
센서 네트워크와 3G 통신 기반 스마트 생장환경 관리시스템 개발

정경진* · 김원중**

The Implementation of Smart Raising Environment Management System based on Sensor
Network and 3G Telecommunication

Kyong-jin Jeong* · Won-jung Kim**

요 약

본 논문에서는 u-IT기술을 농업에 적용하여 시설하우스 식물들에게 최적의 생장 환경을 자동으로 조절하는 시스템을 제안한다. 본 시스템은 온도, 습도 등의 환경 센서와 EC, PH 등의 생체 센서 그리고 자동제어장치들로 구성되어 있고, 이는 자동조절 소프트웨어로 제어된다. 농민은 이 시스템을 기반으로 시설하우스의 생장환경을 정밀하게 제어하여 생산비를 절감하고 고품질의 농산물을 생산하게 된다. 본 시스템은 각 시설하우스에 설치되는 클라이언트 시스템과 클라이언트의 데이터를 취합하는 서버시스템으로 구축이 되었고, 인터넷과 3G망을 통해 각 농가의 자료를 취합한다. 수집된 생장환경 데이터는 최적의 작물 생장환경을 찾아내기 위해 다양한 방법으로 분석되고, 시각화되어 농가 컨설팅 자료로 활용된다.

ABSTRACT

This study proposed the system to automatically control the optimized raising environment for vegetation, raised in an equipment house, in which u-IT agricultural technology concept was applied. The system consists of environment sensors such as temperature, humidity, etc., biosensors such as EC, PH, etc., and requested automatic control devices, in which they were automatically controlled by the software system. The system is established in client systems, installed in each equipment house and the server system, collecting data from each client system as well. In addition, the system collects each farmer's data through the Internet and 3G network. In this phase, collected raising environment data comes to be analyzed in order to find out the optimized vegetation raising environment, finally, which is visualized and used for consulting each farmer

키워드

USN, Smart agriculture, 3G
IT 농업, u-농업, 유비쿼터스, 농수축산물

1. 서 론

유비쿼터스 컴퓨팅은 네트워크 및 과학기술의 발전

과 함께, 사용자 중심의 물리적인 활동 공간과 가상
전자·컴퓨팅 공간의 융합으로 언제, 어디서나 주변
환경 변화에 따라 동적으로 구성된 서비스를 제공받

* 순천대학교 컴퓨터과학과(kj@bogo.net)
접수일자 : 2011. 06. 28

심사(수정)일자 : 2011. 07. 22

** 교신저자 : 순천대학교 컴퓨터공학과(kwj@sunchon.ac.kr)
게재확정일자 : 2011. 08. 12

을 수 있는 새로운 컴퓨팅 패러다임이다[1].

유비쿼터스 컴퓨팅의 출현으로 실생활 공간이 보다 분산화 및 정보화되어 가고 있다.

정부는 이와 같은 IT 패러다임의 변화에 맞추어 u-IT839 정책을 발표하고 이에 따라 여러 선도 사업을 발표했으며, 특히 농업 분야에서는 u-농촌 사업을 진행하고 있다. u-농촌이란, IT 기술 활용이 상대적으로 미흡했던 농업 생산, 물류 및 유통관리 분야에 유비쿼터스 신기술을 적용한 것이다. 이와 같이 u-IT 기술을 농업에 적용함으로써 생산량 증가, 물류 및 유통관리에 따른 비용 절감 등의 효과를 통해 농업 분야의 국제 경쟁력을 강화할 수 있다.

본 연구는 시설하우스 스마트 생산환경 자동조절 ‘클라이언트시스템’과 각 농가의 데이터를 수집하여 컨설팅에 활용하는 ‘서버 시스템’ 그리고 인터넷이 연결되지 않은 농가의 데이터를 3G무선 인터넷을 통해 수집하는 모듈로 구성되었다. 이를 통해 실시간으로 농가 생산 환경 데이터를 수집함으로써 농업 컨설팅에 획기적인 도움이 될 수 있는 시스템을 제안한다.

