

퍼지 논리를 이용한 12경락의 온열진단 시스템의 구현

金炳華[○], 沈連求, 呂成元, 安鉉植, 金道鉉

국민대학교 전자공학과

Implementation of a Heating Diagnosis System of 12 Blood Vessels by Using Fuzzy Logic

Byung-Hwa Kim[○], Youn-Goo Shim, Sung-Won Yeo, Hyun-Sik Ahn and Do-Hyun Kim

Dept. of Electronics Engineering, Kookmin University

In this paper, we heat 12 blood vessels which are ends of limbs of a body and measure the time for the patient to feel the pain. Using the time data and the fuzzy rule base, we implement a diagnosis system which can inform the present condition of the patient. It is shown by experiments that the proposed diagnosis system yields reasonable results and it can be easily utilized by beginners.

1. 서론

한의학은 동양 문화권에서 수천년에 걸쳐 전승된 의학이지만 서양의학에 비해 상대적으로 과학 기술의 적용이 활발하지 못했다. 서양의학의 진단법은 생화학적, 병리조직학적, 의공학적인 방법 등 정량적인 검사방법을 이용하므로 비교적 진단이 정밀하고 객관성을 띠고 있지만, 한의학은 의사의 주관성이 개입되는 오감을 통해 수집된 생리적인 각종 정보를 경락설, 음양 오행설 등의 이론을 적용하여 병증을 구분하고 치료방향을 결정하기 때문에 서양의학에 비해 객관성이 결여되어 있다고 할 수 있다[1]. 따라서 한의학 진단과 치료를 객관화하기 위해서는 의사의 오감에만 의존하는 것으로부터 탈피하여 기계적으로 계측가능한 임상정보를 이용하여 정량화할 필요가 있다.

최근에는 국내에서도 한의학을 과학적으로 체계화시키기 위한 기초적인 연구가 진행되고 있다. 그러나 이러한 연구들은 생체신호를 단순히 정량화하고 시각화 및 객관화하려는 시도에 그칠 뿐, 우리 고유의 침구학 등과 관련된 12경락과 관계된 연구는 전무한 상태이다. 동양의학적 진단방법에서는 치료방법을 결정하기 위해서 동양의학적 진단에 의해 환자의 "證"을 정확하게 판단하려고 한다. 즉 침구치료의 경우, 가사 위계양이든 위염이든 비경의 虛證이라는 진단이 결정되면, 치료법은 같은 것으로 되기 때문이다[2]. 여기서 "證"이란 12경락의 虛 및 實을 말한다.

따라서 본 연구에서는 인체의 12경락의 수족 말단인 정혈을 온열기로 가열하여 환자가 참을 수 있는 시간을 측정하고, 퍼지 논리를 이용하여 각 경락의 虛實을 진단하는 온열진단시스템을 제안한다.

2. 온열진단

경락은 인체의 기혈전맥이 운행하는 통로로서 전신의 곳곳에 분포되어 인체의 각 부분을 밀접하게 연결하여 전체를 통일체로서 기능을 발현시켜 주는 곳이다. 현대 의학적인 실체와의 관련은 명확하지 않으나 여러 가지 현상으로부터 귀납하여 얻어진

한의학의 독특한 인식이다. 경락에는 정경이라는 12경맥과 기경이라는 8경맥이 있으나 본 연구에서는 12경맥을 주로 지칭한다. 12경맥은 각각 1개의 장부와 직접 연결되어 있어, 臟에 속하는 경맥을 음경, 腑에 속하는 경맥을 양경이라 하는데 음경을 사지 내측을, 양경은 사지 외측을 순행한다[3].

12경락에는 약 350개의 정혈이 분포되어 있으나 이 많은 정혈은 결국 수족의 말단 부위인 정혈에서 그 시말을 두고 있으므로, 대표적으로 정혈 그 자체의 한열을 파악하면 12경락의 한열 즉 虛實을 알 수가 있다. 한열을 측정하는 방법은 정혈의 2-3mm 정도의 범위를 온열로서 가열하여 환자가 아주 뜨겁다고 느낄 때까지의 시간을 측정하는 것이다. 가열하는 온열의 세기를 조절하여 정상적인 경락에서 10초 정도 이내에서 포화점이 되도록 하면, 해당 경락의 활성 정도에 따라 측정시간은 각각 다르게 나타나는데, 크게 대별하여 그림 1과 같이 흥분상태, 정상상태(생리적 범위의 상태) 및 억제상태의 3가지로 구분한다.

