

<http://dx.doi.org/10.7236/IIBC.2015.15.5.193>

IIBC 2015-5-24

인터넷 기반 스마트 화초 관리 시스템

Smart Plants Management System based on Internet

박현숙*, 박천관**, 홍유식***

Hyunsook Park*, Chun-Kwan Park**, You-Sik Hong***

요약 요즈음, 온도 및 습도, 조도 센서를 이용하여서, 식물 재배 환경 정보를 자동으로 수집하고 성장환경을 관리하는 지능형 온실 시스템이 많이 연구되고 있다. 본 논문에서는 조도, 온도 및 습도를 예측해서 인터넷 기반에서, 식물 재배의 최적 환경 조건을 추론하는 모의실험을 하였다. IOT 환경에서, 식물 재배 조건을 온도, 습도, 조도를 아두이노 센서에 실시간으로 온실 관리자에게 전송해서, 식물 재배에 필요한 최적의 온도, 습도 조건 값보다 크거나 적으면 자동으로 SMS 경고 문자를 실시간으로 전송해 주기 때문에, 급격한 기후 변화 (눈,비, 폭염)조건일 경우라도 최적의 화초 재배조건을 관리 할 수 있다. 본 논문에서는 퍼지논리와 WEKA TOOL을 이용하여서, 같은 온대 식물이라도, 그 지역에 필요한 최적의 온도, 습도, 조도(일사량) 수치를 산출하는 모의실험을 하였다.

Abstract Recently the artificial intelligence green house system, which collects automatically the informations of plants cultivation circumstances and controls the growing circumstances, is studied using temperature, humidity and illuminance sensors. In this paper, the inference for plants cultivation of optimum circumstance conditions is simulated on the internet bases by predicting the temperature, humidity and illuminance. On the IOT circumstances, the plant cultivation conditions of temperature, humidity and illuminance, using Arduino sensor, are transmitted to the manager on realtime and if the optimum condition of temperature and humidity for plant cultivation is not equal to the values, the system transmits automatically the SMS warning messages on realtime. Although the sudden climite conditions(snow, rain, hot weather) are occurred, the optimum condition of plant cultivation can be controlled. In this paper, using Fuzzy rules and WEKA TOOL, although the same flora temperature zone is used, the simulation is produced for the optimum value of temperature, humidity and illuminance for the zone.

Key Words : Arduino, Smart greenhouse, Weka, Fuzzy rules

1. 서 론

요즈음, 아두이노 센서 및 USN 센서 기술(온도, 습도, 조도, 일사량, Co₂, 강우, 풍향, 풍속, pH, EC)을 설치하여

서, 각종 센서 정보를 실시간으로 수집/분석하고, 분석된 스마트 온실 성장환경 데이터를 기반으로, 사람의 개입 없이, 사람과 사물이 스스로 통신하고 온실을 자동 제어 하는 스마트 온실이 많이 연구 개발 되고 있다^[1-3]. 특히,

*중신회원, 동아방송예술대학교 방송예술융합계열

**중신회원, 국립목포해양대학교 항해정보시스템학부

***중신회원, 상지대학교 컴퓨터 정보공학부(교신저자)

접수일자 : 2015년 7월 23일, 수정완료 2015년 8월 30일

계재확정일자 : 2015년 10월 9일

Received: 23 July, 2015 / Revised: 30 August, 2015

Accepted: 9 October, 2015

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

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

사물 인터넷 통신기 기반 지능형 온실 및 m2m 통신 센서 기술은 습도와 온도 센서를 사용하여, 화초에 물을 주는 시기를, 사람의 관리 및 판단이 없더라도, 온도센서와 습도 센서를 이용해서, 화초의 토양조건에 가장 적합한 토양과 물이 부족한 시기를 스스로 판단하고 예측하는 연구가 활발하게 이루어지고 있다^[4-7].

본 논문에서는 웹기반에서 아두이노 센서 및 WEKA 추론시스템을 이용해서, 화초의 온도, 습도, 토양 분석을 DB 자동 분석 및, 의사 결정시스템 및 최적의 화초 성장 조건을 판단하는 시물레이션을 수행 하였다^[8-12].

