

논문 2012-49CI-2-4

지능을 이용한 전자침 구현

(Implementation of Electronic Accupuncture using Intelligence)

홍 유 식*, 김 홍 균**, 김 천 식***, 정 명 희****

(YouSilk Hong, Hongkyun Kim, ChunSik Kim, and MyoungHee Chung)

요 약

최근, 한방진료를 과학화하려는 연구가 진행 중 이다. 뿐만 아니라 한양방 협진을 통해서 한방과 양방의 장점을 이용하여 새로운 의료 진료를 하려는 연구가 이루어지고 있다. 본 논문에서는 퍼지규칙 및 USN 기술을 이용해서, 언제 어디서나, 인체의 경락점에 대한 메뉴기능이 내장된 휴대폰에 사용자의 선택으로 메뉴 항목을 선택하면, 퍼지규칙을 이용하여, 자동으로 환자의 신체 조건을 감지하고, 맥류 전압을 발진시키는 지능형 전자 침을 개발하고자한다.

Abstract

Recently, the scientific study from traditional oriental medicine is being progressed. Moreover, through both oriental medicine and medicine are cooperated with medical examination and treatment, the study in cooperation of merits from oriental medicine as well as from medicine is progressed. In this paper, we will develop automatic needle shot using fuzzy rules and USN techniques, which a user can choose meridian pathways from the menu items built in the cellular phone, so it can perceive patient's body conditions and launch an aneurysm electric pressure of a cycle.

Keywords : 전자침 , 퍼지 규칙, 맥진 , 예측알고리즘

I. 서 론

많은 양방 병원은 EMR 설치가 보편화 되어서 환자 진료 및 관리를 효율적으로 하고 있지만 한방병원은 아직까지 일부 병원만 EMR 차트가 설치되고 있는 상태이다^[1~3]. 한방병원에서는 맥진, 청진, 설진 문진을 통해

서 환자의 정확한 질병을 추론하고 있다.

한방 진료 에서 설진 개념은 혀의 색깔 및 설질 상태를 관찰하여 환자의 건강상태를 판단하는 기법이고 맥진 개념은 맥 파형이 빠르고 늦음, 맥의 강도, 맥의 깊이 등에 관한 방법으로 환자의 질병을 28가지 유형으로 판단하는 방법이다^[4~7]. 만약, 맥진파형이 강하고 설진 데이터가 좋은 환자이면 건강 상태가 좋은 상태로 판단하게 된다. 그러나 맥진에서는 환자의 맥파형 상태가 허중 이거나 삼맥으로 판정이 되면 이러한 환자는 정밀 진단을 추가로 해야 된다. 왜냐하면 한방 진료 에서는, 환자 맥진 데이터가 성별, 연령, 혈관 두께 의 종류에 따라서 환자의 건강 상태가 달라 질 수 있기 때문이다. 본 논문 에서는 이러한 문제점을 해결하기위해서 퍼지 논리와 퍼지 추론 규칙을 이용하여 맥진 및 설진을 고려하여 정확한 환자의 질병을 추론하는 과정을 모의실험 하였다^[8~12]. 본 논문에서는 퍼지논리와 퍼지 추론 규칙을 이용하여 환자신체조건 적합한 최적의 자침시간

* 평생회원, 상지대학교 컴퓨터 정보공학부 (Department of Computer Science Sangji University)
** 정회원, 한밭대학교 전기공학과 (Department of Electrical Engineering HanBat University)
*** 정회원, 세종대학교 컴퓨터공학과 (Department of Computer Science Sejong University)
**** 정회원, 안양대학교 디지털미디어공학과 (Department of Digital Media &Computer Science Anyang University)

※ 본 논문은 2011년도 중기청 연구비로 실행되었습니다.

접수일자: 2011년2월15일, 수정완료일: 2012년3월5일

산출하는 과정을 모의실험 하고자한다. 본 논문에서는 정확한 자침시간을 산출하기위해서 신체조건, 병세조건, 나이조건 3가지로 분류를 하였다. 그러나, 이러한 분류 기법은 환자의 병세조건에 따라서 크게 달라지기 때문에 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기위해서 병세조건을 고려한 퍼지규칙을 이용하여 최적의 자침시간을 산출하였다. 기존의 자침시간은 30분으로 고정되어 있으나, 본 논문에서는 환자 조건을 고려하여 자침시간을 연장하거나 단축할 수 있는 모의실험을 하였다. 뿐만아니라, 휴대폰에서 간단한 초기 화면에 병명을 입력하면 혈점위치를 휴대폰 화면에서 보여주기 때문에 기존의 전자침에서는 자침위치를 정확하게 몰라서 혈점위치를 찾는데에 많은 어려움 있었지만 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 전자침 알고리즘 에 관해서 알아보고 III장에서는 지능형 전자침을 구현하기 위한 맥진 및 경혈 점에 관해서 알아보고 IV장에서는 전자 침 모의실험결과를 알아보고 V장에서는 결론을 맺는다.