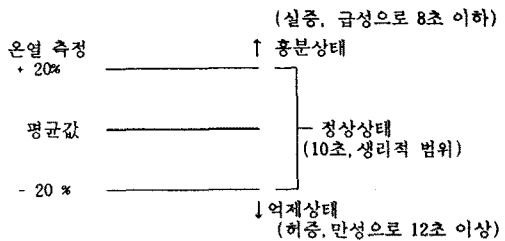


그림 1. 경락의 흥분, 정상 및 억제상태

이때 각 측정값을 도식으로 나타내며, 측정시간의 장단에 의해서 신체의 異常有無를 진단하는데, 한 경락에서 좌우 현저한 격차가 있거나 생리적 범위를 벗어나는 경우를 異常이라고 본다. 대표측정점은 좌측 12개소, 우측 12개소로서 모두 24개소이며, 좌측과 우측의 측정점은 똑 같다. 경락에 異常이 있을 때 흥분점은 억제하여야 하고, 억제점은 흥분시켜야 한다. 대표측정점과 흥분점, 억제점, 음양,五行은 표 1과 같다[4].

표 1. 12경락의 대표측정점과 흥분점, 억제점, 음양 및 오행

기호	H1	H2	H3	H4	H5	H6
臟腑	肺	大腸	心包	三焦	心	小腸
대표측정점	少商	商陽	中衝	關衝	少衝	少澤
흥분점	太淵	曲池	中衝	中渚	少衝	後谿
억제점	尺澤	二間	太陵	天井	神門	小海
陰陽	陰	陽	陰	陽	陰	陽
五行	金	金	相火	相火	君火	君火
기호	F1	F2	F3	F4	F5	F6
臟腑	脾	肝	胃	膽	腎	膀胱
대표측정점	隱白	大敦	厲兌	俠谿	足9	至陰
흥분점	太都	曲泉	解谿	俠谿	復溜	至陰
억제점	商丘	行間	厲兌	陽輔	湧泉	束骨
陰陽	陰	陰	陽	陽	陰	陽
五行	土	木	土	木	水	水

3. 시스템의 구성

본 진단시스템은 온열기와 진단 소프트웨어로 구성된다.

3.1 온열기

온열기는 히터, 송풍기, 초시계, 푸푸브 및 지지대로 구성되는데, 푸푸브의 직경은 4mm이며, 지지대는 측정시 진단자의 떨림을 방지하고 체표로부터 일정한 거리를 유지하기 위한 것이다.

3.2 진단 소프트웨어

전체적인 진단시스템은 그림 2와 같이 진행된다. 온열기로 측정된 24개소의 측정값은 화경락은 화이트를 1.2, 수경락은 0.8로 하는 등의 전처리 과정을 거쳐, 퍼지논리에 의한 기본 진단을 하여 12경락의 虛實과 오행, 좌우, 상하 등의 비교치를 도식으로 출력하고, 2차적으로 12경락의 좌우 각 모열의 압통 유무를 절진하여 그 경중에 따라 각 경락의 虛實정도를 가감하는 후처리를 행하므로써 최종 진단결과를 출력하도록 한다.

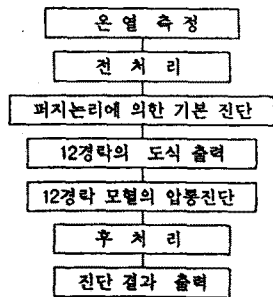


그림 2. 진단과정

진단과정을 간략하게 설명하면 다음과 같다.

전처리는 24개의 측정값을 그림 3과 같은 weight를 곱하여 그 값을 일반화시킨다. 이는 화경락은 뜨겁고, 수경락은 차다고 보며, 목경락은 뜨거운 쪽에, 금경락은 차거운 쪽에 가깝다고 보기 때문이다.