본 논문의 구성은 다음과 같다.2장에서 본 논문에서 제안하는 식물 모니터링 시스템의 구조, 구성요소와 지원 서비스에 대해서 설명하고, 3장에서는 전자칩 강도 및 시간 설정에 관해서 알아본다. 3장에서는, 제안한 시스템 제안 알고리즘 및 수행결과를 보인다. 4장에서는 웹기반 스마트온실 규칙 및 모의실험 결과를 설명하고 5장에서는 스마트 온실 과학화에 필요한 개선점 및 문제점에 관해서 설명한다.

II. 스마트 온실 현황 및 문제점

요즈음, 스마트 온실에 식물에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 이러한 스마트 온실은 온도센서를 이용해서, 기준 설정 온도 미만으로 내려가서, 온실 온도가 추워지면 보일러를 가동해서, 온실 온도를 상온으로 올려주고, 만약, 기준 설정온도 이상으로 상승하게 되어서, 온실온도가 더워지면 온실 환기 및 창문을 자동으로 개방해서, 온실온도를 자동으로 내려가서 자동으로 정상 온도를 유지하도록 해준다.

뿐만 아니라, 강우량센서를 이용해서, 비가 오면 자동으로 온실 창문을 자동으로 닫을 수 있도록 조정해주고, 적외선 센서 및 CCTV를 이용해서, 외부 침입자가, 온실에 불법으로 침입할 경우에는, 자동으로 경고 및 경찰청에게 신고해주는 기능이 구현되고 있다. 그러나, 온대 식물 및 냉대식물, 온대식물에 필요한 최적의 온도, 습도, 토양, 일사량에 관한 연구는 아직 정확한 데이터베이스가 확보 되지 못한 실정이다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기위해서 다음과 같은 연구를 제안하고 모의 실험 하였다.

논문의 시설제어 시나리오는 다음과 같다.

1. 먼저, 아두이노, 와 연동된 센서로부터 열대식물, 냉대식물, 온대식물 성장환경(온도센서, 습도센서, 조도센서, 일사량센서) 데이터 측정한다.

2. 열대식물, 냉대식물, 온대식물 3가지 형태로 맞춤형 자동 시설제어를 하기 위해 설정된 각 시설의 제어설정 기준치 DB를 설정한다.

3. 열대식물, 냉대식물, 온대식물 3가지 형태의 최적화 성장 조건을 분석하기위해서 WEKA 데이터 베이스 분석을 해서 최적의 맞춤형 성장조건을 파악할 수 있는 WEB에서 구축하고 모의실험하였다.

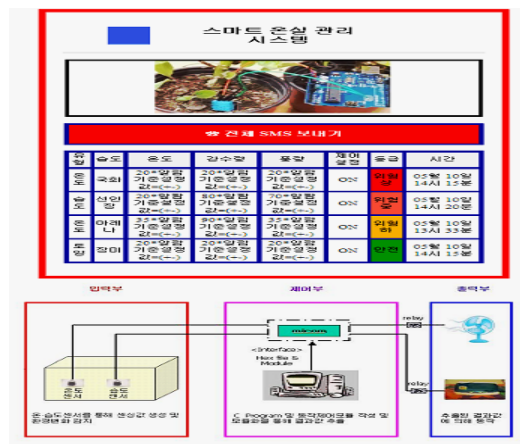


그림 1. 온도제어 모의실험
Fig. 1. Temperature control simulation

그림 1은 웹기반에서, 아두이노, 와 연동된 센서로부터 열대식물, 냉대식물, 온대식물 성장환경(온도센서, 습도센서, 조도센서, 강수량) 데이터 측정해서, 최적의 성장 조건을 자동으로 산출하는 과정을 설명하고 있다.