II. 전자침 알고리즘

본 논문에서는 그림 1에서 보는 것과 같이 각 손가락의 PAD에 전기 자극을 인가했을 때에 환자의 아픈 부위에 따라 신체의 미소 신호 전위가 변화되는 상태를 센싱 하여 환자가 어떠한 질병에 걸렸는지를 판단하는 알고리즘을 제시한다. 원래 인간은, 어떤 조직에 상처를 받게 되면 그 부위는 주위 조직보다 전기 저항이 높아지게 된다. 왜냐하면, 인간은 본래부터 가지고 있는 고유의 전류가 상처 부위에서는 전기저항이 높기 때문에 전류가 잘 통과하지 못하는 특징이 있기 때문이다. 그러므로 상처 부위는 전류가 적게 흐르게 되고 그 결과, 세포의 절대 전류량이 적어지는 특성이 있기 때문이다. 멀티 PAD 를 이용해서 5 손가락에 전기 자극을 가 했을 때에 통증을 느끼면 그 손가락 부위에 위치한 반사구에 해당하는 장부가 아프다는 한방 지식을 이용해서 환자의 질병을 예측하는 모의실험을 하였다. 그러므로, 반사구인 손에 위치한 간 기맥에 수지침 혈점에 관한 전기 자극을 주었을 때에 주 반사구인 간장 주위의 통증이 생기는 경우에는 이러한 환자는 간 기맥에 문제가 있다고 한의사 가 판단하는 질병 판단 이론을 이용해서, 본 논문에서는 멀티 PAD 를 이용해서 환자의 질병을 판단하는 하드웨어를 구현하였다. 이 시스템

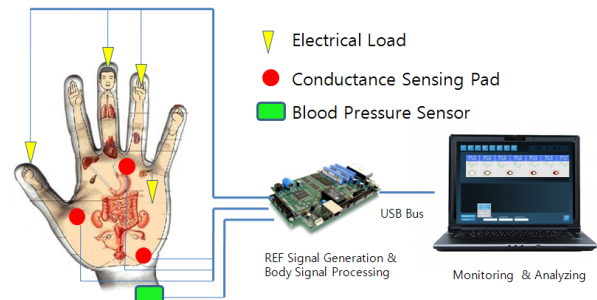


그림 1. 전자침 다이어그램
Fig. 1. Electroacupuncture diagram

은 크게 3부분으로 나뉜다. 첫째는 맥진단과 인체 문제되는 부분의 전기적 전도도(Conductance)를 센싱하는 센서와 환자의 상태에 따라 전기 전달 신호의 강약 패턴을 조절할 수 있도록 해주는 기준신호 발생부를 포함하는 센싱부로 구성되고 둘째는 이러한 신호를 생성하고 퍼지인지를 통해 신호를 측정하고 분류하는 하드웨어 파트인 DSP(Digital Signal Processor) Board 로 구성된다. 마지막으로 세 번째 파트는 DSP Board에서 전달된 신호를 실시간으로 화면에 표출하며 환자의 상태에 따른 진단과 판단을 도와주는 분석용 소프트웨어와 이를 실현하는 컴퓨터장치로 구성된다. 본 논문에서 제시하는 지능형 맥과 판단 시스템 구현을 위한 DSP Board는 실험을 위해 이러한 다양한 패턴에 대응이 되게끔 설계되어 있으며 또한 환자의 아픈 부위에 따라 신체의 미소 신호 전위가 변화되는 상태를 동시에 센싱할 수 있도록 설계되어 있다.

그림 1은 전자침 혈점을 알려주는 DSP모의실험 결과를 보여주고 있다. 일반적으로 인체에는 염증 반응 및 각종 질병, 암이 유발되면 인간은 통증, 국소 발열, 부종, 발작 등이 나타나게 된다. 그러므로 인간은 피부 및 신체 조직에 염증이나 상처를 받으면 신체 및 근육은 자신을 보호하기 위하여 수축을 하게 된다. 다시 말해서, 상처받은 신체조직 이나, 근육이 수축하면 혈류량이 줄어드는 결과가 되어 드디어 산소의 양도 줄고, 영양서의 양도 줄게 된다. 뿐만 아니라 노폐물은 배설되지 않고 쌓이게 된다. 이러한 증상이 바로 근육에서 통증이 일어나는 주요 원인이다. 이러한 가설을 입증하는 사실은 여드름, 아토피 그리고 검버섯 등이 나온 부위는 전기저항이 높아 부도체(전기저항이 높아 전류가 흐르지 않는 물체)가 되어 산소공급을 제대로 받지 못해 피부의 질서(Skin Disorder)가 무너져 발생하기 때문에 피부에 염증이 생기거나 피부조직이 죽어서 아토피나

검 버섯이 나는 것이다. 그러므로 본 논문에서는 이러한 멀티 PAD에 전기 자극을 가 할때에 환자의 손 반사 구에 통증을 느끼는 부분을 감지하여, 반사 구에 대응하는 장기를 환자의 질병으로 판단하는 모의실험을 하였다.

