해서 실맥과 허맥을 판단하는 임상시험을 진행하였다^[9-10]. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 한방 과학화를 위해서 기본 맥진 개념 및 이론을 2장에서 알아보고 3장에서는 홀센서를 이용한 맥진기 원리 및 특징에 관해서 알아본다. 4장에서는 실맥 및 허맥을 판단하는 맥진 시스템의 모의 실험결과를 설명하고 5장에서는 한방 과학화를 위한 실맥 허맥 판단용 맥진기에 관해서 설명한다.

II. 맥진기 이론

기존의 맥진기는 많은 제품이 개발 되었지만, 아날로그 방식으로는 환자의 정확한 맥파의 분석이 불가능하다. 왜냐하면, 맥파를 정확하게 측정하기 위해서는 맥파 검출센서가 환자의 요골동맥상위에 정확하게 위치해야 되지만, 한의사가 환자의 요골동맥에 매번 측정시에 정확하게 맥진센서를 똑 같은 위치에서 측정하기가 매우 어렵기 때문이다. 뿐만 아니라, 환자의 맥파를 측정시에 가압시켜야 하는데 손목전체를 커프로 가압하기 때문에, 환자의 정상적인 맥파형을 검출할 수가 없는 문제점이 발생한다. 특히, 환자의 팔뚝이 굵거나, 가늘고, 혈관의 굵기나 환자의 성별이나 나이조건에 의해서 피부의 탄성도가 틀린 경우도 맥파를 정확하게 측정하지 못하는 요인으로 작용하게 된다. 실맥 허맥을 판단하는 기본 개념은 다음과 같다. 한의사가 환자 맥을 판단할 경우에 맥파의 강도가 강하게 느낄 수 있는 맥이 있고, 아주 약한 느낌을 주는 맥이 있다. 건강한 사람의 맥이 강하게 느껴진다면 괜찮지만 만약, 환자가 고혈압이나 당뇨등의 증상으로 질병이 있는 경우에서, 그런 강한 맥을 느끼게 되는 것은 그 부위와 관련된 장부에서 문제점이 발생한 것으로 추론 할 수 있다. 약한 맥은 역시 원기가 허한 사람에게서 많이 나타나며, 촌관척(寸關尺) 중에서 가장 약하게 나타나는 부위의 장부가 특히 원기가 약하다고 추론하는 것이 한방 맥진의 기본 원리이다.

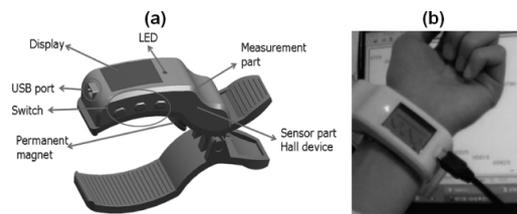


그림 1. 집게형 맥진기 외관

Fig. 1. Clip type pulse wave detection system appearance.

III. 홀센서를 이용한 맥진기 원리

기존의 맥진기는 고정식이지만, 본 논문에서는 유비쿼터스 시대에 휴대 및 이동을 하면서 누구나 간단하게 맥진을 측정할 수 있는 손목형 맥진기를 이용해서 실맥

및 허맥을 판단 하는 맥진기를 개발하는데 치중하였다. 본 논문에서 사용된 맥진기의 홀센서 원리는 다음과 같다.

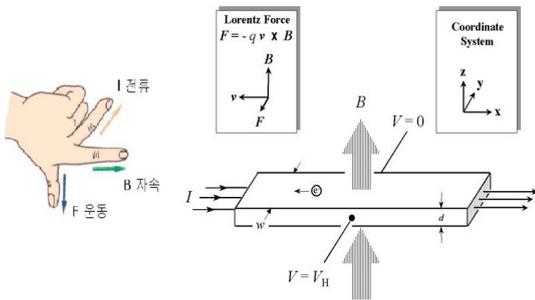


그림 2. 플레밍 왼손법칙(좌)과 로렌츠의 힘(우)
Fig. 2. Fleming's left hand rule (Left) and Lorentz's force (Right).

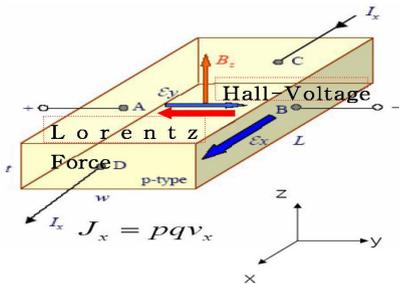


그림 3. 홀 전압에 의한 전기력과 자기력의 평형상태
Fig. 3. Equilibrium state of electric force and magnetic force due to Hall voltage.