(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

(RULE 3) IF DPSV IS PS
AND USPC IS NS
THEN OPRG IS PS

여기서,

DPSV : 수분 오차(E)

USPC : 온도 오차 : 오차 변화량 (CE)

OPRG : 최적 제어

스마트 온실에서 온도와 습도의 관계는 식물 생장에 매우 중요한 요소이다. 만약 초음파 주파수가 6728 Hz 라면 습도는 50%가 된다. 초음파 주파수와 습도의 관계는 습도가 10% 단위로 환산되어진다. 주파수 와 습도의 관계는 다음과 같다.

주파수가 7351이면, 습도는 0

주파수가 7224이면, 습도는 10

(7351, 0), (7224, 10)의 두점으로 표시하고 이 점을 각각, (X1, Y1), (X2, Y2) 라고 한다.

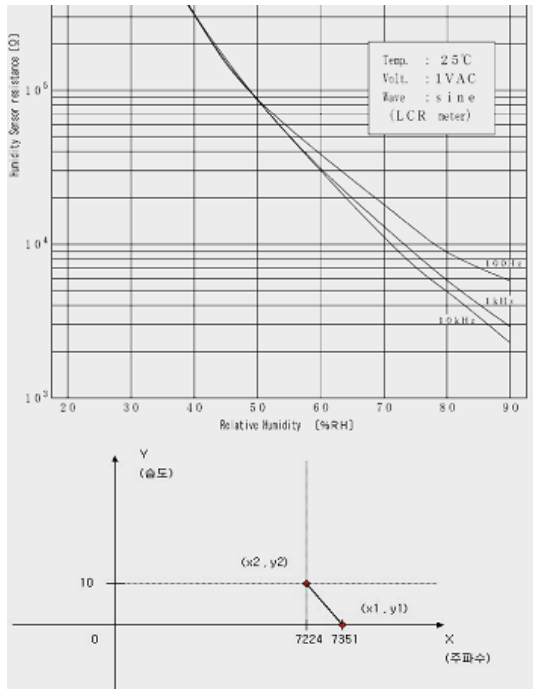


그림 2. 온도 습도 특성 그래프
 Fig. 2. Characteristics graph temperature and humidity

그림 2 에서는 스마트 온실에서 온도와 습도의 관계를 설명하고 있다. 가령 섭씨온도 30도 습도 50% 인 경우와 섭씨온도 30도 습도 70 % 경우는, 똑같은 열대 식물이라도 습도가 50 % 인 경우에 생육 조건이 잘자란다는 것을 알 수 있다.

III. 아두이노 센서를 이용한 온실제어

본 논문에서는, 웹기반에서, 열대식물, 냉대식물, 온대식물 성장환경(온도센서, 습도센서, 조도센서, 일사량센서) 데이터 측정 하고, 스마트 식물 모니터링 시스템을 구축하였다. 웹에서, 누구나 간단하게, 식물의 특성 및을 클릭하면 최적의 맞춤형 식물 모니터링 서비스 현황을 제공 하도록 WEB에서 구축하였다.

