

<http://dx.doi.org/10.7236/IIBC.2014.14.5.197>

IIBC 2014-5-27

인터넷 기반 멀티 전자침 구현

Implementation of Multi Electronic Acupuncture based on Internet

홍유식*

You-Shik Hong*

요 약 한의학에서는, 한의사가 환자의 질병 상태를 판단하기위해서, 환자의 혀 상태를 관찰 하는 것을 중요하게 사용한다. 본 논문에서는, 한방 치료에서 가장 많이 사용 하고 있는 맥진 및 설진 방법을 이용하여서 스마트폰 기반 한방 전자 침 을 개발 하였다. 기존의 주관적인 진단을 객관화 및 과학화 하고자 한다. 뿐만 아니라, 한의원에서, 잘못된 진단 없는 객관적인 판단을 하도록 하였다. 본 논문에서는, 스마트폰 기반에서, 퍼지 논리와 추론을 사용하여 환자의 건강 상태 자동 판단 및 지능형 전자침 키트를 완성하였다. 모의실험 결과 지능을 이용한 전자침이 기존의 방법보다 효율적인 것을 입증하였다.

Abstract It is used the important method that Oriental doctor determines patient's disease status observing patient's state of tongue in Oriental medicine clinic. In this paper, it developed the how to use the pulse diagnosis and tongue diagnosis based on s mart based electronic acupuncture. It will do objective judgment without wrong diagnosis. In this paper, we developed the algorithm that it automatically determines patient health condition and smart electronic acupuncture kit using fuzzy logic and fuzzy reasoning system were completed. In this paper, Simulation results proved that acupuncture is effective than the traditional method of using electronic intelligence.

Key Words : Pulse wave detection, Fuzzy rules, Electronic acupuncture

1. 서 론

한방병원에서는 맥진, 청진, 설진 문진을 통해서 환자의 정확한 질병을 추론하고 있다. 한방 진료 에서 설진 개념은 혀의 색깔 및 설질 상태를 관찰하여 환자의 건강 상태를 판단하는 기법이고 맥진 개념은 맥 파형이 빠르고 늦음, 맥의 강도, 맥의 깊이 등에 관한 방법으로 환자의 질병을 28가지 유형으로 판단 하는 방법이다^[1-3].

만약, 맥진파형이 강하고 설진 데이터가 좋은 환자이면 건강 상태가 좋은 상태로 판단하게 된다. 그러나 맥진

에서는 환자의 맥파형 상태가 허증 이거나 실증 으로 판정이 되면 이러한 환자는 정밀 진단을 추가로 해야 된다^[4-7]. 왜냐하면 한방 진료 에서, 환자 맥진 데이터가 성별, 연령, 혈관 두께 의 종류에 따라서 환자의 건강 상태가 달라 질 수 있기 때문이다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기위해서 퍼지논리와 퍼지 추론 규칙을 이용하여 맥진 규칙을 고려하여 정확한 환자의 질병을 추론하는 과정을 모의실험 하였다^[8-10]. 능동형 전자침이란 환자의 현재 몸의 상태에 따라 이 정보를 바탕으로 전자침 스스로가 환자에 맞는 전압과 전류 주파수 발진을 자

*정회원, 상지대학교 컴퓨터정보공학부 (교신저자)
접수일자 2014년 7월 7일, 수정완료 2014년 9월 7일
게재확정일자 2014년 10월 10일

Received: 7 July, 2014 / Revised: 7 September, 2014

Accepted: 10 October, 2014

*Corresponding Author: yshong@sangji.ac.kr

Dept. of Computer Science, Sangji University, Wonju, Korea

동으로 시술하는 기능을 갖는 첨단 전자침을 칭한다. 이러한 기능을 수행하기 위해서는 전자침 자체가 센싱과 동시에 시술할 수 있는 기능을 갖고 있어야하며 정확한 분석과 피지를 이용한 논리적이고 통계적인 데이터 처리 기법이 요구된다.

최근에는 사람들의 건강에 대한 관심으로 인하여 다양한 경로를 통해서 건강관련 치료기들이 시중에서 많이 판매되고 있다. 이 중에서도 간단한 시술을 이용한 효과적인 치료 및 건강 유지에 도움이 될 수 있는 방법이 있는데 바로 수지침의 일종인 전자침이다.