III. 질병 추론 알고리즘

국내에서 개발되고 있는 전자침은 60% 이상이 저주파를 이용한 방식과 침에 전기 적인 특성을 이용해서 순간적인 전기적인 자극 + 침을 이용한 침이 40% 정도 개발 되고 있다. 저주파를 이용하여 인체의 환부를 치료할 수 있게 한 저주파 치료기가 공시된 바 있으나, 이는 +, -의 치료용 전극을 치료 환부에 접하여 저주파 신호를 인가하도록 한 단순한 주파수(16~32Hz) 발생장치로서 환자 치료에 필요한 초주파수대(소수점 3자리 수준 Hz)를 제공하지 못하고 막연하게 15~30Hz 라고 가정한 불확실한 주파수를 사용하고 있어 효과적인 치료를 할 수 없는 실정이다. 뿐만 아니라, 환자의 성별 및 연령, 병세를 고려 하지않기 때문에 정확한 혈점을 찾지 못하고 자침시간 및 자침강도를 결정하지 못하기 때문에 연약한 피부인 노약자나 어린이에게는 전자 침 치료 후에 멍이 들거나 피부에 상처를 입는 문제점이 발생한다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해서, 지능형 퍼지기법을 이용해서 환자의 조건에 적합한 자침시각 및 강도를 조정하고자 한다. 아울러서, 자침을 하는 동안에 음악 및 미술치료를 통해서 최적의 자침 효과를 얻을 수 있는 SW 연구이다. 한방에서는 맥박의 박동상태를 관찰해서 사람의 건강과 질병 상황을 알아볼 수 있기 때문에 한방치료에서는 맥을 중요하게 판단하고 있다. 예를 들어 심장이 뛰지 않고 갑자기 정지하게 되면 이것은 매우 위험한 상태로써 삶을 마감하는 순간이 되며 이러한 심장의 상태는 맥으로 판단할 수 있다. 옛날부터 한의사는 맥을 중요한 진단 자료로 여겨 왔다. 그러나 기존의 맥진기 문제점으로는 맥과 검출 센서가 정확하게 요골동맥에 위치했는지를 알 수 없으며, 체형이 다른 경우에는 팔뚝이 굵은 사람 및 팔뚝이 가는 사람일 경우에는 정확한 맥진이 어렵다. 아나로그 방식의 맥진기는 맥파의 정량화가 매우 어려운 문제점이 발생하며, 팔뚝이 똑같은 사람이라도 혈관이 두꺼운 사람과 얇은 사람이 있기 때문에 정확한 맥진이 어렵다. 그러므로 이러한 문제점을 해결하기 위해

서 한의사가 단순히, 환자의 손을 쥐면 맥의 크고 작음, 강하고 약함, 느리고 빠름과 같은 기초적인 생체신호 데이터만 판단하는 것이 아니라, 기본적으로 정량적인 맥의 크고 작은 현상과 더불어서, 신체 특성인 피부 두께 및 혈관의 굵기의 차이를 고려한 미세한 맥진 파형의 분석을 하고 있다. 본 논문에서는 맥의 강하고 약함을 2차 미분 맥진 파형의 차이로 분석해서 환자의 건강 상태를 분석하는 알고리즘을 제시하였다. 갑자기 환자의 맥상에 큰 변화가 생겼다는 것은 질병이 있다는 것을 의미하는 것이며 신체 어느 부위에 위험요소가 발생했다는 것을 알려 주는 것이다. 뿐만 아니라, 인체의 혈류량의 측정은 혈압의 측정 및 혈액의 물질 운반이 어떻게 일어나는가를 아는 매우 중요한 지표가 된다^[5-6]. 그러나 기존의 맥진은 성별 및 연령, 피부상태 등을 충분히 고려하지 않아 정확한 맥과 측정점을 찾지 못하기 때문에 연약한 피부인 노약자나 어린이에게는 정확한 맥진을 하지 못하는 문제점이 발생한다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해서, 지능형 퍼지기법을 이용해서 환자의 신체조건을 고려한 최적의 맥진을 하는 연구이다^[7-10].

IV. 모의 실험

지능형 맥파판단을 위한 하드웨어 구성은 그림 2에 나타난 바와 같다. 시스템의 메인 DSP로는 TI사의 TMS320VC33을 사용하였고 Operand용 Flash ROM으로는 HY29F040을 사용하여 512K*8의 Opcode 저장능력을 갖도록 설계되어 있으며 512K*32의 Main Operating RAM 용량을 가지고 있다. 1개의 시리얼포트와 1개의 USB Bus, 12Bit 454KHz Sampling Rate를 갖춘 8 채널의 A/D(Analog to Digital Converter)를 내장했으며, 12Bit 1 μ s Settling Time을 갖는 D/A(Digital to Analog Converter) 4 채널을 내장하고 있다. 센서에서 측정된 신호는 AMP단에서 신호가 증폭된 뒤 1차 필터링을 거쳐 Isolation Amplifier 인 AD202를 통과한다.

그림 2는 DSP Board의 펌웨어 순서도를 나타낸다. 펌웨어의 실행순서는 크게 4개의 큰 맥락으로 구분될 수 있다. 메인처리를 담당하는 메인부와 센서신호 입력 처리 부, 센싱된 데이터를 토대로 정확한 정보 데이터를 생성하는 데이터 인텔싱 처리부, 그리고 결과 데이터를 생성하는 퍼지로지 구동부로 나눌 수 있다.