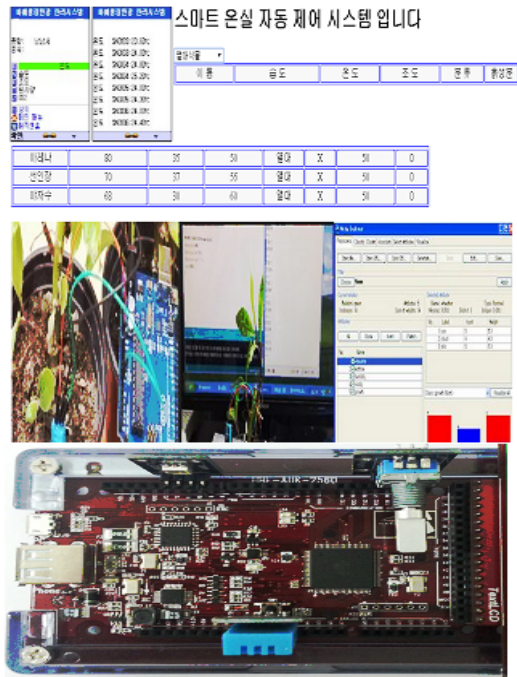


그림 3. 웹기반 스마트 온실 제어
 Fig. 3. Smart control greenhouse based on web

그림 3은 웹기반 스마트 온실 시스템의 구성도이다. 이러한 스마트 온실 시스템은 열대식물, 냉대식물, 온대식물의 온/습도 센서와 조도 센서를 포함하는 센서를 이용해서, 최적의 생육상태를 제어하는 시스템을 설명하고 있다. 스마트 온실은 온도, 조도, 습도, 흙(토양분석,알칼리성,중성,산성) 로 분석하는 알고리즘을 제안 하였다. 스마트 온실에서 온도와 습도의 관계는 매우 중요하다. 가령 섭씨온도 30도 습도 50% 인 경우와 섭씨온도 30도 습도 70 % 경우는, 똑같은 열대 식물이라도 습도가 50 % 인 경우에 생육 조건이 성장 속도가 좋은 조건임을 반드시 판단할 필요가 있다.

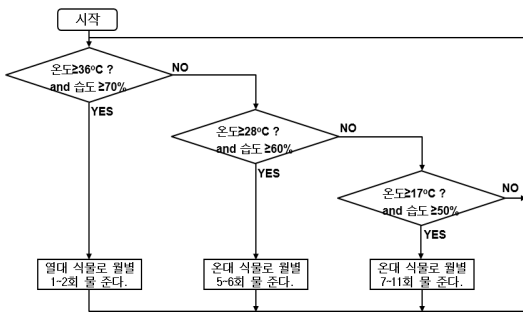


그림 4. 스마트 온실 개요도
Fig. 4. Flowchart of smart green house

그림 4 에서는 스마트 온실에서 온도와 습도의 관계를 설명하고 있다. 뿐만 아니라, 똑같은 스마트 온실에서, 온도 습도가 조건이라도, 토양성분이 알칼리성 인지 산성 성분 인지를 파악해야 한다. 왜내하면, 아무리 생육에 적합한 온도 조건이라도, 흙성분이 산성이거나 알칼리성 이면, 시물이 온전하게 성장 할 수가 없기 때문이다. 그러므로, 식물이 잘 성장하도록 모니터링 하려면, 온도 습도, 조도, 풍량, PH 성분을 센서로 실시간 모니터링해서, 이상유무가 발생하면, SMS를 발생하는 SW를 개발하고, 열대식물, 온대식물, DB를 분석하는 HW 개발이 필요할 것으로 사료된다.

```

DHT11 Pin 1 (Vss) -> Arduino +5V
DHT11 Pin 2 (Signal) -> Arduino Pin 2
DHT11 Pin 2 (Signal) -> Arduino +5V via Resistor 4.7K
DHT11 Pin 3 -> N/C
DHT11 Pin 4 (GND) -> Arduino Ground

#include <DHT11.h>
int pin=2; // 연결한 아두이노 디지털 핀 번호
DHT11 dht11(pin);
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
  int err;
  float temp, humi;
  if((err=dht11.read(humi, temp))==0)
  {
    Serial.print("temperature:");
    Serial.print(temp);
    Serial.print(" humidity:");
    Serial.print(humi);
    Serial.println();
  }
  else
  {
    Serial.println();
    Serial.print("Error No :");
    Serial.print(err);
    Serial.println();
  }
  delay(DHT11_RETRY_DELAY); //delay for reread
}
    
```

그림 5는 웹기반 스마트 온실 시스템의 구성도이다. 이러한 스마트 온실 시스템은 열대식물, 냉대식물, 온대식물의 온/습도 모의실험을 설명하고 있다.