본 논문에서는 한방 과학화를 위해서 기존 한방 병원에서의 설진 문제점을 2장에서 알아보고 3장에서는 전자침 강도 및 시간 설정에 관해서 알아보고 4장에서는 스마트폰 기반 전자침 규칙 및 모의실험 결과를 설명하고 5장에서는 한방 과학화에 필요한 전자침 필요성 및 문제점에 관해서 설명한다.

II. 전자침 이론

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 특성이 있기 때문이다. 그러므로 상처 부위는 전류가 적게 흐르게 되고 그 결과, 세포의 절대 전류량이 적어지는 특성이 있기 때문이다. 본 논문에서는 멀티 PAD 를 이용해서 5 손가락에 전기자극을 인가 했을때에 통증을 느끼면 그 손가락 부위에 위치한 반사구에 해당하는 장부가 아프다는 한방 지식을 이용해서 환자의 질병을 예측하는 모의 실험을 하고자 한다. 본 논문에서는 펄스와 DC50V~200V의 전압, 500uA~1,500uA 전류, 5Hz~5Khz의 간헐적인 전기 자극을 메인 패드와 손가락에 인가하여 여기에 따른 피크치 전압의 크기와 주어진 주파수에 따른 위상을 측정하였다.

본 논문에서는 전자침 시술을 위한 정확한 신체에 대한 정보 추출은 데이터뿐만 아니라 피시술자의 나이, 성별, 키, 몸무게 등도 같이 고려해야할 사항이다. 전자침은 전통적인 침술 치료와는 생김새나 방법이 상이하나 문제되는 부위에 자극을 줌으로써 근본적인 치료 원리가 상통 된다는 것에서 출발한다. 이러한 물리적인 자극을 단

지 전기적인 자극으로 변환했을 뿐이지만 어떤 면에서는 우리 인체의 모든 신진대사가 전기적인 흐름에 의해 통제되고 만들어지고 변화되고 한다는 것을 볼 때 더 효과적인 방법이 될 수 있을 것으로 판단된다. 또한 이러한 전기적인 변화는 사람의 나이, 성별, 습도, 온도, 몸무게 및 지방의 축적도에 따라 변화가 있다. 대략 이러한 요건들을 고려했을 때 인체 피부의 전기저항은 일반적으로 약 2500Ω 정도를 기준으로 하고 있다. 하지만 동일한 전압과 같은 양의 전류가 가해진다 하더라도 접촉면적과 통전된 시간에 따라 저항치의 변화가 다르다.

본 논문에서는 스마트폰 기반에서 환자가 그림 1에서 보는 것처럼 자신의 병명을 선택하면 지능형 전자침 기능 선택 버튼으로 자신에게 알맞는 전기 강도 및 시간을 설정하는 과정을 보여주고 있다.

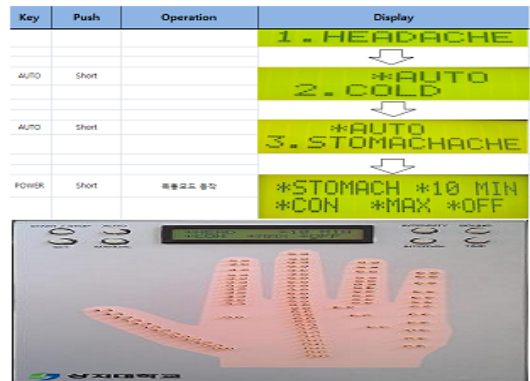


그림 1. 전자침 화면 표시
Fig. 1. Electronic acupuncture Display

III. 인터넷 기반 전자침 구현

특히, 본 논문에서는 기존 방식의 맥진 판단 불확실성을 개선하기 위해서 같은 질병이라도 환자의 고유생체정보인 환자의 피부에 저항값에 따라서 결정되는, 피부 임피던스 데이터 및 양방의 혈압 데이터와 심전도 데이터를 고려해서 맥진 건강판단을 객관화 할 수 있도록 퍼지 규칙을 이용해서 환자의 피부 임피던스, 혈관 노화도, 혈압, 심전도를 고려해서 정확한 맥진 판단을 할 수 있는 알고리즘을 제안 하였다.