홀효과는 전류가 흐르는 도선 안이나 다른 고체 안에서 움직이는 전하와 관련이 있다. 전류가 흐르는 도선에 수직인 자기장은 도선 내에서 움직이는 전하들을 한쪽 면으로 휘어지는 현상이다. 이론적 배경으로는 “자기장 내에 전류가 흐르면 힘을 받는다.”는 플레밍의 왼손 법칙을 적용하여 힘의 방향을 알 수 있으며, 로렌츠의 법칙으로 전하가 받는 힘의 크기를 구할 수 있다. 자기장 (B) 속에서 속력(V)로 움직이는 전하(전하량q)가 받는 힘은 수식 1과 같다.

$$F_B = qv \times B \sin \Phi \quad (1)$$

그림 2와 그림3에서 보는 것과 같이, 홀효과는 자기장 내에 운동하는 전하가 로렌츠 힘에 상응하는 홀 전

압이 발생되어 휘지 않고 직선으로 운동하는 효과로 홀 전압으로 인한 전기장에서의 힘이 자기장에 의한 로렌츠 힘과 균형을 이루는 현상이다. 요골동맥에서 생성된 맥을 얻기 위해 가까운 피부표면에 영구자석을 밀착시켜 요골동맥의 수직 변위에 따라 자석의 위치도 변하게 되면, 자석의 변위에 따라 일정거리에 있던 센서에 받아들여지는 자기장의 세기도 변하게 된다. 이렇게 변하는 자기장에 대해 센서는 전압신호로 변환하게 되는데 그때 섞여있는 노이즈 신호도 같이 변환하게 된다. 그래서 변환된 신호를 아날로그 필터를 통해 필터링하고, 필터링 된 신호를 증폭시켜 프로세서에 내장되어있는 A/D Converter로 보내고 A/D Converter에서 아날로그 신호를 디지털로 바꾸어 수치화된 신호를 출력하게 된다. 맥동은 요골동맥의 단위 파형 당 약 1.13 mm의 최대 수직 변위를 나타낸다. 그러므로 피부에 밀착된 자석의 최대변위도 약 1.13 mm 이내로 예상을 했다. 자석은 일단 구하기 쉽고 피부 면에 접촉하기 쉬우며 측정부에 부착하기 쉬운 3 mm 지름, 1 mm 두께의 넓직한 모양의 ND자석을 선정하였다.

거리 자석번호	0mm	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm	6mm	7mm
1	1537	565	235	108	61	36	25	18
2	712	305	140	62	50	34	23	17
3	850	364	184	93	54	31	21	15
4	813	296	165	80	48	31	22	15
5	747	333	155	84	49	31	22	16
6	720	246	132	73	43	28	19	14
7	656	281	129	74	43	26	18	13
8	662	264	139	84	44	28	21	14
9	637	234	114	63	38	25	17	13
10	1192	444	219	97	65	34	24	18

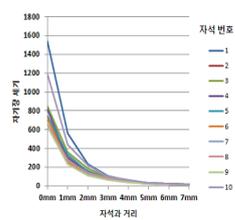


그림 4. 3 mm Dia. × 1 mm T 크기의 자석 10개에 대한 거리별 자기장 세기
Fig. 4. Magnetic field intensity of 3 mm Dia. × 1 mm T size for 10 magnets depending on distance.

그림 4은 7. 3 mm Dia. × 1 mm T 크기의 자석 10개에 대한 거리별 자기장 세기를 설명하고 있다. 자기장센서는 자기장의 세기에 선형적인 특성을 갖고 있으면서 감도가 우수한 Allegro사의 A1395 Linear Type 을 사용하였다. 그림 3의 Data sheet를 보면 입력전압 VCC 범위 내에서 VCC/2 Volts를 기준으로 극성에 따라 0.1 ~ VCC-0.1 Volts 까지 자기장의 세기에 선형적으로 비례한 신호를 내보내며 10 mV/G의 감도를 갖는다. 본 연구에서 사용한 전원은 3.3 V로 VCC에 대입하여 계산하면 155 G까지의 Sensing 가능하다. 그러므로 자석과 센

서사이거리는 자석의 자기장 세기가 155 G이하 값을 갖는 거리로 선정해야 되는 것을 설명하고 있다.

IV. 맥진 파형분석

한의학적 치료 및 약제선택은 허증과 실증을 정확하게 구분해야만 환자를 정확하게 치료할 수 있다. 만약 환자가 감기가 초기 감기에 걸려 있을 때에는 실증으로 판단하고 사약을 쓰게 된다. 감기의 초기에는 열이 나고 온몸이 육신육신 거리고, 기침을 하거나, 콧물을 자주 흘리는 증상을 보인다. 이러한 경우에는 환장의 신체에 사기: 질병 기운이 가득 찬 경우로 판단할 수 있다. 이런 경우에는 감기를 치료하기 위해 짙은 약, 사약을 쓰게 된다. 그러므로 사약은 오래 쓰지 않는 경우가 대부분이다. 만약, 환자의 신체조건이 반대의 경우에는, 감기가 빨리 증세가 호전 되지 않고 오랫동안 앓고 별다른 증상 없이 잔기침만 나고 자꾸 피로해지는 경향을 보이는 경우가 있다. 이러한 경우에는 사약보다 보약을 쓰게 되는 것이 한의학의 이치이다. 왜냐하면, 이러한 경우에는 허증으로 판단하고 감기를 치는 약만 써서는 절대적으로 아니 되며, 반드시, 원기를 도우는 보해주는 보약을 써주어야 한다. 그래야만 원기가 회복되어 남아있는 감기기운을 퇴치시킬 수 있기 때문이다. 그런데, 환자가 암 과 같은 질병에 걸리면 한의사의 판단이 매우 신중하게 실증 허증을 판단해야 된다. 암이 오래되면 몸이 마르고 기운이 없어지고, 피골이 상접하여 비쩍 말라가는데 이때 자칫 허증으로 판단하기 쉽기 때문이다⁹⁾. 그렇지만 이러한 경우에는, 환자의 원기부족 보다는 사기가 가득한 실증으로 보아야 한다. 그래서 보약을 쓰는데 아니라 짙은 약, 사약을 쓰게된다, 암증이 심한데 보약을 쓰면 몸과 함께 압도 보하는 것이 되어 암을 크게 키울 수 있기 때문이다. 이와같이 한의학의 개념에 충실한 정확한 맥진을 동시에 추론하기 위해서는 맥파의 진폭 및 주기가 제일 중요한 요소이지만, 똑같은 환자라도, 식전과 식후의 맥 파형상태가 다르고, 기분이 좋은 경우와 기분이 나쁜 경우에는 맥 파형상태가 같지 않다. 뿐만 아니라, 같은 환자라도 아침에 측정한 맥파형과 오후 시간과 저녁 시간의 맥파형이 서로 다르며, 커피 한잔을 마신 뒤의 맥 파형도 전혀 틀리게 된다. 특히, 공포를 느낄 때나 근심 걱정이 있을 때의 맥 파형이 같지 않고, 여