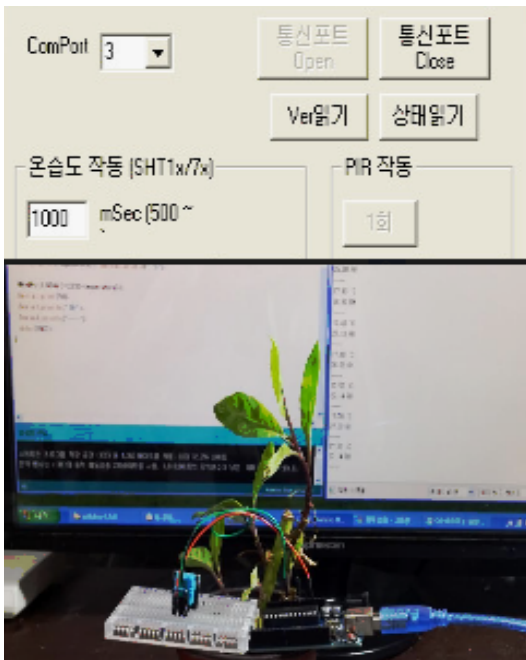


그림 5. 아두이노센서 기반 온실 모의실험
Fig. 5. Greenhouse simulation based on arduino sensor

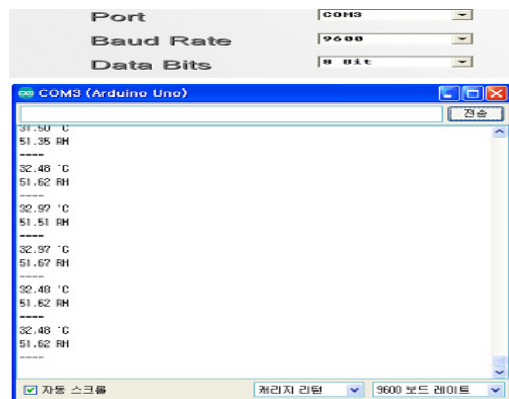


그림 6. 아두이노센서 온실 모의실험 결과
Fig. 6. Arduino sensor greenhouse simulation results

그림 6은 웹기반 스마트 온실 시스템의 구성도이다. 이러한 스마트 온실 시스템은 열대식물, 냉대식물, 온대식물의 온/습도 모의실험을 설명하고 있다.

IV. 모의실험

본 연구에서는 의사결정 Tree를 수행하기 위해서 데이터 파일을 불러오는 화면이다. 본 논문의 입력 데이터는 날씨(weather), 보조 광원 (ledtime), 습도(humidity), 온도(temperature) 이고, 식물 성장 추론 결과는 growth이다.

스마트 온실 데이터 속성별 내용은 다음과 같다.

① 날씨(Weather)는 sun, cloud, rain 으로 태양광 세기를 구분하였다. 태양광에 따라서 온실 식물상태 조건을 모의실험 하였다.

② 온도(Temperature)는 식물 상태 발육에 매우 큰 변수이다. 특히, 냉대 식물 및 온대식물, 한대 식물에 따라서 식물 성장에 필요한 온도가 틀리기 때문에, 식물 성장 조건에 가장 민감한 요소이다.

③ 습도(Distance)는 같은 온도라도, 습도의 양에 따라서 식물의 수분 공급 및 성장조건에 큰 영향을 미치기 때문에, 온도와 습도의 상관 관계는 매우 중요한 요소이다.

④ 일사량은 같은 식물이더라도, 온도 습도가 같은 조건이더라도, 성장 속도를 유지하는 매우 중요한 조건이다.

왜냐하면, 온실에서는 태양광의 10%~ 25% 미만만 흡수하기 때문에 광합성을 충분히 못하기 때문에, 식물 성장에 중요한 요소 이므로, 태양광을 최대한 흡수하기 위해서 일정온도 및 습도가 유지되면 온실 개폐를 반드시 해주어야 한다.