그림 3에서는 맥진시스템 알고리즘을 적용하여 환자

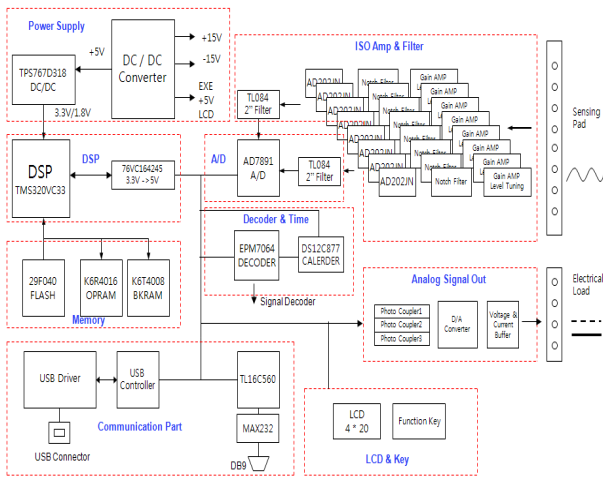


그림 2. 지능형 맥진 판단 시스템 전자칩 블럭 다이어그램

Fig. 2. Block Diagram of the DSP Board for Smart Pulse Wave Decision System.

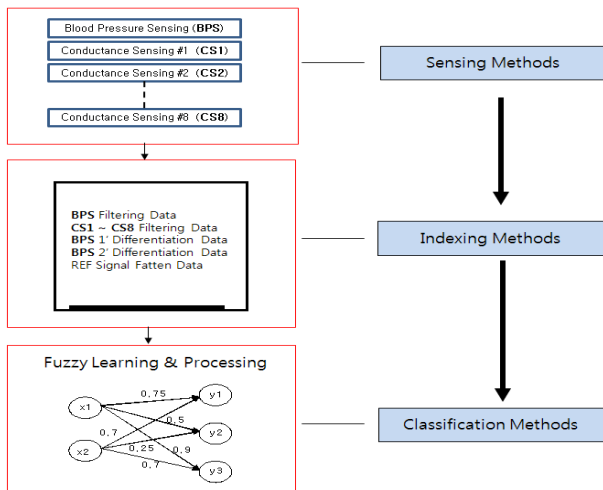


그림 3. 지능형 맥진 시스템.

Fig. 3. Intelligent Pulse wave system.

의 건강상태를 위협, 보통 정상의 3가지로 분류과정을 설명하고 있다.

그림 4는 정확한 환자의 질병을 추론하기 위해서 맥진파형을 2차미분해서 환자의 혈관노화도를 판단해서 환자의 질병 예측도를 판단하는 과정을 설명하고 있다. 1972년 일본의 Ozawa에 의해 최초로 기록되었다. 1978년 Ozawa는 가속도 맥파가 연령증가에 따라 일정한 패턴으로 변화함을 관찰하고 있다. 표 1에서는 실제 환자의 PPG 신호 데이터를 보여주고 있다.

표 1에서 보는 것처럼 같은 질병의 맥진 파형도 환자의 성별이나 나이, 기타 신체조건에 의해서 맥파의 강도 및 빠르기가 같지 않으므로 정확한 추론을 하기에는

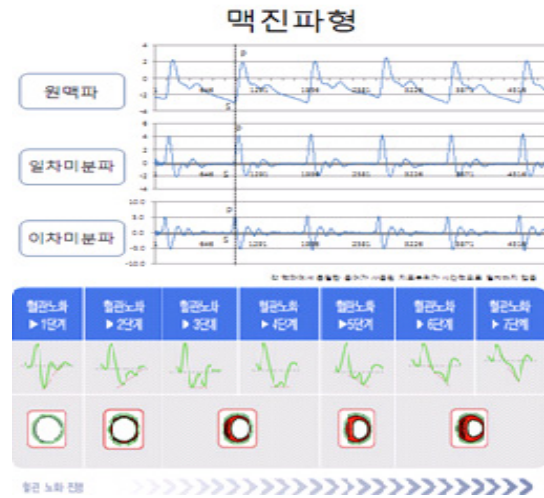


그림 4. 혈관 노화 단계

Fig. 4. Blood vessel aging step.

표 1. PPG 신호 데이터

Table 1. PPG signal data.

Type	성별	나이	b/a	c/a	d/a	e/a
A	M	37	-77.1346	-2.05485	-5.04787	14.1012
B	M	50	-59.6202	0.220391	-33.0869	16.20368
C	F	40	-47.6675	-10.7934	-43.8234	14.42984
D	F	44	-37.2225	-25.827	-34.3947	15.56957
E	M	56	-30.7311	-23.7569	-56.251	5.368899

매우 어려운 현상이 발생한다. 그러므로 본 논문에서는 똑같은 질병의 맥진 데이터 하도 결론이 두 개 이상의 서로 다른 추론값을 갖게 될 때에 정확한 추론을 하기 위해서 믿음값을 다시 계산하기 위해 사용하는 함수인 믿음값 결합함수를 사용하였다. .

$$\beta_c = \beta_{comb}(\beta_c, \beta_c^{old}) = \max(\beta_c, \beta_c^{old})$$

여기에서 β_c^{old} 는 이미 추론통로를 통해 도달한 결론에 대한 믿음값이고, β_c 는 다른 추론통로를 통해서 도달한 또 다른 결론의 믿음값이다. 퍼지규칙은 일반적으로 IF-THEN 형식으로 나타낼 수 있으며 퍼지추론 (fuzzy inference)이란 어떤 주어진 규칙으로부터 새로운 관계나 사실을 유추해 나가는 일련의 과정이다.