II. 관련연구

이스라엘 Phytalk사의 식물 성장 모니터링 시스템은 작물과 성장 환경을 모니터링하는 센서와 소프트웨어를 개발하고 이스라엘 오렌지 농장 등에 적용하였다. 환경 센서들을 통해 토양 습도, 온도, 대기습도 등 재배환경을 측정하고, 식물에 부착된 센서들은 5분에서 10분 간격으로 정보를 수집하여 케이블이나 무선 연결을 통해 재배자의 집에 있는 컴퓨터로 전송한다. 소프트웨어는 식물의 컨디션을 그래프와 색깔로 표시하고, 작물의 스트레스 상태와 원인을 분석해준다. 이스라엘 오렌지 농장에 적용한 결과 환경 정보를 측정하여 관수 방법을 개선한 결과 톤당 700달러의 소득이 증가하였다.

이와 같이 센서를 이용한 많은 연구들이 진행되면서 농업용 센서, 로봇(무인헬기, 모심기 로봇) 등이 개발되고 있으며, 이를 이용한 다양한 응용 프로그램들이 개발되고 있다.

최근 국내에서는 센서네트워크를 활용한 온실관리 시스템 구현[2], 웹기반의 온실 환경 원격 모니터링시

스템 구축[3], 센서네트워크를 이용한 인공광 이용형 유비쿼터스 식물공장 모니터링 시스템 테스트베드 구축[4], 유비쿼터스 농업환경에서의 돈사 통합관리 시스템 구현[5], 통합센서 모듈을 이용한 농업 환경 모니터링 시스템 개발[6] 등이 각 대학 및 연구센터에서 연구를 진행하였다.

또한 정부에서는 농업과 IT를 융합하기 위한 다양한 사업을 수행하였는데, 2010년까지 시설원예, 양곡, 과수, 양돈, 수산양식 및 농수축산물 이력추적 사업 등으로 32개의 개발 사업을 진행하였다. 진행한 사업은 표 1과 같다.

표 1. u-IT 적용분야별 정부 사업 추진 현황[7]
Table 1. The current situation of government project promotion for each u-IT application field

구 분			사업단계(사업수)	
			시범사업 (~'09)	실증·확산사업('10~)
적 용 분 야	시 설 원 예	과채류	5	1
		화훼류	2	1
	양 곡		1	-
	과 수		1	1
	양 돈		4	1
	수산양식		3	1
	이력추적(RFID적용)		6	-
	기 타		5	-
계		27	5	
사업주체			정통부/지 경부	농식품부/ 지자체

III. 온실환경 복합제어시스템 구축

본 시스템은 전라남도 광양, 화순에 있는 6개 파프리카 농가 시설하우스를 u-IT기반 기술로 제어한다. 본 시스템의 구성도는 그림 1과 같다. 그리고 각 농가에서 취합된 생산환경 정보를 전라남도 시스템실의 데이터 마이닝 서버로 전송하여 실시간 모니터링 및 제어를 하게 하였다. 또한 취합된 데이터를 분석하여 다양한 방법으로 시각화함으로써 컨설팅에 활용할 수 있도록 하였다.

시설하우스 현장에 설치된 복합 환경제어 시스템은 본 사업에 참여한 그린씨에스(주)의 '마그마'라는 제품을 기반으로 추가 개발을 하였다. 온실용 복합 환경제어 시스템은 PLC 판넬에 연결된 온실의 각종 센서 및 작동기기에서 수집된 정보를 제어프로그램과 연동하여 실시간으로 제어값을 저장한다. 이 시스템은 온실 내부 및 외부의 각종 성장센서, 환경 센서의 정보를 기반으로 환기장치, 온풍기, 보일러, CO₂ 농도, 양액 제어기 등을 제어한다.