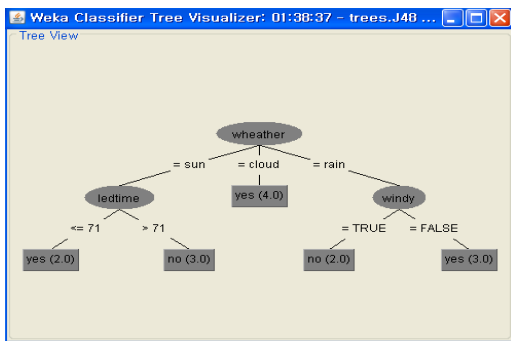


그림 7. WEKA DB를 이용한 모의실험 결과
 Fig. 7. Simulation results using WEKA DB

그림 7은 웹기반 WEKA 모의실험이다. 이러한 스마트 온실 시스템은 열대식물, 냉대식물, 온대식물의 온/습도 모의실험을 설명하고 있다. 데이터를 분석 수행할 결과가 오른쪽에 텍스트 형식으로 출력 되었다. Tree 결과를 시각적으로 표시하여 속성의미를 쉽게 이해할 수 있게 왼쪽 하단의 [Result list] 부분에서 방금 수행된 [tree.J48] 항목에서 마우스 오른쪽 버튼을 누른 후 [Visualize tree]를 수행하는 과정을 설명하고 있다.

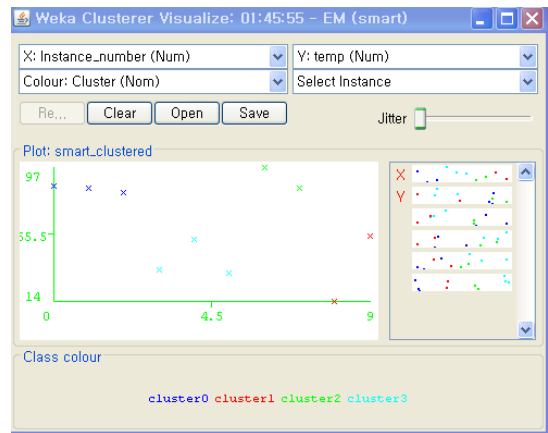


그림 8. WEKA DB를 이용한 클러스터 식물 데이터 모의실험
 Fig. 8. Classification for plant simulation data suits, using weka d.b.

그림 8은 웹기반 WEKA 냉대 식물 및 온대식물 클러스터 데이터 분류 모의실험 실험결과이며, 온도 습도 종류별로, 스마트 온실 시스템 열대식물, 냉대식물의 성장 최적조건을 분류해서 표시하고 있다.

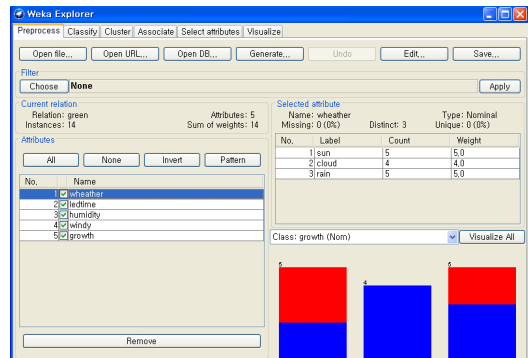


그림 9. WEKA 분석을 이용한 온실 식물 속성 값 자동 분류
 Fig. 9. Automatic classification for greenhouse plant attribute value

그림 9는 웹기반 WEKA 모의실험이다. 이러한 스마트 온실 시스템은 열대식물, 냉대식물, 온대식물의 온/습도 weka 화면 데이터는 화초 분석 데이터의 기본 속성 및 분포가 표시된다. 좌측 중간 화면에 5개 속성의 이름이 표시된 것을 볼 수 있다. 특정 속성에 대한 체크박스를 클릭하면, 오른쪽 부분에 각 속성의 통계 분석이 표시된다. 그림 8에서 파랑색은 Growth 속성이 Yes 값을 갖는 경우이고, 빨강색은 Growth 속성이 No 값을 갖는 경우를 구분한 것이다.

