

논문 2012-49CI-2-5

# 지능을 이용한 온실 제어 시스템

## ( Implementation of Greenhouse Environmental Control Systems using Intelligence )

양 재 수\*, 정 창 덕\*\*, 홍 유 식\*\*\*, 안 병 익\*\*\*\*, 황 선 일\*\*\*\*, 최 영 훈\*\*\*\*\*

( J Yang, C.D. Chung, Yousik Hong, B.I Ahn, S.I. Hwang, and Y.H. Choi )

### 요 약

본 논문에서는 화훼 온실에 Ubiquitous 기반의 Sensor Network와 다양한 센서를 설치하여, 최적의 자동 온실 환경을 구현, 그 결과를 평가하였다. 이를 위해, 온실에서의 다양한 성장환경 정보를 실시간 수집/분석하여, 기존의 최적 성장환경 권장 수치를 기준으로, 최적의 성장 환경을 유지하도록 설계하였다. 실험 대상인 화훼온실의 농작물 성장결과를 측정하기 위해, 환경 변화에 따른 최적의 성장환경을 유지하도록, 온실 시설물을 제어하는 시스템을 구현하고, 이를 분석하였다.

기존의 온실 관리 방법과는 달리, 본 논문에서 적용된 시스템은 사용자가 원격에서 성장환경 모니터링 및 시설제어가 가능하도록 설계되었다. 또한, 화훼의 생산량 및 품질 향상을 위해 자동 온습도 조절기와 인공광원 등을 설치하였다.

그 결과 온실 시설물과 인공광원의 제어를 통해 화훼 생산량, 품질, 노동력 및 난방비에서 기존보다 상당히 향상됨을 볼 수 있었다. 실험결과, u-화훼 시스템이, 날씨 변화 및 이상 기상 상황 등이 발생했을 경우, 사용자에게 SMS를 통해 경고 메시지를 보냄으로써 실시간적으로 이상 날씨 변화 상황에 원격으로 제어, 대응하여, 최적의 성장환경을 유지, 농가의 소득을 극대화할 수 있음을 입증하였다.

### Abstract

.An experiment for an optimized automatic greenhouse environment in a flower farming greenhouse by building a ubiquitous sensor network with various sensors was conducted and the results were evaluated. And various culturing environmental information and data in the greenhouse were collected and analyzed. Then, the greenhouse was designed to maintain the best culturing environment on the basis of existing recommended optimized figures. By measuring the growth of the crops in the greenhouse, A system which controls facilities in the greenhouse to maintain the best culturing environment in accordance with change in the environment was analyzed. Computer simulation result proved that we discovered that controlling the facilities and the artificial light source increased production, enhanced quality, reduced labor and heating cost immensely. The experiment has proved that the u-flower farming system can maximize the income of farm families by sending warning messages to users of this system when weather suddenly changes so that users may cope with such changes and maintain the best culturing environment.

**Keywords** : 온실 모니터링, RFID 및 센서 ,온실 제어, 퍼지규칙, u-화훼

---

\* 정회원, 단국대학교 전자전기공학부

(Department of Elertronic and Elertrical Engineering, Dankook University)

\*\* 정회원, 고려대학교 컴퓨터 정보학과

(Department of Computer and Information science, Korea University)

\*\*\* 정회원-교신저자, 상지대학교 컴퓨터 공학부

(Department of Computer Engineering, Sangji University)

\*\*\*\* 정회원, (주)씨온

(Seon)

\*\*\*\*\* 정회원, 고려대학교 소프트웨어 공학과

(Department of Software Engineering, Korea University)