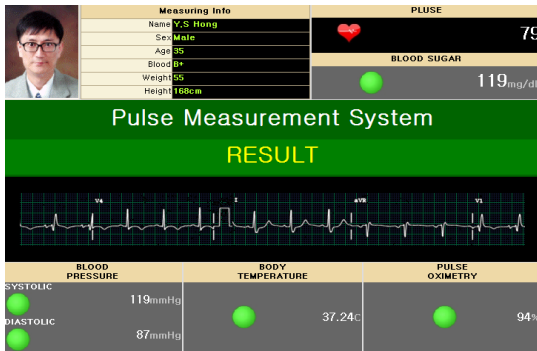


그림 2. 전자침 모의실험 화면
 Fig. 2. Simulation of electronic acupuncture

그림 2에서는 전자침 모의실험 과정을 설명하고 있다. 한방 병원에서는 손목의 요골동맥 부위를 몇 가지 형태의 센서로 측정하는 방법을 사용하고 있다. 퍼지규칙은 일반적으로 IF-THEN 형식으로 나타낼 수 있으며 퍼지 추론(fuzzy inference)이란 어떤 주어진 규칙으로부터 새로운 관계나 사실을 유추해 나가는 일련의 과정이고, max-min 추론을 사용하였다. 그러나, 퍼지 생성규칙 결론이 두 개 이상의 서로 다른 믿음값을 갖게된다. 이러한 경우에 결론의 믿음값을 다시 계산하기 위해 사용하는 함수가 믿음값 결합함수이다. 예컨대 어떤 환자가 고혈압 질환이 있었을 확률을 0.3 라고 한다면 고혈압이 정상일 확률은 0.7 이 된다. 그런데 이 애매한 상황에서 퍼지 측도는 고혈압 질환의 확률이 '가능성' 이 0.3 라고 해서 고혈압 질환이 정상일 확률이 반드시 0.7 이라고 확정 판단할 수는 없는 것이다. 고혈압 질환이 정상일 확률은 0.5 일 수도 있고 0.9 일 수도 있는 것이다. 왜냐하면 EHR 같은 고혈압 맥파의 강도 및 맥파 속도 라도 환자의 신체 키가 크거나 작거나, 체중이 많이 나가는 환자나, 체중이 적은 마른사람인 경우에는, 기준 맥진 조건에 따른 신체 조건 보정 오차가 발생할 수 있으며, 환자의 건강조건, 정신 감정 상태, 음주전후, 운동전후, 및 등의 환경변수 오차가 발생 할 수 있기 때문이다.

본 논문에서는 환자 생체 데이터 및 맥진을 동시에 추론하기위해서는 환자의 신체조건 및 나이조건 성별 조건 등을 고려해야하므로 질병 확산도에 관한 믿음값을 산출하는 알고리즘을 제안하였다. 다시말해서, 조건부 확률 $P(H|E)$ 를 알기 위해 사전확률 $P(H)$ 와, 조건부 확률 $P(E|H)$ 를 알아야 한다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기위해서, E가 환자의 몸에 나타나는 증상이고 H

가 질병으로 추론될 경우에, 각 질병들의 증상 E 가 나타날 확률 $P(E|H)$ 을 퍼지규칙을 이용해서 똑같은 고클합 기준 맥파이지만 환자가 음주 감정 불안으로, 맥파의 속도가 증가한 경우나, 환자의 키가 크고 살이 뚱뚱한 환자인 경우에는 반드시, 기준 맥파에서 보정을 해주지 않으면 정확한 맥진 파형 분석이 어렵기 때문이다.

(RULE 1) IF DPSV IS PB
 AND USPC IS NS
 THEN OPRG IS PB

(RULE 2) IF DPSV IS PB
 AND USPC IS NM
 THEN OPRG IS PM

DPSV: Patient condition error (E)
 USPC: Degree of patient's disease
 Skin: Error change amount (CE)
 OPRG: Optimal acupuncture time