V. 결 론

기존의 스마트 온실은 온도센서를 이용해서, 기준 설정 온도 미만으로 내려가서, 온실 온도가 추워지면 보일러를 가동해서, 온실 온도를 상온으로 올려주고, 만약, 기존 설정온도 이상으로 올라 가게 돼서, 온실온도가 더워지면 온실 환기 및 창문을 자동으로 개방해서, 온실온도를 자동으로 내려가서 자동으로 정상 온도를 유지하도록 해준다. 이러한 스마트 온실은 온대 식물 및 냉대식물, 온대식물에 필요한 최적의 온도, 습도, 토양, 일사량에 관한 연구는 아직 정확한 데이터베이스가 확보 되지 못한 실정이다. 그러므로, 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해서 WEKA 분석을 통해서, 열대식물, 냉대 식물, 온대식물의 맞춤형 온실 생육 조건을 제안하고 모의실험하였다.

References

[1] K.H.Lee, C.M.Ahn, G.M.Park, "Characteristics of the Convergence among Traditional Industries and IT Industry", *Electronics And Telecommunications Trendse* 23, No. 2, 2008, pp13-22

[2] J.-B. Kim, "A Design of Smart Greenhouse Environment Control System Using Ubiquitous Sensor Network," *Master's Thesis*, Hoseo University, 2010.

[3] E.-J. Lee, K.-I. Lee, H.-S. Kim, and B.-S. Kang, "Development of Agriculture Environment Monitoring System Using Integrated Sensor Module," *J. of*

The Korea Contents Association, vol. 10, no. 2, 2010, pp. 63-71.2007, pp. 285-290.

[4] S.-O. Park, Y.-S. Lee, S.-H. Kim, J.-S. Park, K.-J. Yi, and J.-H. Park, "Survey for U-Greenhouse System Technology," *J. of The Korea Navigation Institute*, vol. 16, no. 1, 2012, pp. 89-95.

[5] *C based language learning in 8051 & Applications*, Dada Media Publication

[6] *8051 Design and program*, Bbokdu Publication

[7] 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

[8] Kim, gwanghwan, "A study on medical records and standardized format", *Korea Institute of Venture Technology Conference, 2010 Proceedings*, Part 2, pp.507-508,

[9] Seung-Hwan Park, Hyeong-Mo Park, Chang-Bok Kim, "Design and Implementation of Low-Power RFID System Using Infrared Ray Sensor" *Journal of the Korea Institute of Information Technology*, Vol.9, No.7, pp.41-48, April 2011

[10] Kim, Sam-Taek, "Management System of USN-based Collaborative Lighting Energy" *The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, Vol.13, No.4, pp.47-53, 2013.

[11] Jang Sik Bae, Young-Ho Sohn, and Wookhyun Kim, "Research on Security Routing Protocol Based on Trust System in Wireless Sensor Networks", *Journal of Korean Institute of Information Technology*, Vol.11, No.2 2013, pp.111-117.

[12] C. K. In, S. I. Hong and J. U. Jang, C. H. LIN. "A New LED Light Device Lighting Control Algorithm for Optimal Energy Savin", *The journal of the Institute of Internet Broadcasting and Communication*. v.12 no.6, 2012년, pp.17-23

저자 소개

박 현 숙(중신회원)



- 1990년 : 건국대학교 전자공학과 박사
- 2000년 ~ 현재 : IEC TC 108 국가전 문위원
- 2000년 ~ 현재 : KS 심의 위원
- 1990년 ~ 현재 : 동아방송예술대학교 방송기술과교수

<주관심분야 : 정보 통신, 지능 정보 시스템, 디지털 콘텐츠, 멀티미디어>

박 천 관(중신회원)



- 1987년 : 건국대학교 전자공학과(학사)
- 1991년 : 충남대학교 전자공학과(석사)
- 1996년 : 건국대학교 전자공학과(박사)
- 2014년 ~ 현재 : 국립목포해양대학교 항해정보시스템학부 교수
- 1997년 4월 ~ 1998년 3월 : 한국전자통신연구원 초빙연구원
- 2002년 2월 ~ 2003년 2월 : PolyTechnic University 방문 연구원
- 2011년 1월 ~ 2012년 2월 : University of Nebraska at omaha 방문 연구원

<주관심분야 : 통신 프로토콜, Backhaul Network, PON 기술, IP QoS, 교통제어 시스템>

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>