- Input : x is A' AND y is B'
- R¹ : IF x is A₁ AND y is B₁, THEN z is C₁
- OR R² : IF x is A₂ AND y is B₂, THEN z is C₂
-
- OR Rⁿ : IF x is A_n AND y is B_n, THEN z is C_n

Conclusion : z is C결합함수

표 2. 환자 조건을 고려한 퍼지규칙
Table 2. Patient conditions using fuzzy rules.

환자조건	최적조건	맥파 속도	맥파 강도	맥파 깊이
체중 조건	Y1H	Big	Med	Big
	Y2YM	Big	Med	Med
	Y3S	Med	Small	Small
나이 조건	Y2H	Big	Med	Small
	Y2M	Med	Med	Med
	Yy2L	Small	Small	Small
성별 조건	Y3H	Big	Med	Big
	Y2M	Med	Med	Med
	Y1L	Small	Small	Med

: 퍼지 생성규칙 결론이 두 개 이상의 서로 다른 믿음값을 갖게된다. 이러한 경우에 결론의 믿음값을 다시 계산하기 위해 사용하는 함수가 믿음값 결합함수이다. 예컨대 어떤 환자가 대동맥판막 폐쇄 부전증이 있었을 확률을 0.3 라고 한다면 대동맥판막이 정상일 확률은 0.7 이 된다. 그런데 이 애매한 상황에서 퍼지측도는 대동맥판막 폐쇄 부전증의 확률이 '가능성' 이 0.3 라고 해서 대동맥판막이 정상일 확률이 반드시 0.7 이라고 확정 판단할 수는 없는 것이다. 대동맥판막이 정상일 확률은 0.5 일 수도 있고 0.9 일 수도 있는 것이다. 왜냐하면 환자의 신체조건, 환자의 건강조건, 기타 질환의 유무 등의 수많은 변수가 있기 때문이다. 표 2에서는 환자의 질병이 같은 경우 일 때 환자의 체중조건, 나이조건, 성별조건을 고려한 퍼지규칙을 설명하고 있다.

표 2에서는 똑같은 환자의 설진 색깔을 자동으로 검색할 수 있는 기능을 보여주고 있다. 그러므로 본 논문에서는 보다 정확한 환자의 김령을 예측하기위해서 환자의 설진 및 맥진을 동시에 추론하여 정확한 질병을 추론하는 알고리즘 및 모의실험을 제안하였다. 그러나, 설진 및 맥진을 동시에 추론하기위해서는 환자의 신체조건 및 나이조건 성별 조건 등을 고려해야하므로 질병 확신도에 관한 믿음값을 산출하는 알고리즘을 제안하였다.

IF E1 AND E2 AND E3 THEN H

이때

$$CF(H,E) = CF(H,E1 \wedge E2 \wedge E3) = 0.8$$

$$MB(E1,e) = 0.6, MD(E1,e) = 0, CF(E1,e) = 0.6$$

$$MB(E2,e) = 0.3, MD(E2,e) = 0, CF(E2,e) = 0.3$$

$$MB(E3,e) = 0.5, MD(E3,e) = 0, CF(E3,e) = 0.5$$

이라고 할 때,

$$CF(E,e) = CF(E1 \wedge E2 \wedge E3,e)$$

$$= MB(E1 \wedge E2 \wedge E3,e) - MD(E1 \wedge E2 \wedge E3,e)$$

$$= \min(MB(E1,e), MB(E2,e), MB(E3,e)) - \max(MD(E1,e), MD(E2,e), MD(E3,e))$$

$$= \min[0.5, 0.6, 0.3] - 0$$

$$CF(H,e) = CF(E,e)CF(H,E)$$

$$= 0.3 \cdot 0.7$$

$$= 0.21$$

그림 5에서는 환자의 질병을 보다 정확하게 산출하기 위해서 맥진 및 설진 데이터를 2개 이상 추론할 때 신체조건등에 의해서 정확한 추론이 어려울 경우에 퍼지규칙 및 통계기반 확률 데이터를 이용한 믿음값을 이용한 최종 질병추론 산출과정을 설명하고 있다. 본 논문에서 사용할 질병 예측 시스템은 다음과 같으며, X축은 분석 분류에 이용할 요소이고, Y축은 변수의 값(과거 데이터 값)을 의미 한다.

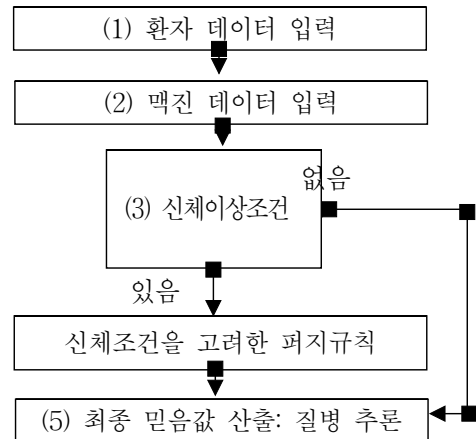


그림 5. 지능형 맥진 알고리즘
Fig. 5. Intelligence pulse wave algorithm.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \varepsilon \quad (1)$$

- 단, Y : 1차 서류 분류(live, death)
- X_1 : 종속변수에 영향을 주는 요인1
- X_2 : 종속변수에 영향을 주는 요인2
- X_3 : 종속변수에 영향을 주는 요인3
- ⋮
- X_{10} : 종속변수에 영향을 주는 요인10

본 논문에서 사용된 학습 신경망 구조는 다음과 같다.