$e1=R-Y$
 $Ce=e2-e1$

단, Y: 신체 조건을 고려한 맥진 값
 R: 기준 맥진 값
 e1: 신체조건 보정 오차
 Ce: 오차의 변화량
 e2: 환경변수 보정 오차

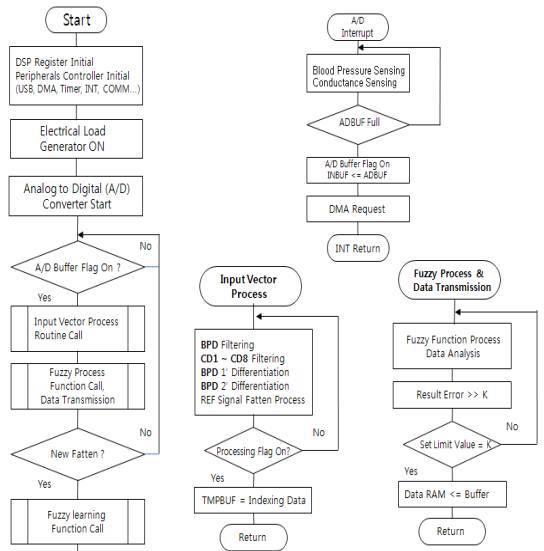


그림 3. 지능형 맥진 판단 시스템 흐름도
 Fig. 3. Flow chart of intelligent pulse wave decision system

그림 3은 전자침 메인시스템 및 각 센서모듈에 대한 계통도를 나타낸 그림이다. 메인파트(Signal Analyzing & Treatment)에 사용된 프로세서는 ST마이크론의 Cortex-A8인 S5PV2120이 사용되었으며 512MB의 보조 메모리와 256MB의 Flash 메모리를 가지고 있다. 또한 외부와의 통신위해서 10M BPS를 지원하는 이더넷을 가지고 있으며 무선 WiFi를 지원하고 블루투스(Bluetooth) 2.0과 호스트 USB 2.0 및 센서모듈 통신용 지그비(Zigbee) 통신을 각각 지원한다.



그림 4. 스마트폰 기반 설진 시스템
Fig. 4. Tongue diagnosis system based on smart phone

그림 4에서는 원격지에서, 한의사가 환자의 건강 상태를 판단하기위해서, 언제, 어디서나, 쉽고 편리하게, 스마트폰기반에서, 환자의 혀바닥 사진을 찍고 전송하는 기능을 보여주고 있다.

IV. 모의 실험

본 논문의 전자침 키는 전원/Start, Set, Auto, Manual, Intensity, Interval, Time, Sound 버튼으로 구성된다. 전자침 전원/Start키는 초기 기기의 전원을 On 할 때, 기능 세팅 후 전자침을 구동할 때 Start 키로 동작한다. Auto 키는 7가지 처방모드 세팅상태에서 바로 전자침 기능을 Start 동작할 때 각 처방모드로 진입하도록 한다.

그림 5에서는 전자침 전원 방식 및 구동원리를 설명하고 있다. Manual키는 필요한 혈점에 해당하는 각각의 포트를 출력하고자 할때 사용한다. 최대 10개까지만 지원하도록 설계하였다. Intensity는 Max, Mid, Min 3가지 형태로 지원되며, 각각의 세기는 BOOSTER_EN 신호의 Sampling on 타이밍으로 제어되도록 설계하였다.

Interval은 전자침 자극의 주기를 설정하도록 하였다.

그림 6에서는 언제 어디서나 24시간 맥진을 저장하고 분석할 수 있는 피지규칙 및 신경망을 이용한 지능형 맥진 알고리즘을 개발하는 알고리즘을 제시 한다.

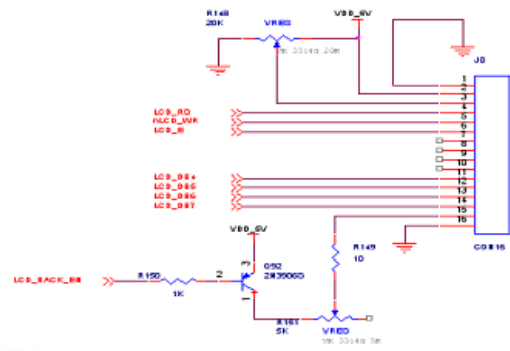


그림 5. 전자침 전원 방식 및 구동원리
Fig. 5. Principle of electronic acupuncture power

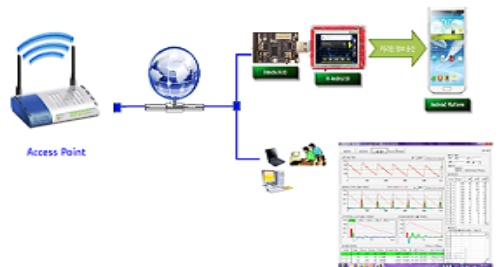
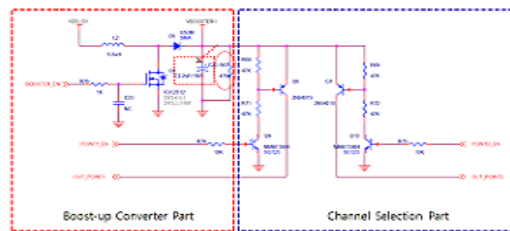