목경락	1.1
화경락	1.2
토경락	0.8
금경락	0.9
수경락	0.8

그림 3. 경락의 weight.

온열 측정에서는 보통 두가지의 진단기준이 있는데, 첫째는 평균값보다 20%가 많으면 實證으로, 20%가 적으면 虛證으로 진단하고, 둘째는 좌우가 심하게 차이되면 病證이 심하다고 진단한다. 본 연구의 퍼지진단시 입력은 24개의 전처리된 측정값 V와 12개의 좌우 배수치 M이고, 출력은 좌우 24개 경락의 虛實 정도 G이다. 본 진단에서는 퍼지화(Fuzzification) 방법으로는 Nonsingleton 방법을, 퍼지 추론(Fuzzy Inference) 방법으로는 Min-Max 방법을, 비퍼지화(Defuzzification) 방법으로는 무게중심법을 이용하였다[5][6].

입력 V의 적합도 함수의 형태는 그림 4와 같고, 언어 변수는 표 2와 같다. 여기서 $\mu(V)$ 는 V에 관한 적합도 함수값이다.

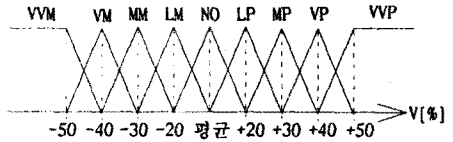


그림 4. 입력 V의 적합도 함수.

표 2. 입력 V의 언어변수 집합

VVP	Very Very Plus, 최대로 뜨거움
VP	Very Plus, 대단히 뜨거움
MP	Middle Plus, 중정도 뜨거움
LP	Little Plus, 약간 뜨거움
NO	Normal, 정상
LM	Little Minus, 약간 차가움
MM	Middle Minus, 중정도 차가움
VM	Very Minus, 대단히 차가움
VVM	Very Very Minus, 최대로 차가움

입력 M의 적합도 함수의 형태는 그림 5와 같고, 언어 변수는 표 3과 같다. 여기서 $\mu(M)$ 는 M에 관한 적합도 함수값이다.

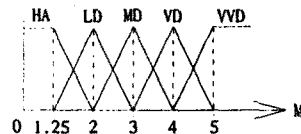


그림 5. 입력 M의 적합도 함수.

표 3. 입력 M의 언어변수 집합

HA	Harmony, 조화로움
LD	Little Disharmony, 약간 부조화함
MD	Middle Disharmony, 중정도 부조화함
VD	Very Disharmony, 대단히 부조화함
VVD	Very Very Disharmony, 최대로 부조화함

또 출력 G의 적합도 함수의 형태는 그림 6과 같고, 언어 변수는 표 4와 같다. 여기서 $\mu(G)$ 는 G에 관한 적합도 함수값이다.

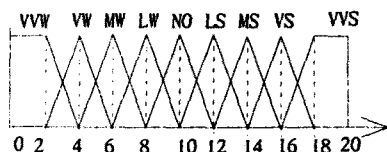


그림 6. 출력 G의 적합도 함수.

표 4. 출력 G의 언어변수 집합

VVS	Very Very Strong, 최대로 실함
VS	Very Strong, 대단히 실함
MS	Middle Strong, 중정도 실함
LS	Little Strong, 약간 실함
NO	Normal, 정상
LW	Little Weak, 약간 허함
MW	Middle Weak, 중정도 허함
VW	Very Weak, 대단히 허함
VVW	Very Very Weak, 최대로 허함

피지 진단에 사용된 규칙들은 표 5와 같다.