- ① offsets, weight를 초기화 한다

- ② input, target의 패턴을 신경망에 제시
- ③ 출력 신경세포들의 에러와 델타를 구해서 은닉 층으로 역 전파 한다.

$$e_j = t_j - a_j$$

$$\delta_j = a_j (1 - a_j) e_j$$

- ④ 역 전파된 델타로부터 은닉층 신경세포들의 에러와 델타를 구해서 역 전파한다.

$$e_j = \sum_k w_{jk} \delta_k$$

$$\delta_j = a_j (1 - a_j) e_j$$

- ⑤ 델타 규칙에 의해서 연결가중치를 조절한다.

$$W(\text{new})_{ij} = W(\text{old})_{ij} + \alpha \delta_i a_j + \beta \Delta w_{ij}(\text{old})$$

$$\text{bias}(\text{new})_{ij} = \text{bias}(\text{old})_{ij} + \alpha \delta_i \cdot 1 + \beta \Delta \text{bias}_{ij}(\text{old})$$

- ⑥ 1-5 의 과정을 모든 입력패턴에 대해서 반복한다.
- ⑦ 4 과정을 신경망이 완전히 학습 될 때 까지 반복한다.

표 3은 한방 추론을 이용해서 환자의 질병을 예측하기 위한 신경망 학습 초기값 설정데이터를 설명하고 있다.

표 3. 신경망을 이용한 질병 예측 요소
Table 3. Disease estimate element that using neural network.

Input data	
변수1	환자 나이 : 20세 이하, 20-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60세 이상
변수2	성별 (남, 여)
변수3	병력 1년 이하, 1년, 3년, 5년, 10년 이상
변수4	체온 저온, 정상(36.5도), 고온
변수5	혈압 저 혈압, 정상, 고 혈압
변수6	체중 저체중, 정상, 과체중
변수7	신장 저신장, 정상, 고신장
변수8	맥진 데이터 (속도) 저속, 정상, 고속
변수9	맥진 데이터 (강도) 약함, 정상, 강함
변수10	설진 데이터 (설태량) 적음, 정상, 많음

그림 6은 다음과 같은 처리를 수행한다.

- ① 신경망을 이용하여 6개의 서로 다른 조건 테스트 데이터를 학습시킨다.

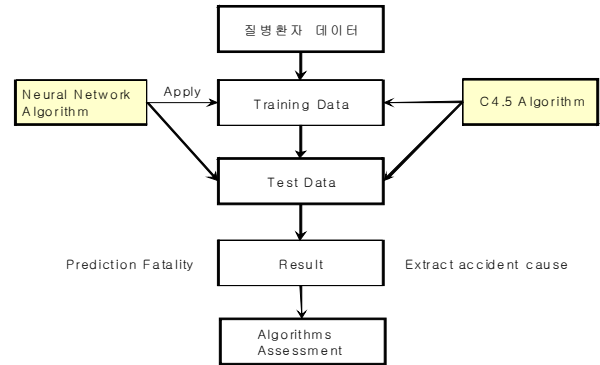


그림 6. 환자 추론 단계
Fig. 6. Inference procedures for patient.

- ② 6개의 테스트 데이터에 대하여 예측을 한 뒤 테스트 데이터와 예측 데이터의 오차를 계산한다.

$$Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n : \text{테스트 데이터}$$

$$\hat{Z}_1, \hat{Z}_2, \hat{Z}_3, \dots, \hat{Z}_n : \text{예측값}$$

$$e_i = Z_i - \hat{Z}_i \tag{1}$$

i 시점 시계열 테스트 자료와 예측 값에 대한 차이

$$Z_j' = Z_j + W(Z_j) \tag{2}$$

여기서, Z_j' 는 j 번째 특이 값으로 식별된 테스트 데이터 Z_j 의 수정된 값을 의미한다.

- ③ 후처리로 데이터 마이닝의 C4.5 알고리즘을 이용한다.

C4.5의사결정 나무를 형성하기 위하여 처음 수행하는 작업이 분할정복이다. 입력되는 훈련 집합이 성공적으로 분할 되도록 모든 하부 집합에 하나의 클래스가 속하는 경우들로 구성될 때까지 나무를 형성한다. 나무구조의 결정 규칙을 생성하기 위하여 각 단계에서 p개의 설명변수 중 어느 것에 의하여 가지분리를 할 것인가를 선택해야 한다. 이 때 결정 규칙들은 각기 다른 기준을 쓰는데, C4.5는 엔트로피 기준을 사용한다. 엔트로피(entropy)는 열역학에서 쓰는 개념으로 무질서도에 대한 측도이다. 자료집합 T가 Y에 의하여 k개의 범주로 분할되고 범주 비율이 p_1, \dots, p_k 라고 하자. T의 엔트로피는

$$Entropy(T) = - \sum_{i=1}^k p_i \log p_i$$

로 정의된다^[7].