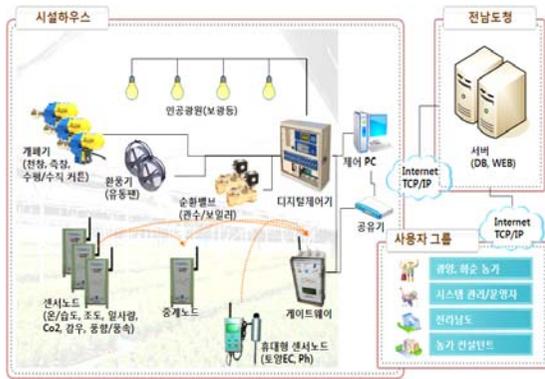


그림 1. 시스템 구성도
Fig. 1 System configuration

시스템에 이용되는 센서류는 온실외부에 설치되는 센서 4종류와 온실내부에 설치되는 센서 3종류, 생체 정보계측을 위한 센서 9종류를 설치하였다. 설치된 센서의 종류는 [표2]와 같다.

센서의 작동은 온실로 공급되는 상전원을 통해 이루어지도록 하였으며, 풍속·풍향센서는 바람의 방향과 세기에 따라 작동되도록 구성되어 있으며, 온습도, 일사, 생체정보 센서류 등의 작동은 각 센서의 고유 저항 값을 통해 설정된 수치로 작동 되도록 구성되었다. 그림 2는 스마트 성장 환경 관리시스템 클라이언트 사용자 인터페이스 이미지이다.

각 센서류의 데이터의 입출력은 Port0-RS232C, Port1-RS232C로 이루어지도록 하였다. 각 센서값의 수신은 사용자의 설정에 의해 변경이 가능하도록 하였으며, 실시간 계측이 필요한 급배액 관련 센서, CO₂ 센서의 경우에는 실시간으로 사용자가 확인이 가능하도록 하였다.

표 2. 센서 종류에 따른 센서 설치 위치
Table 2. The Location and kind of Sensors

센서설치	센서종류
온실외부	일사센서, 풍향센서, 풍속센서, 감우센서, 온도센서
온실내부	온도센서, 습도센서, CO ₂ 센서
작물체 주변	급액 EC센서, 급액 pH센서, 급액량센서, 급액온도센서, 배액EC센서, 배액pH센서, 배액량센서, 배액온도센서, 엽온센서, 과온센서, 줄기 온도센서, 배지온도센서, 합수율측정센서
보일러 주변	공급관 온도센서, 회수관 온도센서, 병커 온도센서

수집된 각 센서 값은 복합 환경 제어기에 반영되어 이과 연결된 온실 환경 조절을 위한 장비의 제어에 반영이 되도록 하였으며, 센서 값에 의한 제어내용은 천창 모터, 이중창 모터, 측창 모터, 차광커튼 모터, 보온 커튼 모터, 측 커튼 모터, CO₂ 공급 밸브, 유동 팬, 배기 팬, 난방 순환 펌프, 난방 3-way 밸브 등이다.

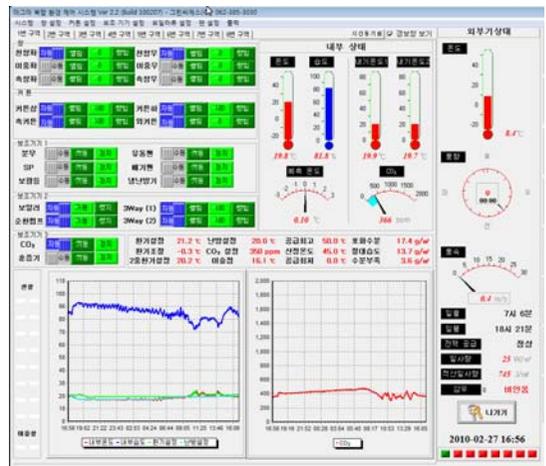


그림 2. 클라이언트 사용자 인터페이스
Fig. 2 Client User Interface

VI. 스마트 성장환경 관리 서버시스템

스마트 성장환경 관리 서버 시스템은 농가별 Terminal proxy 서버들로부터 전송되는 센싱 정보를 DB화하기 위한 데이터 로깅 서버를 구축하고, 웹 기반의 모니터링을 위한 사용자 인터페이스를 구축하였다. 또한 온실 내외부에서 수집된 각종 센싱 정보들을 제공하고, 정보 분석을 통한 각종 통계 및 예측 정보들을 제공한다. 그림 3은 웹기반 성장환경관리시스템 서버 시스템 사용자 인터페이스 화면이다.