표 5. 피지 진단의 룰 테이블

MV	VVP	VP	MP	LP	NO	LM	MM	VM	VVM
HA	VS	LS	NO	NO	NO	NO	LW	VW	
LD	VS	MS	LS	NO	NO	NO	LW	MW	VW
MD	VVS	VS	MS	MS	NO	MW	MW	VW	VVW
VD	VVS	VVS	VS	MS	NO	MW	VW	VW	VVW
VVD	VVS	VVS	VS	VS	NO	VW	VW	VVW	VVW

腹母穴診斷은 臟腑 혹은 경락에 異常이 있을 때 복부의 상용하는 부위에 異常反應이 나타나는 곳으로써 임상적으로 많이 이용하는 곳으로 서양의학과는 다르게 복벽의 파민성의 강약, 복벽의 경연(긴장도와 탄력성), 경결, 압통의 유무, 복강내의 상태(위부의 진수음, 복명), 복부동맥의 박동향진과 유무 및 정도, 복부의 상하 또는 좌우의 비교 등을 목표로 한다[7]. 복모혈의 경형과 臟腑의 배속은 표 6과 같다.

표 6. 복모혈의 경형과 장부의 배속

陰陽	陰症(臟)					
五行	木	火	土	金	水	
臟腑	肝	心	心包	脾	肺	腎
母穴	門	巨厥	檀中	車門	中付	京門
陰陽	陽症(腑)					
五行	木	火	土	金	水	
臟腑	膽	三焦	小腸	胃	大腸	膀胱
母穴	月	石門	關元	中脘	天樞	中極

본 연구에서는 그 압통정도를 표 7과 같이 설정했다. 압통 정도는 피지진단에 사용되지 않고 후처리에 사용되거나 생략 가능하다.

표 7. 모혈의 압통에 관한 언어 변수

NO	Normal, 정상
LA	Little Ache, 약간 아픔
MA	Middle Ache, 중정도 아픔
VA	Very Ache, 대단히 아픔
VVA	Very Very Ache, 손대지 못할 정도로 아픔

후처리는 피지 진단까지의 각 결과를 모혈의 압통 정도를 참조로 하여 조정하도록 한다.

4. 실험 결과

본 실험에 사용된 컴퓨터는 IBM PC/486-DX 66이며 하드웨어로는 온열측정기, 운영 소프트웨어로는 온열측정 프로그램, 데이터베이스 화일, 피지진단 프로그램으로 Visual Basic 언어로 구현되었다. 실험 결과는 아래와 같다.

그림 7은 측정된 24개소의 온열치를 입력받아 전체리를 거쳐 도식으로 나타낸 것이다. 중앙의 수평선은 평균치를 나타내고, 상하의 수평선은 평균치의 ±20%를 나타낸 것이다.

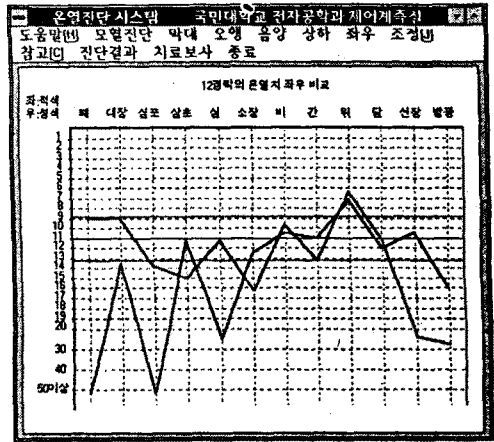


그림 7. 12경락의 온열치 좌우 비교 화면

그림 8은 그림 7에서 판단하기 어려운 각 경락의 虛實 정도를 쉽게 판단할 수 있도록 막대 차트를 이용하여 시각화한 것이다.

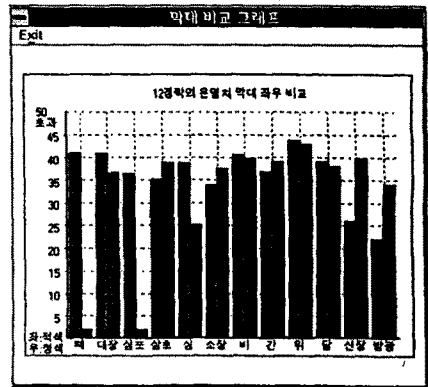


그림 8. 12경락의 온열치 막대 좌우 비교 화면

그림 9는 12경락에서 木火土金水의 오행, 음양, 신체의 상하 및 좌우의 虛實 정도를 즉시 비교해 볼 수 있도록 나타낸 것이다.