성 환자자의 경우에는 생리현상에 따라서 맥 파형은 크게 틀려지게 된다. 그러므로 아무리 좋은 맥진기로 파형을 분석해도 환자의 설고 다른 육체조건과 심리상태를 고려해야 정확하고 신뢰성 있는 맥진 파형을 분석 할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기위해서, 홀센서를 이용한 휴대용 맥진기에 지능형 알고리즘을 고려해서 신뢰성을 향상시키고자한다. 본 논문에서는 환자의 신체조건 및 나이조건 성별 조건 등을 고려해야하므로 질병 확신도에 관한 믿음값을 산출하는 알고리즘을 제안하였다. 첫째, 조건부 확률 $P(H|E)$ 를 알기 위해 사전확률 $P(H)$ 와, 조건부 확률 $P(E|H)$ 를 알아야 한다. 예를 들어, E가 환자의 몸에 나타나는 증상이고 H가 질병으로 추론될 경우에, 각 질병들의 증상 E가 나타날 확률 $P(E|H)$ 가 주어져야 하나 현실적으로 이들에 대한 데이터가 부족한 경우가 많다. 그러므로 본 논문에서는 퍼지규칙을 이용한 질병 확신도에 관한 믿음값을 다음과 같이 산출하였다.

전처리 RULE: (실맥)

IF S amp (진폭)이 MAX 이다.
 OR 환자 맥이 S time 이 Max 이다
 AND 환자 맥이 N time 이 Max 이다
 AND 환자 맥이 R time 이 Max 이다
 OR 환자 맥이 R amp 이 Max 이다
 OR 환자 맥이 N amp 이 Max 이다
 Not 환자 맥이 흥맥이다
 Not 환자 맥이 긴맥이다
 Not 환자 맥이 뇌맥이다
 THEN 실맥 이다

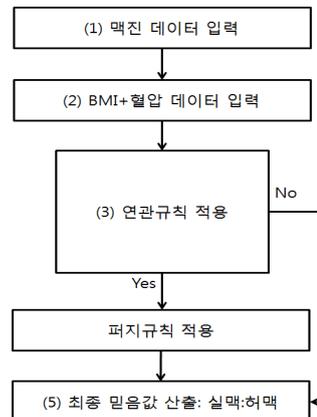


그림 5. 지능형 추론 알고리즘
 Fig. 5. Intelligence pulse wave algorithm

그림 5에서는 환자의 질병을 보다 정확하게 산출하기 위해서 맥진 및 설진 데이터를 2개 이상 추론할 때 신체조건 등에 의해서 정확한 추론이 어려울 경우에 퍼지 규칙 및 통계기반 확률 데이터를 이용한 믿음값을 이용한 최종 질병추론 산출과정을 설명하고 있다.

Rule : IF A is t1 THEN C is B2

(Fu)

fact : A is t1' (Fr)

conclusion : C is t2'

(FC)

A : 임상 환자 상태

C : 추론 결과

Fu : 규칙의 불확실성을 나타내는 fuzzy number

Fr : 사실의 불확실성을 나타내는 fuzzy number

FC : 결론의 불확실성을 나타내는 fuzzy number

V1, V2, V1', V2' : 값 (values)

여기서 Fu은 확신율 (CF) 로서 나타내며, Fr 은 가능 척도로서 나타낸다

후처리 RULE (실맥)

IF Samp = Med And

Bmi = High And

H_Blood= High And

N time = Med And

Then

Strongwave = CNF 70

여기서 CNF 70이란 : 실맥: Strong(Excess syndrome) wave : RULE 의 확신도가 70%란 뜻이다. 만약, 퍼지규칙을 사용하지 않고 기존의 방법대로 확신도를 표시하지 하면 이러한 환자는 실맥으로 분류될 확률이 항상 100%로 간주된다. 본 논문에서는 BMI(체질량 지수; 체중(kg)/키(m²)) 와 H_Blood(최고혈압) 및 Samp(상승 파형) N time (절혼점 시간)을 고려해서 실맥 신뢰도를 70% 로 판단하게 된다. 만약 사용자가 S amp = Low에 대한 확신도를 80이라고 주었으면 결론에 대한 확신도는 0.8 × 0.7 = 0.56 이 된다.