접수일자: 2011년2월15일, 수정완료일: 2012년3월5일

I. 서론

우리나라 화훼산업은 국민소득 증가와 더불어 꾸준히 성장하여 왔다. 특히 1997년 외환위기를 겪으면서 화훼류가 신선농산물 수출의 견인차 역할을 수행하면서 화훼산업의 중요성이 크게 대두되었고, 농업분야에서의 비중도 커져 왔다<sup>[1~3]</sup>. 기존의 토경재배와 양액재배 방법은 온도 및 습도계 정도의 간단한 장비를 온실에 설치하고 온실 관리자가 육안으로 온실의 성장환경을 파악하고 그에 대해 적절한 조치를 취하기 때문에, 24시간 감시를 해야 되는 불편 한 점이 있었다<sup>[4~6]</sup>. 뿐만 아니라, 화훼 온실에서 재배하는 품목에 따라 적정 온도 및 습도의 범위 및 수치가 다르기 때문에 온도 및 습도 조절을 적절히 하기에는 매우 어려웠다<sup>[7~10]</sup>. 왜냐하면, 수작업으로 진행되는 화훼 온실 관리는 관리자가 수시로 온도 및 습도 수치를 점검하기 위해서 주기적으로 온실 환경에 대한 정보를 수집, 정리해야 하기 때문이다. 그러므로 본 논문에서는 화훼산업에 최신 IT기술의 도입하여 새로운 돌파구를 만들기 위하여 USN 기반의 시스템 구축과 화훼 성장환경 관리시스템 구축을 통한 사용자들의 편의를 도모를 목적으로 하는 온실 성장환경 관리시스템, 소위 u-화훼 시스템을 설계, 구현 한다.

본 논문의 II장에서는 온실재배 최적 조건에 관해서 알아보고, III장에서는USN 환경에서의 온실재배시스템에 관해서 알아본다. IV장에서는 모의실험 결과를 설명하고, V장에서는 모의실험 결과 및 지능형 온실에 관한 실험결과를 설명한다.

II. 온실재배 최적 조건

본 논문에서는 송신부, 수신부, 센서부로 구성하여 토양에 센서부를 삽입하여 일정주기 마다 토양에서 수분, 온도 전기기전도(EC)를 측정하여 송신부를 통해 무선으로 수신부에 센싱 데이터를 전송하는 알고리즘을 제안하고자한다. 이스라엘<sup>[11~12]</sup>은 농업 및 환경 모니터링 분야에 있어 무선 식물 성장 모니터링 시스템을 구축하여 성장량을 자동으로 측정하여 관수 주기, 관수량 등의 재배법 개선에 활용하고 있다. 그러나 같은 농작물이라도 최적의 성장조건을 구성하기 위해서는 흙 성분 따라서 성장속도가 다르기 때문에 흙분석도 매우 중요

표 1. 흙성분 분석

Table 1. Soil ingredient analysis.

구분	PH	유기물	유효인산 (mg/kg)	치환성염기(Cmol+/kg)			염농도 (ds/m)	
				칼륨	칼슘	고토		
기준치	6.5	30	400	0.75	5.5	2.0	2.0 이하	
딸기	6.0	27	1122	0.88	5.11	2.7	1.9	
평균	참외	6.1	23	522	0.8	5.66	2.6	1.9
수박	6.1	23	520	0.75	5.69	2.6	1.0	

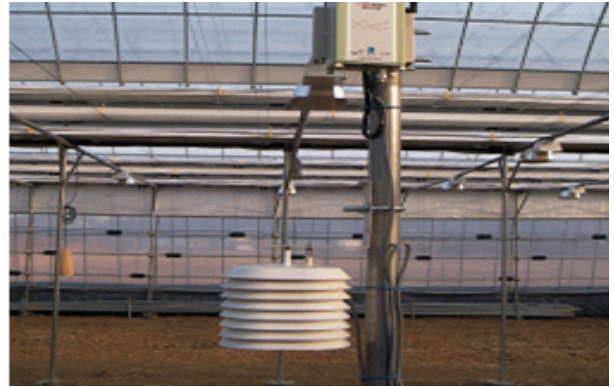


그림 1. 웹기반 온실제어 모의시험

Fig. 1. Greenhouse control simulation based on web.

한 요소가 된다. 표 1에서는 과일 종류에 따라서 PH 센서를 이용하여 최적의 흙성분을 분석하는 과정을 설명하고 있다.

그림 1에서는 실제 온실에 설치되어 과수 및 임목에 대한 연구에 사용하여 수확량 예측장비로 활용하고 있는 온실제어 실제 상황을 보여주고 있다. 일반 센서들은 토양의 습도, 온도, 대기습도 등의 재배환경을 측정하고 식물에 부착된 센서들은 5분~10분 간격으로 정보를 수집하여 유무선 네트워크를 통해 재배자의 컴퓨터로 전송하게 된다. 웹기반 온실제어 모의시험 시설제어 시나리오는 다음과 같다.