그림 3. 서버 사용자 인터페이스
Fig. 3 Server User Interface

센서의 출력값인 전기적인 신호 및 시스템의 작동 여부는 농민이나 성장 환경 관리에는 무의미한 정보이다. 그러므로 각 센서 및 시스템에 대한 계측, 저장된 정보는 사용자들이 알 수 있게 변환되어 실시간 환경요소에 관한 정보를 분석·가공하여 생산자를 비롯한 관련 컨설턴트, 연구자에게 제공함으로써 생산성 및 품질 향상, 생산비 절감 및 소득 향상에 중요하게 이용될 수 있다. 여기에서 직선회귀 분석과 DIF 분석을 활용한다. 직선회귀 분석은 일몰 전후 시간당 평균 광도 및 시설내부온도의 감소율을 분석하고 비교하기 위해 일몰 전후 시설내부의 온도의 변화를 직선회귀식으로 분석한후 기율기의 값을 가지고 농가별 환경요인들은 분석하는 방법이다. 직선 회귀분석의 범위는 $Y=aX+b$, $Y=$ 광도 또는 온도, $X=$ 시간 일몰전 3시간부

터 일몰후 1시간이다. DIF분석은 주야간 온도편차에 대한 분석으로 식물성장에 DIF가 중요한 영향을 미치기 때문에 온도의 편차를 최소화 하기 위한 측정 도 구로 활용된다.

그림 4는 환경정보를 분석 가공한 직선회귀분석 화면이고 그림 5는 DIF 분석 사용자 화면이다.