C4.5 모형은 엔트로피 기준에서 가장 엔트로피를 낮

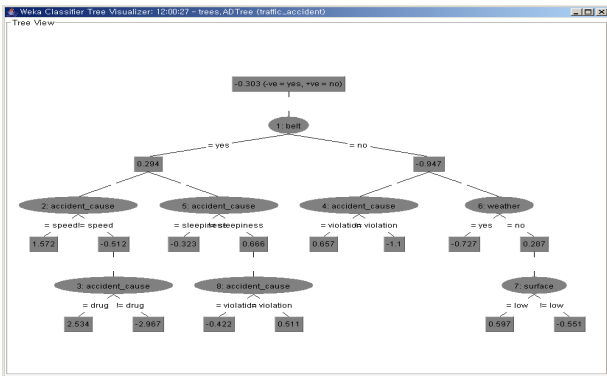


그림 7 EC4.5 알고리즘의 실행 결과
Fig. 7 EC 4.5 result of algorithm

추는 분리 변수를 찾고자 한다. 분리변수를 찾음으로서 가장 성취도가 좋은 변수 및 수준을 찾는 것이 나무규칙 생성 알고리즘이다. 그림 7에서는 클레멘타인 패키지를 이용하여 C4.5 알고리즘을 적용하여 환자의 질병 유무를 예측하는 과정을 설명하고 있다.

표 4에서는 평가 데이터를 이용하여 신경망 알고리즘을 적용한 결과를 설명하고 있다.

```

=== Confusion Matrix ===
 a b  <-- classified as
55  4 | a = yes
 8 33 | b = no
    
```

표 4. C4.5 알고리즘 실험 결과
Table 4. C 4.5 experiment result of algorithm.

Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
0.97	0.985	0.977	0.983	yes
0.971	0.943	0.957	0.983	no

```

=== Confusion Matrix ===
 a b  <-- classified as
52  7 | a = yes
 6 35 | b = no
    
```

신경망 알고리즘은 어떤 결과에 대한 예측은 가능하지만 예측 결과가 어떤 이유로 나왔는지를 설명하지는 못한다. 따라서 신경망과 C4.5알고리즘이 정확도 면에서는 약간 차이가 나지만 질병추론자에 대한 예측 결과를 설명하고 있다. 이 개념에는 원소 x 가 어느 보통집합에 속하게 되는 정도의 불확실성이 전제되어 있다. 가령 남자 고객 전

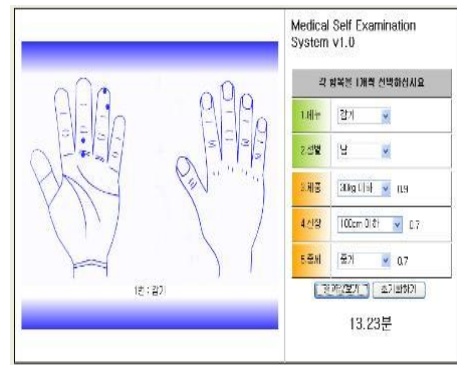


그림 8 E전자침 시뮬레이션
Fig. 8 Electronic acupuncture needle simulation.

체의 집합을 X 라 하고, 20대의 집합을 A_1 40대의 집합을 A_2 60대 이상의 집합을 A_3 이라고 퍼지 추론을 가정하면

$$g_x(A_1) = 0.4, g_x(A_2) = 0.8, g_x(A_3) = 0.7$$

으로 표현할 수 있다. 즉, 고갱의나이가 20대라고 추측되는 정도가 0.4, 40대 인 겨우는 0.8, 60 대 인 경우에는 0.7로 추론 할 수 있다. 이러한 경우, 함수 g 는 집합 X 의 모든 부분집합들의 집합 $\sigma(X)$ 위에 정의되고 $[0, 1]$ 을 공역으로 가지며 다음 조건을 만족한다.

$$g(\phi) = 0, g(X) = 1$$

$$A, B \in \sigma(X), A \subseteq B \Rightarrow g(A) \leq g(B)$$

$$\forall n \ A_n \in \sigma(X), A_1 \subseteq A_2 \subseteq \dots \Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} g(A_n) = g(\lim_{n \rightarrow \infty} A_n)$$

그림 8에서는 지능을 이용하여 언제, 어디서나, 누구나, 쉽게 환자신체조건을 고려하여 전자침 최적 자침시간 시뮬레이션 결과를 보여주고 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 퍼지논리와 퍼지 추론 규칙을 이용하여 환자신체조건 적합한 최적의 자침시간 산출하는 과정을 모의실험 하였다. 본 논문에서 주장하는 다중 패드를 내장한 전자침은 자동으로 환자의 상태를 파악하고 거기에 따른 치료를 동시에 행할 수 있다는 장점을 갖고 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위해서 본 논문에서는 센싱 패드 및 관련 AMP, 소신호 드라이브 단 회로와 DSP 시스템의 제작이 요구됐으며 이것을 위한 퍼지 기법이 내장된 분석 및 제어알고리즘이 내장된 소프트웨어 를 제안하였다. 본 논문 에서는 이러한 문제