질병의 맥진 파형도 환자의 성별이나 나이, 기타 신체조건에 의해서 맥파의 강도 및 빠르기가 같지 않으므로 정확한 추론을 하기에는 매우 어려운 현상이 발생한다. 그러므로 본 논문에서는 똑같은 질병의 맥진 데이터

하도 결론이 두 개 이상의 서로 다른 추론값을 갖게 될 때에 정확한 추론을 하기위해서 믿음값을 다시 계산하기 위해 사용하는 함수인 믿음값 결합함수를 사용하였다.

$$\beta_c = \beta_{comb}(\beta_c, \beta_{strong}) \quad (2)$$

$$= \max(\beta_c, \beta_{strong}) \quad (3)$$

여기에서 β_{strong} 은, 이미 추론통로를 통해 도달한 결론에 대한 믿음값이고, β_c 는 다른 추론통로를 통해서 도달한 또 다른 결론의 믿음값이다. 센서에서 입력받은 데이터는 데이터 인택싱 처리 알고리즘을 이용하여 혈압의 세기는 1차 미분, 2차 미분을 통해 판단이 용이한 형태로 변환된다. 퍼지로직에서 요구되는 입력 데이터를 만들게 된다. 이렇게 생성된 데이터는 일반적으로 IF-THEN 형식으로 나타낼 수 있으며 퍼지추론(fuzzy inference)이란 어떤 주어진 규칙으로부터 새로운 관계나 사실을 유추해 나가는 일련의 과정이고, max-min 추론을 사용하였다.

Input : x is A1 then y is B

AND R1 : IF x is A1 AND y is B1, THEN z is C1

OR R2 : IF x is A2 OR y is B2, THEN z is C2

.....

NOT Rn : IF x is An AND y is NOT Bn, THEN z is Cn

Conclusion : z is C결합함수

: 퍼지 생성규칙 결론이 두 개 이상의 서로 다른 믿음값을 갖게된다. 이러한 경우에 결론의 믿음값을 다시 계산하기 위해 사용하는 함수가 믿음값 결합함수이다. 예컨대 어떤 환자가 실맥증세가 있었을 확률을 0.3 라고 한다면 실맥증세가 아닌 확률(허증증세) 0.7 이 된다. 그런데 이 애매한 상황에서 퍼지측도는 실맥 확률이 '가능성' 이 0.3 라고 해서 실맥증세가 아닌 확률(허증증세) 이 반드시 0.7 이라고 확정 판단할 수는 없는 것이다. 왜냐하면 허증 확률은 0.5 일 수도 있고 0.7 일 수도 있고 0.6 일 수도 있다는 것이다. 왜냐하면 환자의 신체 조건, 환자의 건강조건, 기타 질환의 유무 등의 수많은 변수가 있기 때문이다. 실제로 한의학에는 허실보사(虛實補瀉)라는 것이 있는데 허(虛)는 보(補)하고 실(實)은 사(瀉)한다는 것이다. 그러므로 실맥은 원기가 실하다는 뜻으로 해석 하는 것이 아니라, 질병에 대한 저항력

은 살아 있으나 병이 들어와 사기(邪氣)가 실(實)함을 뜻하는 말이다. 반면에, 허증(虛證)은 환자의 상태가 정기가 부족하고 저항능력이 약해지며 치유능력이 떨어진 상태를 말하고 있다. 다시 말해서, 허증이란 인체의 정기가 부족해져서, 환자의 건강상태가 극도로 쇠약해진 병증을 말하며, 실증이란 환자자의 건강상태가 질병 인자의 세력이 매우 활발하게 진행하기 때문에, 신체의 일정한 기능이 이상향진(편승)된 증세로 분석될 수 있다. 그러므로 한의학에서는 환자의 질병을 예방하고 치료하는 데 있어서 허약해진 인체부위를 보하는 작용을 하는 한약이 있으며, 이상향진하고 있는 질병인자를 쫓는 작용을 하며 훤는 한약으로 나누어 쓰게 된다.

표 1. 실맥 허맥 판단용 입력데이터
Table 1. Decision Input data of strong(excess) syndrome wave and weak(deficiency) syndrome wave

실맥 허맥 판단용 입력데이터	
변수1	환자 나이 : 20세 이하, 20-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60세 이상
변수2	성별 (남, 여)
변수3	Samp(상승과형크기),Low, Med, High
변수4	Namp(절혼점과형크기),Low, Med, High
변수5	Ramp(반사점과형크기),Low, Med, High
변수6	Ntime(절혼점시간),Low, Med, High
변수7	Stime(산승시간),Low, Med, High
변수8	Rtime(반사점시간),Low, Med, High
변수9	BMI (체질량 지수),Low, Med, High
변수10	Blood(혈압 수치),Low, Med, High