그림 4. 직선회귀분석 화면
Fig. 4 Picture of Linear regression analysis

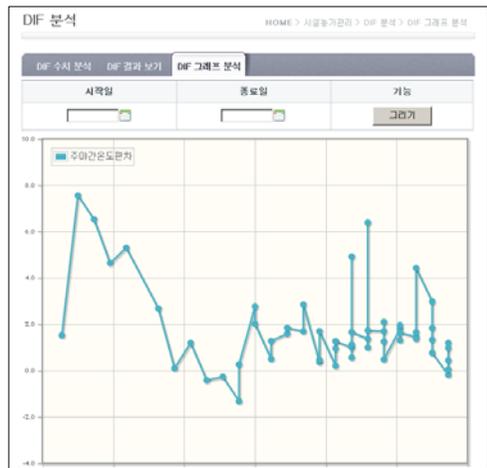


그림 5. DIF분석 화면
Fig. 5 Picture of DIF analysis

```
function deprograss()
{
    var col1_data = [], col2_data = [];
    var X_VALUE, Y_VALUE ;
    var loop=0;
    var x_sum = 0, y_sum=0, x_avg=0, y_avg=0;
    if(colx_data.length==0) { alert('X축정보를 설정하세요'); return; }
    if(coly_data.length==0) { alert('Y축정보를 설정하세요'); return; }
    for(var i=0;i<colx_data.length;i++)
    {
        X_VALUE = colx_data[i];
        Y_VALUE = coly_data[i];
        x_sum += parseFloat(X_VALUE);
        y_sum += parseFloat(Y_VALUE);
        col1_data.push([parseFloat(X_VALUE), parseFloat(Y_VALUE)]);
    }
    if(col1_data.length==0)
    {
        alert('데이터가 존재하지 않습니다');
        return;
    }
    var tot = col1_data.length;
    x_avg = Math.round(x_sum / tot*10000)/10000;
    y_avg = Math.round(y_sum / tot*10000)/10000;
    var sum_xp2=0,sum_yp2=0,sum_xyp=0;
    for(var i=0;i<tot;i++)
    {
        var x_p = parseFloat(col1_data[i][0])-x_avg;
        var y_p = parseFloat(col1_data[i][1])-y_avg;
        var y_p2 = parseFloat(y_p*y_p); // y 편차의 제곱
        var x_p2 = parseFloat(x_p*x_p); // x 편차의 제곱
        var xyp = parseFloat(x_p*y_p); // x와 y 편차의 곱
        sum_xp2+=x_p2; // x편차 제곱의 합
        sum_yp2+=y_p2; // y편차 제곱의 합
        sum_xyp+=xyp; // x와y편차의 곱의 합
    }
    var a = Math.round( sum_xyp / sum_xp2 * 10000 ) / 10000;
    var b = y_avg+(-x_avg*(Math.round(a*1000)/1000));
    var sum_yp3=0;
    for(var i=0;i<tot;i++)
    {
        var x = col1_data[i][0];
        var y = (a*x)+b;
        var yp3 = y_avg-y; // 설명된 편차
        sum_yp3+=yp3*yp3; // 설명된 편차 제곱의 합
        y = Math.round(y*100)/100;
        col2_data.push([parseFloat(x),parseFloat(y)]);
    }
    var r2 = Math.round( sum_yp3 / sum_yp2 * 10000 ) / 10000;
    $("#analysis").html($("#analysis").html()+"A값:"+a+" , B값:"+b+" , R  
$($("#chart").html(""));
    a_value=a;
    b_value=b;
    r2_value=r2;
    plot = $
    .jqplot('chart', [col1_data,col2_data], {
        legend: {show:true, location:'nw'},
        title: '',
        axesDefaults: {tickOptions: {formatString:'%.2F'}},
        axes: {
            xaxis: {
                rendererOptions: {
                    tickRenderer: $
                    .jqplot.CanvasAxis
                    },
                tickOptions: {
                    angle: -40
                },
                fillAxis: 'x'
            },
            yaxis: {
                tickOptions: {
                    fillAxis: 'y'
                }
            }
        },
        series: [
            {label:x_column_txt+', '+y_column_txt, sh
            (label:"직선회귀그래프", lineWidth:1.6, show:
        ],
        cursor: {
            zoom:true,
            constrainZoomTo:'x'
        },
        highlighter: {
            sizeAdjust: 4
        }
    });
}
```

그림 6. 직석회귀분석 알고리즘 구현
Fig. 6 Implementation of Linear regression analysis algorithm