점을 해결하기 위해서 퍼지논리와 통계 확률 값에 근거한 믿음값을 이용해서 정확한 환자의 질병을 추론하는 지능형 EMR 전자차트 모의실험을 하였다. 특히, 한방 진료시에 한의사가 정확한 질병을 추론을 하려면 다양한 환자 그룹의 한방 환자의 임상 실험을 통해서 정확한 믿음값을 검증하는 연구가 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 건강보험심사평가원. 건강보험심사평가통계연보. 제23호 2001.
- [2] 김진태, 권오주. 의원급 종합의료정보시스템. 보건 의료정보학. 서울, 현문사 1999.
- [3] (주)디지털의료경영연구소. 디지털시대와 병원경영 및 성공적인 개원전략. KIMES 2001, 학술세미나.
- [4] 윤영준, 정현민, 신학수, 조정현, 소광섭, ‘맥과특성 간의 상관관계 분석’, 대한 의용 생체 공학회지, 1999년
- [5] 김은경, ‘대학생의 성별, 계열별에 따른 사상체질 및 자아 방어기제 연구’, 동아대학교 교육학석사 학위 논문, 2000년
- [6] 한국한의학 연구원, 경락 연구의 현재와 미래, 2001.
- [7] 이한구 등, 전기적 특성을 이용한 經絡시스템 연구 (1), 한국한의학연구소, 1998.
- [8] J. Haddadnia, K. Faez, and M. Ahmadi, “A Fuzzy Hybrid Learning Algorithm for Radial Basis Function Neural Network with Application in Human Face Recognition,” Pattern Recognition, Vol. 36, No. 5, 2003
- [9] A. Kandal, L. Li, and Z. Cao, “Fuzzy Inference and Its Application to Control Systems,” Fuzzy Sets and Sytems, Vol. 48, No. 1, pp. 99-111, 1992.
- [10] <http://article.joinmsn.com/news/article>
- [11] 김병화, 신승중, 홍유식 “태극권 수련에 따른 12경맥의 피부온열 변화에 관한 연구” 대한전자공학회 학술대회 논문집, Vol.30 No.1, 2007
- [12] 김병화, 한권상, 이우철, 사공석진, 안현식, 김도현, “뉴로-퍼지 방법을 이용한 한방 맥진 및 양도락 진단 시스템에 관한 연구”, 電子工學會論文誌 TE, ol.37 No.2, 2000
- [13] 홍유식의 6인, “스마트 전자침 시스템”, 대한전자공학회 추계 학술대회, KAIST, 2011

저 자 소 개



홍 유 식(정회원)
 1984년 경희대학교 전자공학과 학사졸업.
 1989년 뉴욕공과대학교 전산학과 석사졸업.
 1997년 경희대학교 전자공학과 박사졸업.

1985년~1987년 대한항공(N.Y.지점 근무)
 1989년~1990년 삼성전자 종합기술원 연구원
 1991년~현재 상지대학교 컴퓨터공학부 교수
 2000년~현재 한국 퍼지 및 지능시스템학회 이사
 2004년~현재 대한 전자 공학회 ITS 분과위원장
 2001년~2003년 한국 정보과학회 편집위원
 2001년~2003년 한국 컴퓨터 교육산업학회 이사, 편집위원
 2004년~현재 건설교통부 ITS 전문심사위원
 2004년~현재 원주 시 인공지능신호등 심사위원
 2005년~현재 정보처리학회 이사
 2005년~현재 인터넷 정보학회 이사
 2005년~현재 정보처리학회 강원지부 부회장
 2006년~현재 인터넷 방송통신 TV학회 상임이사
 <주관심분야 : 퍼지 시스템, 전문가시스템, 신경망, 교통제어>



김 홍 군(정회원)
 2000년 한밭대학교 전자 공학과 졸업.
 2003년 충북대학교 전기 공학과 졸업.
 2006년 충북대학교 전기 공학과 졸업.

2006년~현재 한밭대학교 겸임교수
 <주관심분야 : 유비쿼터스 시스템, 센서네트워크, 임베디드 시스템, 전자회로>



정 명 희(정회원)
 1989년 서울대학교 계산통계학과 졸업.
 1991년 U. of Texas, Austin 석사
 1997년 U. of Texas, Austin 산업공학과 박사학위
 2012년 현재 안양대학교 디지털 미디어공학과 교수.

<주관심분야 : 시뮬레이션, 원격탐사 데이터 처리, 영상처리, 멀티미디어 >



김 천 식(정회원)
 1997년 한국외국어대학교 컴퓨터 및 정보통신공학과 (공학석사)
 2003년 한국외국어대학교 컴퓨터 및 정보통신공학과 (공학박사)

2000년~2003년 경동대학교 정보통신공학부 교수
 2004년~2009년 안양대학교 교양학부 교수
 2010년~현재 세종대학교 컴퓨터공학과
 2007년~2009 대한전자공학회 컴퓨터소사이어티 분과위원장
 2010년~현재 대한전자공학회 컴퓨터소사이어티 부회장
 2008년~2009 ICHIT committee member
 2012년 ACIIDS 2012 committee member
 2012년 IEEE affiliate member
 2011년~현재 The Journal of System and Software (SCIE) 논문 심사위원
 2011년~현재 Computers & Mathematics with Applications (SCIE) 논문 심사위원
 2012년~현재 UMAS 2012 Program Chair
 2012년~현재 Information Journal Guest Editor
 <주관심분야 : 데이터베이스, 데이터마이닝, Steganography, 영상처리, e-Learning>