그림 6. 스마트폰 기반 전자침 모의실험
Fig. 6. Simulation of electronic acupuncture based on smart phone system

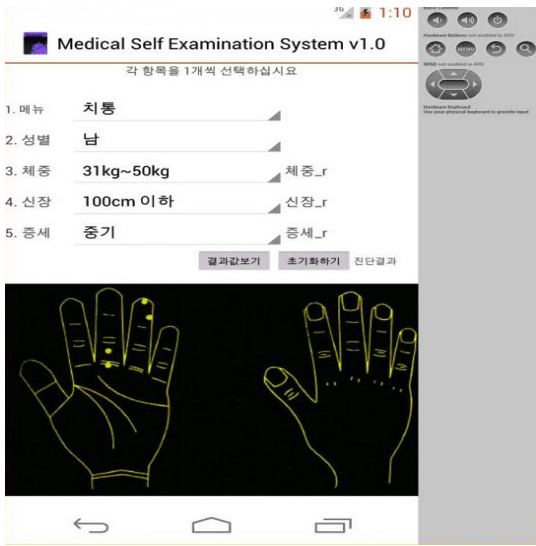


그림 7. 스마트폰 기반 전자침 시스템
 Fig. 7. Electronic acupuncture based on smart phone

그림 7에서는, 스마트폰 기반 원격 진료를 위해서 환자의 키, 체중, 나이, 성별 및 질병 증세를 입력하면 환자의 증세에 적합한 전자침 혈점 및 전자침 강도, 시간을 설정해주는 시스템을 설명하고 있다.

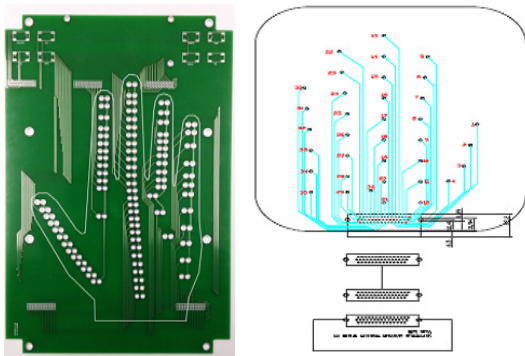


그림 8. 전자침 패드 구현
 Fig. 8. Implementation electronic acupuncture pad

그림 8 전자침 패드를 이용하여 각 손가락 마디에 신호를 추출하고 시술하는 장면을 나타낸 사진이다. 신호를 얻으려면 손바닥 면에 레퍼런스 신호를 주고 손가락 끝의 마디에 부착된 센싱 패드와 MCU를 사용하여 기초사에서 얻어진 데이터를 토대로 피시술자의 신체 조건에 근거해서, 전자침 자침시간을 설정한다.

```

/** 전자침 질병 메뉴선택 ***/
switch( Screen )
    case S_AUTO :
        LCD_WriteString(0,0," *AUTO ");
        switch( Mode )
        {
            case M_HEADACHE : LCD_WriteString(1,0,"
1.HEADACHE "); break;
            case M_COLD : LCD_WriteString(1,0,"
2.COLD "); break;
            case M_STOMACH : LCD_WriteString(1,0,"
3.STOMACHACHE "); break;
            case M_TOOTHACHE : LCD_WriteString(1,0,"
4.TOOTHACHE "); break;
            case M_HEART : LCD_WriteString(1,0,"
5.HEART "); break;
            case M_BLOOD : LCD_WriteString(1,0,"
6.BLOOD "); break;
            case M_DIABETIC : LCD_WriteString(1,0,"
7.DIABETIC "); break;
        }

/** 원격지 명령 수신 ***/

_INPUT_KEY: '입력 전송패킷을 만든다.

MyRxProcess: '수신
    while 1
        if kbhit()=0 then Return
        '수신 바이트가 없으면 종료한다.
        RxByte = getch()
        '수신버퍼로 부터 한바이트를 읽어온다.
        If RxByte=MY_STX Then
        '수신 바이트가 STX 라면,
        RxCount=GetStr(RxBuf, 9, 10, 0, MY_ETX)
        '패킷을 읽기 시작함.
        If RxCount<>0 Then
            '만약 수신된 바이트가 있다면
        'if RxBuf(0)<>MyAddress then return
            case S_INTERVAL : Settings[Mode].Interval =
Interval; break;
            case S_INTENSITY : Settings[Mode].Intensity =
Intensity; break;
            case S_TIME : Settings[Mode].Time =
Time; break;
            default :
                Time = Settings[Mode].Time;
                Interval = Settings[Mode].Interval;
                Intensity = Settings[Mode].Intensity;
                Settings[i].Time = 10;
                Settings[i].Interval = INV_S1;
                Settings[i].Intensity = INT_MAX;
                Settings[i].Buzzer = 1;
                Status = SaveSettings((MODE_T)i);
    
```