1. USN센서로부터 성장환경(온도, 습도, 조도, 강우, 일사량) 데이터 측정한다.
2. 자동 시설제어를 하기 위해 설정된 각 시설의 제어설정(제어on/off)을 조회한다.
3. 제어설정이 on이고 기준 설정값이 시간으로 되어있으면 기준 시간동안 시설을 작동시킨다.
  - 3.1 제어설정이 on이고 기준 설정값이 시간일 경우 설정된 시간이 아니면 시설을 중지시킨다.
4. 제어설정이 on이고 기준 설정값이 USN센서값으로 되어있으면 각 시설에 대한 USN센서 기준 설

정값을 USN센서로부터 들어온 현재값과 비교한다. 현재값이 설정값을 초과하면 시설을 움직인다.

4.1 제어설정이 on이고 기준 설정값이 USN센서 값일 경우 기준 설정값을 넘지 않으면 시설의 작동을 중지 시킨다.

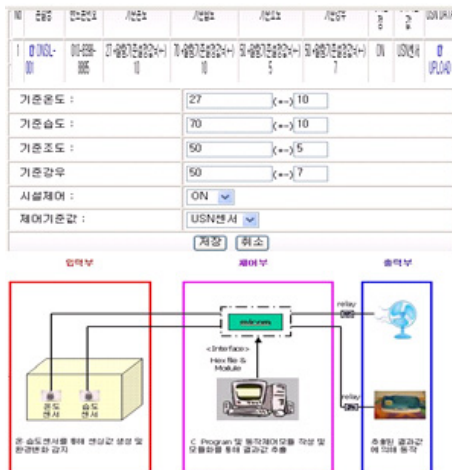


그림 2. 온도제어 모의실험  
Fig. 2. Temperature control simulation.

```

////////////////// 입력 기기 채널 할당
#define IN_CH_MAX 0x08
#define IN_CHO_GAS 0x00
#define IN_CH1_CO2 0x01
#define IN_CH2_INFRARED 0x02
#define IN_CH3_DUST 0x03
#define IN_CH4_SMOKE 0x04
#define IN_CH5_TEMPERATURE 0x05
#define IN_CH6_ULTRASONIC 0x06
#define IN_CH7_MAGNATIC 0x07

// Serial_TestDlg.h : header file
#include "Comm.h"
#ifdef AFX_SERIAL_TESTDLG_H_F3083EE8_5E15_4B7D_B72B_28AFA5E60ER_INCLUDED_
#define AFX_SERIAL_TESTDLG_H_F3083EE8_5E15_4B7D_B72B_28AFA5E60ER_INCLUDED_
#endif
#ifdef AFX_SERIAL_TESTDLG_H_F3083EE8_5E15_4B7D_B72B_28AFA5E60ER_INCLUDED_
#define AFX_SERIAL_TESTDLG_H_F3083EE8_5E15_4B7D_B72B_28AFA5E60ER_INCLUDED_
#endif
#pragma once
#ifdef AFX_SERIAL_TESTDLG_H_F3083EE8_5E15_4B7D_B72B_28AFA5E60ER_INCLUDED_
#define AFX_SERIAL_TESTDLG_H_F3083EE8_5E15_4B7D_B72B_28AFA5E60ER_INCLUDED_
#endif

// Serial_TestDlg dialog

class CSerial_TestDlg : public CDialog
{
// Construction
public:
    CSerial_TestDlg(CWnd* pParent = NULL); // standard constructor

// Dialog Data
//{{AFX_DATA(CSerial_TestDlg)
enum { IDD = IDD_SERIAL_TEST_DIALOG };
int m_nSettingBaud; //RS232 보우레이트 설정 값
int m_nSettingPort; //RS232 포트 설정 값
CString m_EditData;
//}}AFX_DATA

// ClassWizard generated virtual function overrides
//{{AFX_VIRTUAL(CSerial_TestDlg)
protected:
virtual void DoDataExchange(CDataExchange* pDX); // DDX/DDV support
//}}AFX_VIRTUAL

// Implementation
protected:
HICON m_hIcon;
CComm m_Comm;
}
    
```

그림 3. 서버 통신 프로그램  
Fig. 3. Server communication program.