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<DOCTYPE sqlMap PUBLIC "-//ibatis.com//DTD SQL Map 2.0//EN" "http://www.ibatis.com/dtd/sql-map-2.dtd">
<sqlMap namespace="farm">
<select id="getAnalysisDiff" parameterClass="map">
DELETE FROM ANALYSIS_DIF
WHERE no=#no#
</select>
<select id="getAnalysisDiff" parameterClass="map" resultClass="hashmap">
SELECT
NO, FARM_NO, TO_CHAR(ANALYSIS_DATE, 'YYYY-MM-DD HH24:MI:SS') AS ANALYSIS_DATE,
TO_CHAR(SUNRISE, 'YYYY-MM-DD HH24:MI:SS') AS SUNRISE,
TO_CHAR(SUNSET, 'YYYY-MM-DD HH24:MI:SS') AS SUNSET,
TO_CHAR(REG_DATE, 'YYYY-MM-DD HH24:MI:SS') AS REG_DATE,
SUNRISE_AFTER, SUNRISE_BEFORE, DIF, SUNRISE_AFTER_CMT, SUNRISE_BEFORE_CMT
FROM ANALYSIS_DIF
<dynamic prepend="WHERE">
<isNotEmpty property="farm_no" removeFirstPrepend="true" prepend="AND">
FARM_NO = #farm_no#
</isNotEmpty>
<isNotEmpty property="sdate" removeFirstPrepend="true" prepend="AND">
<![CDATA[
ANALYSIS_DATE >= TO_DATE(#sdate#, 'YYYY-MM-DD HH24:MI:SS')
]]>
</isNotEmpty>
<isNotEmpty property="edate" removeFirstPrepend="true" prepend="AND">
<![CDATA[
ANALYSIS_DATE <= TO_DATE(#edate#, 'YYYY-MM-DD HH24:MI:SS')
]]>
</isNotEmpty>
</dynamic>
ORDER BY ANALYSIS_DATE DESC
</select>
<select id="getAnalysisViewSQL" parameterClass="map" resultClass="hashmap">
SELECT * FROM (
SELECT
NO, FARM_NO, TO_CHAR(ANALYSIS_DATE, 'YYYY-MM-DD HH24:MI:SS') AS ANALYSIS_DATE,
TO_CHAR(SUNRISE, 'YYYY-MM-DD HH24:MI:SS') AS SUNRISE,
TO_CHAR(SUNSET, 'YYYY-MM-DD HH24:MI:SS') AS SUNSET,
TO_CHAR(REG_DATE, 'YYYY-MM-DD HH24:MI:SS') AS REG_DATE,
SUNRISE_AFTER, SUNRISE_BEFORE, DIF, SUNRISE_AFTER_CMT, SUNRISE_BEFORE_CMT
FROM ANALYSIS_DIF
<dynamic prepend="WHERE">
<isNotEmpty property="farm_no" removeFirstPrepend="true" prepend="AND">
FARM_NO = #farm_no#
</isNotEmpty>
<isNotEmpty property="sdate" removeFirstPrepend="true" prepend="AND">
<![CDATA[
ANALYSIS_DATE >= TO_DATE(#sdate#, 'YYYY-MM-DD HH24:MI:SS')
]]>
</isNotEmpty>
<isNotEmpty property="edate" removeFirstPrepend="true" prepend="AND">
<![CDATA[
ANALYSIS_DATE <= TO_DATE(#edate#, 'YYYY-MM-DD HH24:MI:SS')
]]>
</isNotEmpty>
</dynamic>
ORDER BY ANALYSIS_DATE DESC
<![CDATA[
]]>
WHERE ROWNUM<=1440
]]>
</select>
<select id="diffAnalysis" parameterClass="map" resultClass="hashmap">
SELECT
TRUNC(
(
/* 일출후 4시간 평균 온도 */
SELECT AVG(XINTERP1) AS XINTERP1 FROM (
SELECT
TO_CHAR(REG_DATE, 'YYYY-MM-DD') AS REG_DATE,
XINTERP1 FROM FARM_GCSDATA_13MWEATHER
<dynamic prepend="WHERE">
<isNotEmpty property="farm_no" removeFirstPrepend="true" prepend="AND">
FARM_NO = #farm_no#
</isNotEmpty>
<isNotEmpty property="sunrise" removeFirstPrepend="true" prepend="AND">