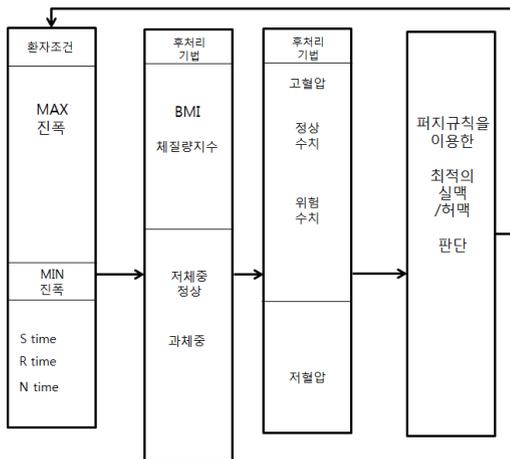


그림 6. 후처리 기법을 이용한 지능형 맥진 프로그램
Fig. 6. post processing techniques using intelligent pulse wave detection system

표 1에서는 똑같은 환자의 맥 파형이라도 변수 10개에 의해서 맥진파형 데이터가 상이하게 나올 수 있다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기위해서 변수 10개를 고려해서보다 정확한 맥진 파형을 분석하도록 하였다.

그림 6에서는 본 논문에서 제시한 휴대용 맥진기 로 실맥 허맥을 판단할 때에, 가압 조건 대신에 환자의 BMI 나 최고 혈압을 후처리로 처리했을 경우에 실맥 허맥 분류가 20% 이상 정확하게 판단되는과정을 설명하고 있다.

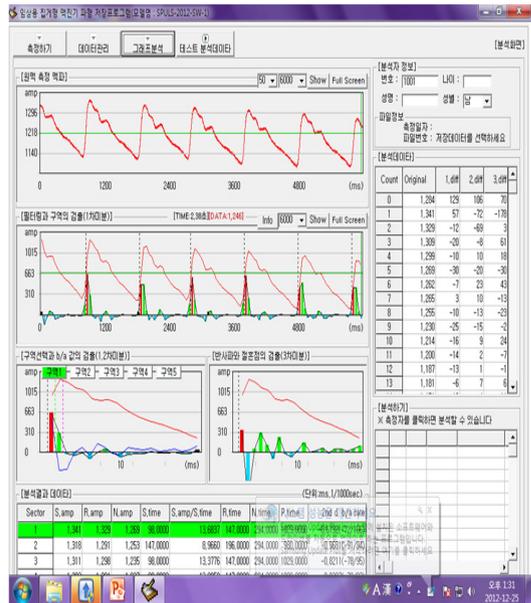


그림 7. 맥진파형분석 프로그램
Fig. 7. Arterial pulse wave analysis program

그림 7에서는 본 논문에서 제시한 휴대용 맥진기의 실맥과 허맥을 판단하는 환자의 맥파 파형 크기와 주기를 보여주고 있다.

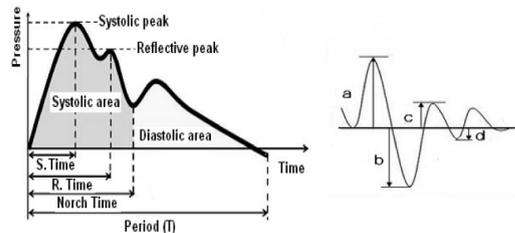


그림 8. 맥진파형 용어 설명
Fig. 8. Explain for arterial pulse wave glossary

그림 8에서 사용된 휴대용 맥진기 용어는 다음과 같다.

(1) 맥파의 amplitude 값의 크기 및 시간

- ① Systolic peak amplitude
- ② Reflective peak amplitude
- ③ Norch amplitude
- ④ 승각시간
- ⑤ 승각기울기
- ⑥ 반사파시간
- ⑦ 절흔시간
- ⑧ 전체시간

본 연구에서는 일본 동양의학회지에 실린 ‘허실설문지’를 번역하여 자기 보고형으로 체크하도록 하고, 한 의사 5명이 임상시험 대상자에게 맥진을 시행해서 허, 중, 실증과 허맥, 중맥, 실맥이 일치한 경우 임상시험의 대상으로 포함시켰다. 2012년 9월24일 첫 대상자를 받아서 2012년 12월14일까지 대상자를 마지막으로 임상시험을 진행하였다.

실맥과 허맥을 분석 하기위한 본 논문에서는 한의학 진단에서 환자의 기의 상태를 판단하는 중요한 지표로 평가 되고 있는 허증과 실증을 판단하기 위해서 임상환자수는 187명을 대상으로 임상시험을 실시하였다. 임상 환자는 남성 94명, 여성 93명이었으며, 허증군으로 판단된 환자는 60명, 중증군 64명이고, 실증군 63명이었다. 임상실험에 대한 환자 임상 시험은 다음과 같은 절차를 거쳐서 수행되었다.