그림 2 에서는 최적의 온도 및 습도를 제어하기위해 서 기준 습도 및 기준 온도를 설정하면 원격으로 자동

으로 온실제어를 할 수 있는 기능을 설명하고 있다. 그림 3에서는 서버로 통신하기 위한 통신 프로그램을 설명하고 있다. 센서의 전압, 전류값을 CO2, 온도, 조도로 변환한 결과값으로 변환한 UI 및 측정된 센서값을 Local Controller에서 PC 혹은 서버로 통신하기 위한 통신 프로그램을 설명하고 있다.

### III. 온실 재배시스템

본 논문에서는 화훼 온실의 성장환경 정보를 수집하는 USN 시스템과 시설을 제어하는 화훼 온실 시설 제어 시스템을 통합하여 화훼 온실의 성장환경을 관리하고 사용자에게 화훼 성장환경 관리의 편의성과 화훼 성장 관련 정보 등을 제공하는 성장환경 관리 웹 포털 시스템 모두를 하나로 통합한 시스템을 구현하였다.

u-화훼 시스템은 화훼 온실의 성장환경 데이터를 온도/조도/습도/일사량/토양온도/토양수분/토양EC/토양 pH/CO2/강우/풍향/풍속 센서를 통해 일정 시간 간격으로 수집하고 데이터베이스 서버에 저장한다. 그림 4에서는 화훼 온실에 설치된 USN 시스템 구성도를 나타낸다. 온실에 설치된 각종 센서노드들은 ad-hoc 통신을 통해 중계노드 또는 게이트웨이(싱크노드)에 성장환경 데이터를 보낸다. 중계노드를 통해 들어온 데이터는 게이트웨이(싱크노드)로 보내지고 게이트웨이로 들어온 데이터는 미들웨어에서 데이터 가공 후 데이터베이스에 저장한다.

그림 5는 화훼 온실의 내·외부에 설치된 센서의 사진이다. 온실 내부에 설치되는 센서는 화훼의 성장환경을 정확히 측정하기 위해 화훼작물과 가까운 위치에 설치했다. 센서노드는 노드 간 통신을 원활히 하기 위

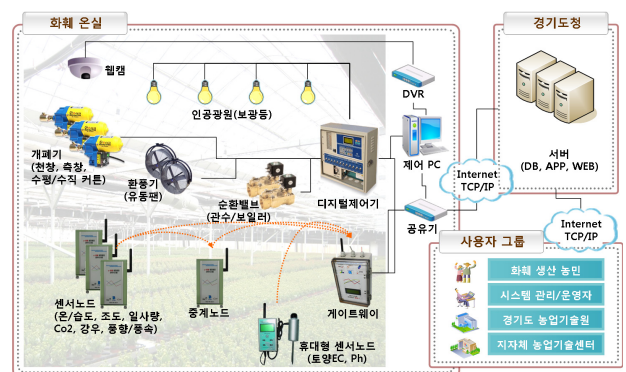


그림 4. 온실 시스템 구성도  
Fig. 4. greenhouse system configurations.

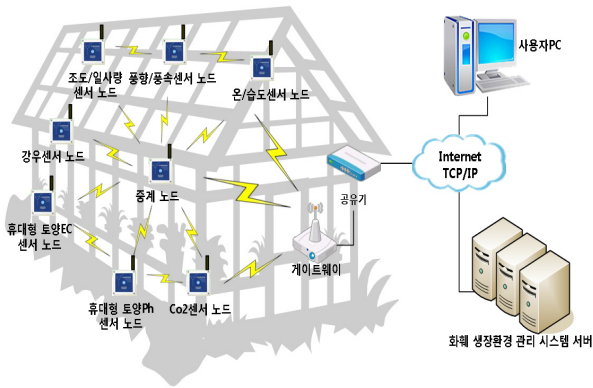


그림 5. USN 시스템 구성도  
Fig. 5. USN system configurations.

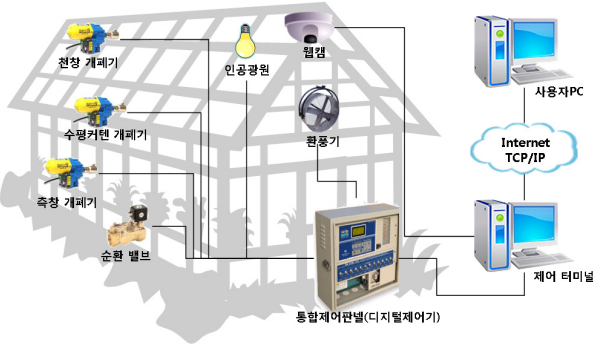


그림 6. 시설제어 시스템 구성도  
Fig. 6. Facility control system configuration.