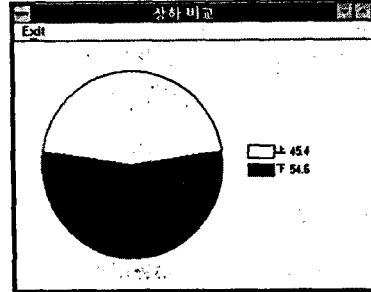
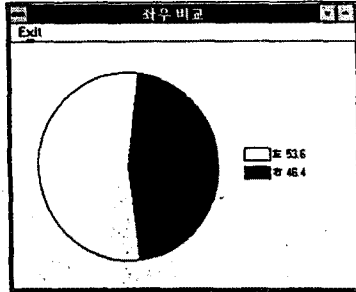
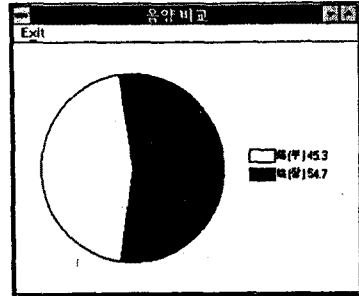
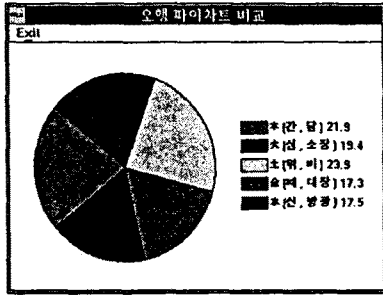


그림 9. 오행, 음양, 상하 및 좌우의 비교 화면

진단 결과												
Exit	패	대장	심포	삼초	심	소장	비	간	위	담	신	방광
좌	19	18.2	7.6	8.5	14.2	6.6	16.2	10	18.9	13.6	2	1.9
우	2	8.6	2	13	2	10.7	15.1	13.6	18.9	11.2	18.1	6.6

Exit	패	대장	심포	삼초	심	소장	비	간	위	담	신	방광
좌	VVS	VS					MS		VVS		VVW	VVW
우	VVW	VVW		VVW			MS		VVS		VS	

그림 10. 피지 진단의 결과

피지 진단의 결과는 그림 10과 같다. 위의 그림은 각 경락의 출력값을, 아래의 그림은 출력 피지들에 해당하는 언어변수로 나타내었고, LW, IS 및 정상인 경우에는 공백으로 나타내었다. 여기서 치료자는 VVW(Very Very Weak)나 VVS(Very Very Strong)에 주의하여 치료방침을 세우면 좋을 것이다.

5. 결론

본 연구에서는 12경락의 온열진단시스템을 제안하였다. 제안된 진단시스템은 온열기로 각 경락의 좌우 대표측정점을 측정 한 후 피지 논리를 이용하여 구형해 초보자도 쉽게 진단과정을 수행할 수가 있고, 진단결과를 즉시 알 수 있음을 보였다. 그리고 치료방침을 즉시 세워 침구 및 지압 등의 자극을 가하여 이전의 결과와 비교 대조해 볼 수도 있다. 앞으로 진단의 정확성을 높일 수 있는 대표질문의 설정과 그 신뢰도 검증으로 진단의 정확성을 보장받고, 치료방침까지도 제시해 줄 수 있는 시스템을 개발하여야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] 김홍오, 鍼處方을 위한 專門家시스템 具現에 關한 研究, 명지대학교 박사학위논문, 1991.
- [2] 申泰鎭, 침구를 위한 진단과 치료, 書苑堂, 1992.
- [3] 鄭進機, 趙弼衡, 중의학개론, 계축문화사, 1986.
- [4] 김도현, 김병화, 안현식, "신경회로망을 이용한 針·指壓의 複合診斷 시스템의 具顯," 대한전자공학회 논문지 제32권 B권 제3호, pp. 512-520, 1995.
- [5] Li-Xin Wang, *Adaptive Fuzzy Systems and Control: Design and Stability Analysis*, Prentice-Hall International Inc., 1994.
- [6] 이광형, 오길록, 피지 이론 및 응용 I 권: 이론, 홍릉과학출판사, 1991.
- [7] 이효구, 針灸大論, 동의학회, 1980.