임상홍보 → 임상실험지원자 내원 → 임상실험에 대한 설명 / 동의서 작성 → 허실설문지 작성 → 한의사 5인의 맥진 → 허실설문지의 허증/중증/실증과 한의사 5인의 맥진이 허맥, 중맥, 실맥이 일치할 경우, 임상실험 대상에 포함됨 → 혈압, 맥박, 체온, CRF 기록, 사상체질설문 작성 → 맥파분석기 측정 3분 → 1분 휴식 → 맥파분석기 측정 3분 → 종료

표 2에서 보는 것과 같이, 임상시험결과, BMI(체질량지수: 키를 몸무게의 제곱으로 나눈 값)와 허증실의 관계를 살펴보았으며, BMI가 25미만에서 허가 많이 나타나고, BMI가 25이상에서 실이 많이 나타나며 이는 유의한 차이가 있었다.(p value=0.015)

남자에서 BMI와 허증실을 살펴봤을 때, 유의한 차이가 없었으며, 여자에서 BMI와 허증실을 살펴봤을 때, p value가 0.068로 0.05에 근접하였으나 유의한 차이는 없었다. 측정변수로는 나이, 키, 몸무게, 수축기혈압, 확장

기혈압, 체온, 사상체질이었으며, 맥파를 측정하여, 원 맥파에서 각각 수축기정점(Systolic peak)까지의 S.amplitude, 반사파의 정점(Reflective peak)까지의 R.amplitude, 절흔파의 정점(Notch Peak)까지의 N.amplitude, 수축기정점까지 걸리는 시간 S.time, 반사과정점까지 걸리는 시간 R.time, 절흔과정점까지 걸리는 시간 N.time을 구하였고, 2차 미분파에서 b/a ratio를 변수로 삼았다. 원 맥파와 2차미분파에서 구한 변수들의 허증실에 따른 분산분석을 시행했을 때, 유의한 변수는 S.amp, R.amp, N.amp, S.amp/S.time의 네가지로 나타났다. 각 변수들의 사상체질에 따른 분산분석에서는 유의한 차이가 없었다.

표 2. 맥진 판단 통계 결과

Table 2. Pulse wave detection judgment for statistics result

카이제곱 검정			
	값	자유도	접근 유의확률 (양측검정)
Pearson 카이제곱	8.434a	2	.015
우도비	8.415	2	.015
선형 대 선형결합	8.057	1	.005
유효 케이스 수	187		

허증실 * BMIgroup2 교차표

		BMIgroup2		전체	
		25미만	25이상		
허증실	허	빈도	46	14	60
		BMI 중 %	37.4%	21.9%	32.1%
	중	빈도	44	20	64
		BMI 중 %	35.8%	31.2%	34.2%
	실	빈도	33	30	63
		BMI 중 %	26.8%	46.9%	33.7%
전체		빈도	123	64	187
		BMI 중 %	100.0%	100.0%	100.0%

따라서 이상을 종합하면, BMI, S.amp, Ramp, N.amp, S.amp/S.time을 중심으로 허증실을 구분하는 변수로 삼는 것이 적당하다고 여겨진다. 뿐 만아니라, 수축기혈압과 BMI에서 유의한 차이가 있었고, 모두 허증과 실증간에 68% 차이가 있었다. 표 3에서는 여러 변수들 중에서 대체적인 측정값들이 허증, 중증, 실증으로 각각 차례대로 값의 분포를 보이고 있어서 중증을 제거하였을 때 허증과 실증의 명확한 차이를 볼 수 있었기 때문에 중증을 제거하였으며, 최종적으로 허증, 실증의 2그룹을 비교하였다. 유의한 차이가 있는 변수로는 weight, BMI, SBP, DBP, S.amp, Ramp, N.amp, R.time,

N.time dal을 입증하였다.

표 3. 허증 실증 판단 결과

Table 3. Decision result for strong(excess) syndrome pulse wave and weak (deficiency) syndrome pulse wave

	허증 평균값 (n=60)	실증 평균값 (n=63)	p value
S.amp	1914.9	2383.3	0.005
R.amp	1851.4	2301.2	0.007
N.amp	1793.1	2167.1	0.023
S.time	139.8	152.1	0.143
S.amp/S.time	15.2	21.9	0.126
R.time	267.2	285.7	0.028
N.time	318.2	344.0	0.013
P.time	580.88	624.3	0.166
b/a rate	-1.1	16.6	0.320

표 3에서 설명한 용어는 다음과 같다.

S.amp : Systolic peak amplitude

R.amp : Reflective peak amplitude

N.amp : Notch amplitude

S.time : 승각시간

R.time : 반사파시간

N.time : 노치시간

P.time : 주기시간

마지막으로, 본 논문에서 사용된 휴대용 맥진기를 이용하여 허실을 위한 판별방정식은 다음과 같다. 각 맥파 변수로 설명되는 로지스틱 회귀모형의 회귀식 logistic 회귀모형을 적용하여 수식을 구하면 다음과 같다.

$$\log\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k \quad (4)$$

여기서 β_0 는 로지스틱 회귀분석에서 도출된 회귀계수(B값)으로 β_0 는 상수항이고 나머지 $\beta_1 \beta_2 \beta_3 \beta_4 \beta_k$ 는 동일하게 회귀계수 B값으로 제시하면 된다.