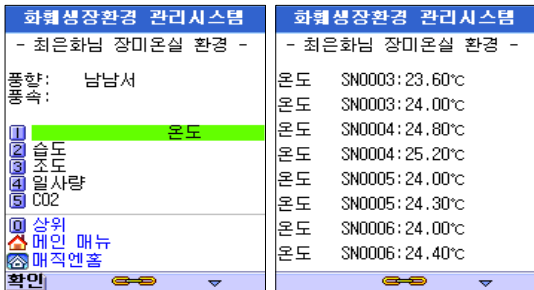


그림 7. 모바일 모니터링 GUI  
Fig. 7. Mobile monitoring GUI.

해 최대한 장애물이 없는 수평봉에 설치하였다.

그림 6에서는 시스템 관리는 생장환경 관리 시스템 관리자용 서비스로서 시스템을 안정적이고, 효율적으로 운영 할 수 있는 다양한 기능을 제공하는 과정을 설명하고 있다.

서비스 사용자를 등록하고 사용권한을 부여하여 생장환경 관리시스템의 주요 서비스 등을 이용할 수 있게 하고 시스템 활성화를 위해 서비스 이용로그 등을 분석한다. 그림 7에서는 이상 상황 알림 서비스의 주요 기능으로는 생장환경 DB에 등록된 센서 임계치 정보와 수신되

는 센싱 데이터를 비교하여 이상상황을 감지할 수 있는 기능이 있으며 이상상황 감지 시 데이터베이스를 조회하여 해당 화훼생산자에게 이상상황 발생 사항을 SMS로 통지 하는 과정을 설명하고 있다.

IV. 모의실험

본 논문에서는 온실 재배를 위해서 농작물의 습도 및 온도센서를 이용해서 최적의 조건을 제어하는 프로그램을 연구하였다. 같은 농작물이라도 흙 성분이 틀리면 똑같은 온도 및 습도 조건에서도 어떤 지역의 농작물은 성장속도가 늦을 수 있다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기위해서 최적의 농작물을 구성하기위해서 온도습도 및 흙 분석을 통해서 최적의 농작물을 제어할 수 있는 모의실험을 하였다. 본 논문에 사용된 수요예측과정은 다음과 같으며, X축에는 시간, Y축에는 변수의 값(과거 데이터 값)을 의미 한다. 표 2는 지능형 온실 제어를 위한 7 가지 서로 다른 조건을 입력 하였을 때 예측하는 과정을 나타내고 있다.

표 2. 지능형 온실 제어 입력 데이터  
Table 2. Input data of intelligence greenhouse control.

입력조건	수치 데이터
1. 과거 3 일치 강우량	Small
2. 과거 3일치 일조량	Med
3. 최근 농산물 품질조건	Big
4. 농 작지 흙 영양상태	Small
5. 농 작지 광원 조건	Med
6. 온도조건	Med
7. Co2 조건	Small

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

단, Y : 예상수확량

X<sub>1</sub> : 종속변수에 영향을 주는 요인1

X<sub>2</sub> : 종속변수에 영향을 주는 요인2

X<sub>3</sub> : 종속변수에 영향을 주는 요인3

:

X<sub>10</sub> : 종속변수에 영향을 주는 요인 7

본 논문에 사용된 학습 알고리즘 및, 신경망 구조는 다음과 같다.

- (1) offsets, weight를 초기화 한다.
- (2) input, target의 패턴을 신경망에 제시
- (3) 출력 신경세포들의 에러와 델타를 구해서 은닉층으로 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.

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

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

- (5) 델타 규칙에 의해서 연결가중치를 조절한다.

$$W(new)_{ij} = W(old)_{ij} + \alpha \delta_{iaj} + \beta \Delta w_{ij}(old)$$

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

- (6) 1-5 의 과정을 모든 입력패턴에 대해서 반복 한다.
- (7) 4 과정을 신경망이 완전히 학습 될 때 까지 반복 한다.