V. 결론

한방 병원에서는 맥파를 진단하면, 환자의 건강과 질병 상황을 알아볼 수 있기 때문에 한방치료에서는 맥진 및 설진 시스템을 중요하게 판단하고 있다. 본 논문에서는 스마트폰 기반에서 맥진 이론을 이용해서 환자의 건강상태를 판단하고, 스마트폰 기반에서 지능형 전자침을 개발하였다. 모의실험 결과 지능을 이용한 전자침이 기존의 방법보다 효율적인 것을 입증하였다. 뿐만아니라, 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기위해서 퍼지논리를 이용한 맥진 이론을 고려하여 환자에게 정확한 전자침 혈점도 표시 및 자신의 병명을 선택하면 자침 시간을 산출하는 과정을 모의실험 하였으며, 환자의 맥진 상태, 환자의 신체 조건, 나이조건, 성별데이터를 원격 의료 단말기 및 스마트폰에 전송하고, 환자를 치료 할 수 있는 무선 전자침을 제작 하였다. 특히, 스마트폰 기반에서 환자가 자신의 질병 및 신체 정보를 입력하면 최적의 자침 시간 산출하는 과정을 모의실험 하였다.

References

- [1] Han Gu Lee, "A study on meridian system using electrical characteristics," Korea Institute of Oriental Medicine, 1996.
- [2] J. Lee, Y. J. Lee, H. J. Lee, E. J. Choi, J. Y. Kim, "Designing a stabilized process of pulse analyzing method using sigma 6" Korea Institute of Oriental Medicine researches, 12(2) pp 85 - 92, 2006.
- [3] Y. G. Lee, "Diagnostic atlas 2 analyzing pulse" Chungdam books, pp 11 -14, 2003
- [4] Gunal, S.; Edizkan, R. Subspace based feature selection for pattern recognition. *Information Sciences* 2008.
- [5] <http://cafe.naver.com/doumdoll/82>
- [6] J K Kim, " The Development of Digital Tongue Diagnosis System", Kyung Hee University, Bachelor Thesis, 2005
- [7] E h Euh, "Tongue Diagnosis System for Digital Set Detection and Classification", Kyung Hee University,

2006 Master's Thesis

- [8] Hong You Sik, "Web-based smart electronic acupuncture system," The journal of the Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication, v.13 no.4, pp.209 - 214, 2013
- [9] 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
- [10] A. Kandal, L. Li, and Z. Cao, "Fuzzy Inference and Its Application to Control Systems," Fuzzy Sets and Systems, Vol. 48, No. 1, pp. 99-111, 1992.
- [11] Hong, You-Sik, "Smart Tongue Electronic Chart System", Journal of the Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication, Vol.12, No.2, 2012, pp.243-249
- [12] Kim, gwanghwan, "A study on medical records and standardized format", Korea Institute of Venture Technology Conference, 2010 Proceedings, Part 2, pp.507-508,
- [13] Dong H. Shin, Seol B. Bae, Woon K. "Way-Point Tracking of AUV using Fuzzy PD Controller", Korea Institute of Information Technology Vol.11, Issue 5, 2013.05,

저자 소개

홍 유 식(정회원)



- 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 방송통신학회 부회장
 - 2006년 ~ 2010년 : 대한전자공학회 컴퓨터소사이티 회장
- <관심분야 : 퍼지 시스템, 전문가시스템, 신경망, 교통제어>

※ 본 연구는 2013년도 상지대학교 교내 연구비로 수행 되었습니다.