R.amp와 N.amp에 의한 허실 모형의 경우 회귀식은 다음과 같다.

$$\log\left(\frac{p}{1-p}\right) = -8.909 - 0.135 * \text{성별} - 0.008 * \text{나이} + 0.133 * \text{체질량지수} + 0.037 * \text{수축기혈압} - 0.002 * \text{확장기혈압} + 0.001 * \text{R.amp} \quad (5)$$

$$\log\left(\frac{p}{1-p}\right) = -8.388 - 0.110 * \text{성별} - 0.006 * \text{나이} + 0.130 * \text{체질량지수} + 0.037 * \text{수축기혈압} - 0.005 * \text{확장기혈압} + 0.001 * \text{N.amp} \quad (6)$$

V. 결론

동양 의학에서는 맥파를 분석해서 많은 질병을 분류하고 치료하고 있다. 그러나 현재까지 맥진기를 이용해서 맥파를 분석하는 방법은 매우 주관적인 방법을 사용하기 때문에 신뢰도가 떨어지는 문제점이 발생한다. 뿐만 아니라, 기존 맥진기의 문제점으로는 요골동맥에 정확하게 맥진 센서가 위치하지 못하기 때문에 측정 위치에 따라 측정결과가 상이하고 측정절차에 매우 민감하여 높은 재현성을 실현 못하고 있는 실정이다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기위해서 홀센서를 이용한 휴대용 맥진기를 이용해서 실맥 및 허맥을 분석하는 연구 결과를 제안하였으며, 통계 기법으로 분석한 결과 실맥 환자 및 허맥 환자 와 비교해서, 95% 신뢰도 구간에서 N time(절흔점 시간) 및 S Amp (상승파형 크기) 평균치가 유의성이 있음을 입증하였다. 뿐만 아니라, 본 논문에서는 똑같은 질병 인 경우에도, 환자의 신체조건에 따라서, 정확한 추론을 하기가 어려운 실정이다. 왜냐하면 성별, 연령, 감정조건 에 따라서 환자의 맥진파형 및 설진 조건이 여러 가지로 변형되기 때문이다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기위해서 퍼지 논리 믿음값을 이용해서 정확한 환자의 질병을 추론하는 알고리즘을 제시하였다. 아무리 좋은 맥진기도 맥진의 정규화 및 환자의 신체적인 조건을 고려하지 않으면 정확한 맥진결과가 산출되기 어렵다. 앞으로, 한의사가 정확한 맥진을 판단하려면 다양한 환자 그룹의 임상 실험을 통해서 정확한 맥진데이터 보정 및 정규화 과정을 검증하는 연구가 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] National College of Oriental Medicine, Diagnostics, Saint functionality of Medicine, St Functional Medicine, 2008, Gunja publisher, 2007

- [2] Department of Medical Sciences, College of Oriental Medicine, Kyung Hee University, Medical practice materials, 2007.
- [3] Jinhuijeong, "The development of web-based decision tree program for the analysis of clinical information, ideas constitution", Korea Institute of Oriental Medicine. 12: 81-87, 2008.
- [4] Lim, Sung - Soo Lee, Kyoung - Joung, "Considering the form of arterial pressure oscillometric Model Analysis", Journal of Biomedical Engineering Research, Volume 21, Issue 4, pp. 411 - 417, 2000.
- [5] The journal of the Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication, v.12 no.4, pp.181-188, 2012
- [6] Jong-Won Kim, Sun-Gil Jung¹ and Do-Yeon Kim "Effects of fitness walking exercise on physique, BMI and physical fitness for 5th and 6th grade elementary children", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 13, No. 11 pp. 5005-5014, 2012
- [7] The journal of the Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication , v.12 no.2 , pp.243 - 249, 2012
- [8] M. C. P. Carrasquero, L. M. H. Bernard, H. Kobori, Y. Ozawa, K. S. H. Smith, L. L. Hamm, and L. G. Navar, Hypertension 44, 223 ,2004.
- [9] Oriental DR. Kimyanggu Clinic website <http://www.kykhani.com/board/view.php?id>
- [10] Jung, M. H. Effects of walking exercises on basic athletic capability of elementary school students. Unpublished master's thesis, Department of physical education graduate school Daegu national university of education, Daegu, 2005.
- [11] Dao, H. H., Frelut, M. L., Oberlin, F., Peres, G., Bourgeois, P., & Navarro, J. Effects of a multidisciplinary weight loss intervention on body composition in obese adolescents. International Journal of Obesity, Vol. 28, No. 2, pp. 290-299, 2004.
- [12] Hiroyasu YOSHIKAWA Takao IKEUCHI Yoshio KAI, Clinical Efficacy of Ninjin-Youei-To for Recovery of Reduced Physical Strength of the Patients after Prostate Hypertrophy Operation 日本東洋医学雑誌 第49巻第4号 617-622, 1999, [吉川裕康池内隆夫 甲斐祥生, 前立腺肥大症 術後患者の体力回復に對する人參養榮湯の有効性. - 虚實証判定スコアを用いた臨床効果の検討-]

※ 본 연구는 2012년도 보건복지가족부 한의약선도기술개발사업의 한방의료기기개발 과제(과제번호: B100030) 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

저자 소개

홍 유 식(중신회원)