신경망 학습의 초기값을 설정하는 것은 중요한 문제다. 초기값을 적절하게 선택함으로써 학습오차가 작고 학습 과정이 빠르게 수렴될 수 있기 때문이다. 일반적으로 신경망의 학습은 특정 초기값에서 시작한다.

그리고 학습률은 모수값들을 어떻게 선택하는냐에 따라서 학습오차가 작으면서 학습과정이 빠르게 수렴할 수도 있고 조기 포화점에 빠질 수도 있다. 그렇기 때문에 분석하고자 하는 자료에 적당한 모수를 선정하여 오차가 최소값이면서 학습과정이 빠르게 수렴될 수 있게 학습하도록 하는 것은 매우 중요한 문제다.

그래서 제한적이지만  $\kappa$ ,  $\Theta$ ,  $\phi$ ,  $\mu$  ( kappa, theta, phi, mu)만을 가지고 각 범위 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9에 따라 모든 경우를 고려해서 임의의 경우로 실험을 해보았다. 그리고 학습시간을 각각 500회로 제한하였다.

만약, 강우량 및 일조량을 정확하게 예측하면 85-90 % 이상 정확하게 예측할 수 있을 것이다. 그러나, 실제 영농 시스템에서는 기후조건 및 수입 농산물 조건 등의 외부 변수가 많아서 모의실험처럼 정확하게 예측하기는 어렵다. 그래서 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기 위해서 후처리로 퍼지 규칙을 사용하였다.

(Rule 1)

$$[0.3/4, 0.5/5, 1/6] \mid \wedge [0.7/-3, 0.6/-2, 0.8/-1, 0.4/0, 0.1/1]$$

↑

↑

$$\mid \wedge [0.3/4, 0.5/5, 1/6]$$

$$= 0.3 \wedge 0.7 \wedge [0.3/4, 0.5/5, 1/6]$$

$$= [0.3/4, 0.5/5, 1/6]$$

(Rule 2)

$$[0.3/4, 0.5/5, 1/6] \mid \wedge [0.3/-6, 0.2/-5, 0.8/-4, 0.5/-3,$$

↑

↑

$$0.4/-2, 0.2/-1] \mid \wedge [0.1/2, 0.5/3, 1.0/5, 0.5/5, 0.2/6]$$

$$= 0.3 \wedge 0.5 \wedge [0.1/2, 0.5/3, 1.0/4, 0.5/5, 0.2/6]$$

$$= 0.1/2, 0.3/3, 0.3/5, 0.3/5, 0.2/6$$

(Rule 3)

$$[0.3/1, 0.9/2, 0.7/3, 0.3/4] \mid \wedge [0.7/-3, 0.6/-2, 0.8/-1, 0.4/0,$$

↑

↑

$$0.1/1] \mid \wedge [0.3/1, 0.9/2, 0.7/3, 0.3/4]$$

$$= 0.3, 0.7 \wedge [0.3/1, 0.9/2, 0.7/3, 0.3/4]$$

$$= 0.3/1, 0.3/2, 0.3/3, 0.3/4$$

$$u' = [0.3/1, 0.1/2, 0.3/3, 0.3/4, 0.3/5, 0.2/6]$$

$$\{ (0.3 * [1+3+4+5]) + 0.1 * [2] + 0.2 * [6] \} / (0.3 * 4) + (0.1 * 1) + (0.2 * 1) = 3.5$$

장미는 양생 식물로서 우수한 생육 및 개화를 위해서는 충분한 광량이 있어야 하는데, 광의 요구량은 품종에 따라 다르지만 약 37Klux부터 50Klux인 것으로 알려져 있다. 본 시스템은 인공광원을 통해 장미가 잘 자라도록 하기 위하여 광원이 부족한 시기에 보광을 하였다. 이에 대한 결과를 알아보기 위해 온실에 인공광원이 설치된 구역과 설치 안 된 구역을 나누어 채화시기에 두 구역을 비교하였다. 그림 8에서는 왼쪽 인공광원 미설치 사진이 오른쪽 인공광원 설치 사진에 비해 작물의 개화 시기가 늦음을 알 수 있다. 좌측은 지능형 센서를 미설치한 그림이고, 우측은 지능형 센서를 설치 한 그림을 설명하고 있다. 그림 9에서는 장미 1주(그루) 당 장미송이 비교 사진으로 육안으로도 장미송이의 차이를 알 수 있었다. 좌측은 지능형 센서를 미설치한 그림이고, 우측은 지능형 센서를 설치 한 그림을 설명하고 있다.