<![CDATA[
REG_DATE >= TO_DATE(#sunrise#, 'YYYY-MM-DD HH24:MI:SS')
AND
REG_DATE <= TO_DATE(#sunrise#, 'YYYY-MM-DD HH24:MI:SS') + (4/24)
]]>
</isNotEmpty>
</dynamic>
) T1
),2) AS DIF_SUNRISEA,
TRUNC(
(
/* 일출전 4시간 평균온도보조*/
SELECT AVG(XINTERP1) AS XINTERP1 FROM (
SELECT
TO_CHAR(REG_DATE, 'YYYY-MM-DD') AS REG_DATE,
XINTERP1 FROM FARM_GCSDATA_13MWEATHER
<dynamic prepend="WHERE">
<isNotEmpty property="farm_no" removeFirstPrepend="true" prepend="AND">
FARM_NO = #farm_no#
</isNotEmpty>
<isNotEmpty property="sunrise" removeFirstPrepend="true" prepend="AND">
<![CDATA[
REG_DATE <= TO_DATE(#sunrise#, 'YYYY-MM-DD HH24:MI:SS')
AND
REG_DATE >= TO_DATE(#sunrise#, 'YYYY-MM-DD HH24:MI:SS') - (4/24)
]]>
</isNotEmpty>
</dynamic>
) T2
),2) AS DIF_SUNRISES,
'founrise' AS SUNRISE,
```


VI. 결 론

우리는 ‘u-IT기반 스마트 성장 환경 관리 시스템’을 개발하였다. 본 시스템의 구축을 통하여 고부가가치를 창출하는 원예 산업에 u-IT를 활용함으로써 실시간 작물 성장환경 정보 수집 및 시설 내부의 재배 환경 시스템 제어를 할 수 있도록 하였다. 그리고 온실 내 위치에 따른 작물의 생장, 생육, 생산량 및 품질 편차를 줄일 수 있었다. 또한 실시간 작물 성장 환경 정보 수집 및 제어를 통해 적절한 온도와 수분을 유지시켜 쾌적한 성장 환경을 지속적으로 제공하였고, 이를 통해 냉해 및 고사로 인한 손실을 사전에 예방하였다.

시스템의 발전과 꾸준한 농업의 생산성 향상을 위해 본 시스템을 지속적으로 활용하고, 활용한 결과를 농업 전문가들이 분석하여 최적의 성장 환경을 찾아내고, 최적의 제어 기술로 발전시켜 나가야 할 것이다. 또한 시설 농업 전반의 생산성 향상을 도모하기 위해 본 시스템에 대한 전문가의 컨설팅이 절대적으로 필요하다. 컨설팅을 위해, 지속적인 데이터 마이닝을 기반으로 통계와 시각화에 대한 연구가 지속적으로 진행되어야 할 것이다.

u-IT기반 스마트 성장환경 관리시스템은 향후 타 작목으로 확산은 물론 임업, 수산업, 축산업 등으로 확대 발전시킬 수 있을 것이다.

참고 문헌

- [1] M.Weiser, "The Computer for the 21st Century", Scientific American, Vol.9, pp.66-75, 1991.
- [2] 서종성, 강민수, 김영곤, 심춘보, 주수중, 신창선, "센서 네트워크를 활용한 유비쿼터스 온실관리 시스템 구현", 한국인터넷정보학회논문지, 9권, 3호, pp. 129-139, 2008.
- [3] 김경옥, 박경옥, 김종찬, 장문석, 김웅곤, "웹기반의 온실환경 원격 모니터링시스템 구축", 한국전자통신학회논문지, 제6권, 제1호, pp. 77-83, 2011.
- [4] 김보경, 이완직, 허석렬, "센서네트워크를 이용한 이공 광 이용형 유비쿼터스 식물공장 모니터링 시스템 테스트베드 구축", 한국정보기술학회 하계학술대회 논문집, pp. 272-275, 2010.
- [5] 황정환, 이명훈, 주휘동, 이호철, 강현중, 여현, "유비쿼터스 농업환경에서의 온실 통합관리시스템 구현" 한국통신학회논문지, 제35권, 제2호, pp. 252-262, 2010.
- [6] 이은진, 이권익, 김홍수, 강봉수, "통합 센서 모듈을 이용한 농업 환경 모니터링 시스템 개발" 한국콘텐츠학회논문지, 제10권, 제2호, pp. 63-71, 2010.
- [7] 농림수산식품부, "2011 농수축산 u-I T 사업 추진계획", 3, 2011.
- [8] <http://www.skinternet.tv/tlogin02.php>
- [9] <http://www.showiplug.net/index.htm>

저자 소개



정경진(Kyong-Jin Jeong)

1996년 광주가톨릭대학교 신학과 졸업 (신학사)

2005년 순천대학교 정보과학대학원 컴퓨터과학과 졸업(이학석사)

2011년 순천대학교 대학원 컴퓨터과학과 박사과정

2000년 ~현재 (주)보고정보 대표이사

※ 관심분야 : 소프트웨어, USN, 농업IT



김원중(Won-Jung Kim)

1987년 2월 전남대학교 계산통계학과 졸업(이학사)

1989년 2월 전남대학교 대학원 전산통계학과 졸업(이학석사)

1991년 8월 전남대학교 대학원 전산통계학과 졸업(이학박사)

순천대학교 컴퓨터공학과 교수

※ 관심분야 : RFID/USN, Context Awareness, Internet Services, and Location Based Services