- 1984년 : 경희대학교 전자공학과 (학사)
- 1989년 : 뉴욕공과대학교 전산학과 (석사)
- 1997년 : 경희대학교 전자공학과 (박사)
- 1985년 ~ 1987년 : 대한항공(N.Y.지점 근무)
- 1989년 ~ 1990년 : 삼성전자종합기술원연구원

• 1991년 ~ 현재 : 상지대학교 컴퓨터공학부 교수
 • 2006년 ~ 2011년 : 인터넷 방송통신 TV학회 부회장
 • 2006년 ~ 2010년 : 대한전자공학회 컴퓨터소사이티 회장
 <관심분야 : 퍼지 시스템, 전문가시스템, 신경망, 교통제어>

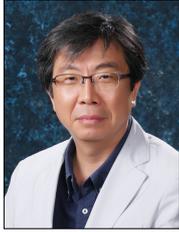
유 준 상(정회원)



- 상지대학교 학사(학사)
- 상지대학교 석사(석사)
- 상지대학교 박사(박사)
- 현재 : 상지대학교 부속 한방병원 사상체질과 과장 진료부장, 상지대학교 한의과대학 사상체질의학 교수, 사상체질학회 정회원, 정책기획이사

<관심분야 : 암, 대사증후군, 알레르기질환>

장 세 진(정회원)



- 1978년 3월 ~ 1982년 2월 : 연세대학교 사회학과 학사
- 1982년 3월 ~ 1984년 2월 : 연세대학교 사회학과 석사
- 1987년 9월 ~ 1992년 8월 : 연세대학교 사회학과 박사
- 2006년 5월 ~ 2008년 5월 : 한국직무스트레스학회 회장

- 2011년 1월 ~ 2012년 12월 : 한국보건사회학회 회장
- 2007년 3월 ~ 현재 : 연세대 원주의대 직업환경의학연구소 소장
- 2011년 3월 ~ 현재 : 연세대학교 원주의과대학 의학도서관장

남 동 현(정회원)



- 1999년 : 경희대학교 한의학과 졸업.
- 2002년 : 동 대학원 한의학석사.
- 2008년 : 동 대학원 한의학박사.
- 1999년 ~ 2003년 : 경희의료원 한방병원 침과과전문의
- 2006년 ~ 2010년 : 경희대학교 동서신의학병원 척추센터 임상조교수
- 2010년 ~ 현재 : 상지대학교 한의과

대학 진단생기능 의학교실 조교수

<관심분야 : 뇌혈관질환, 파킨슨질환, 레이저치료>

유 문 성(정회원)



- 한국 : 서울대학교 응용수학과 졸업 (학사)
- 미국 : Indiana University, Computer Science 석사
- 미국 : Louisiana State University, Computer Science 박사
- 현재 : 상지대학교 컴퓨터공학부 교수, 현대건설 전산실 프로그래머 및 시스템

분석가, 한국 개발 연구원 전산실 선임 연구원, 시스템 분석가, 한국인터넷학회 편집위원, 대한 전자공학회 편집이사, 인터넷방송통신학회 이사

이 상 석(정회원)



- 1992년 3월 ~ 1993년 2월 : KAIST 전자세라믹센터 연구원
- 1994년 3월 ~ 현재 : 상지대학교 한방의료공학과 교수
- 1999년 9월 ~ 2000년 8월 : (미)스텐 퍼드대학교 재료공학과 Post-doc 및 방문연구원
- 2002년 2월 ~ 2004년 2월 : 상지대학교

교 생명과학연구소장

- 2005년 9월 ~ 2006년 2월 : 서울대학교 물리천문학부 교류교수
 - 2007년 4월 ~ 2012년 8월 : 한방의료기기산업진흥센터 센터장
- <관심분야 : 한양방복합의료기기, 프리모시스템, 나노자성 바이스자 연구개발>

이 우 범(정회원)



- 1995년 : 영남대학교 컴퓨터공학과 학사
- 1997년 : 영남대학교 컴퓨터공학과 석사
- 2000년 : 영남대학교 컴퓨터공학과 박사
- 2000년 3월-2004년 2월 : 대구과학대학교 컴퓨터공학과 교수
- 2004년 3월-2007년 2월 : 영남대학교 전자정보공학부 컴퓨터전공 특임교수
- 2007년 3월-현재 : 상지대학교 컴퓨터

정보공학부 교수

<관심분야 : 뉴로비전컴퓨팅, IT융합의료기(한방의료영상), 제스처인식>

선 승 호(정회원)



- 상지대학교 학사(학사)
 - 상지대학교 석사(석사)
 - 상지대학교 박사(박사)
 - 현재 : 상지대학교 부속한방병원 진료과장, 한방중풍학회 이사, 의약품 및 의료기기, 임상시험심사위원회 간사
- <관심분야 : 뇌혈관질환, 파킨슨질환, 레이저치료>

최 명 복(중신회원)



- 1997년 ~ 현재 : 강릉원주대학교 멀티미디어공학과 교수
- 2004년 1월 ~ 현재 : 한국인터넷방송통신학회 이사

<관심분야 : 지능형 정보검색, 퍼지응용, 지식표현, 신경망, 임베디드 및 유비쿼터스 응용, 지능형 교통제어, 소프트웨어 공학, 알고리즘>