그림 8. 성장속도 비교  
Fig. 8. Growth rate comparison.



그림 9. 장미 송이 크기 비교  
Fig. 9. Rose cluster size comparison.

표 3. 고양시 장미 농가 생산량 비교  
Table 3. Comparison of Farm Production Goyang rose.

구분	설치 전	설치 후	전후 대비
출하회수 (기간)	7.5회 (49일)	8.5회 (43일)	출하시기 6일 단축 1년 수확회수 1회 증가
1회 수확량 (10주 기준)	26본	44본	수확량 1.7배 증가
1년 총 생산량 (2만주 기준)	40만본	73만본	생산량 최대 60%증가
1년 매출 예상 (1본당 300원)	1억 2천	2억 1천	생산량 최대 80%증가

표 3에서는 지능을 이용한 온실센서 구축을 한 결과, 장미의 성장 시기는 단축되고 생산량은 늘어남을 알 수 있다. 뿐만 아니라, 본 논문에서는 온도 및 습도가 기준치 이상으로 수치가 급격스럽게 올라가거나 내려 갔을때, 이상 상황 알림 서비스를 자동으로 감지하는 기능을 구현하였다. 성장환경 DB에 등록된 센서 임계치 정보와 수신되는 센싱 데이터를 비교하여 이상상황을 감지할 수 있는 기능이 있으며 이상상황 감지 시 데이터베이스를 조회하여 해당 화훼생산자에게 이상상황 발생 사항을 SMS로 통지한다. 화훼온실 안에 설치되어 있는 휴대용 무선 단말기를 사용하여 SMS 메시지를 전송하는 방법을 사

용하였다. 최초 이상유무 발생 시 온도 및 습도센서의 정상수치보다 고유의 ID를 전송한다. 이상유무 정도를 비교한 후, 단말기는 표 3과 같이 습도수치, 온도수치 현황 정보, 사고 발생 일시, 현 차량 위치를 나타내는 사고 현황 보고 메시지를 생성하여 WLAN/CDMA 망을 통해 SMS 서버로 전송한다. 센서 네트워크는 유비쿼터스 시대의 중추적인 기술 중의 하나로서 IEEE 802.15.4 PHY/MAC에 기반을 둔 ZigBee 프로토콜을 사용하고, 소형, 저가, 저전력을 필요로 하며 외부 환경의 모니터링과 제어기능을 수행한다.

센서 네트워크로부터 수집된 기상 정보를 활용하여 데이터의 전달과 속도 계산에 초점을 맞추었다. 그림

```

=====
//SMS 메시지 송신 알고리즘
if (TRUE == smsClient.CreateSocket(this, m_strID, m_strPassword))
{
    if(smsClient.Connect("210.116.112.10", 7296) == TRUE)
    {
        ReportMessage("정상적으로 접속 요청.");
        smsClient.SendSMS(m_strCallNo,
            m_strCallBack, m_strMessage);
    }
    else
        ReportMessage("접속 요청에 실패! 네트워크를 확인해주세요.");
}
else
{
    ReportMessage("접속 요청에 실패! 네트워크를 확인해주세요.");
}

//SMS 메시지 송신 후 컨트롤 정보 수신 알고리즘
void CSMSClient7296::OnReceive(int nErrorCode)
{
    TCHAR buff[4096];
    int nRead;
    nRead = Receive(buff, 4096);

    switch (nRead)
    {
        case 0:
            Close();
            break;
        case SOCKET_ERROR:
            if ((GetLastError() != WSAEWOULDBLOCK)
                {
                    DisplayReport((LPCTSTR)"Error occurred");
                    Close();
                }
            break;
        default:
            buff[nRead] = 0; // terminate the string
            CString szTemp(buff);
            m_strRecv = szTemp;
            DisplayReport(m_strRecv);
            break;
    }

    CSocket::OnReceive(nErrorCode);
}

=====
//SMS 메시지 종결 알고리즘
void CSMSClient7296::OnClose(int nErrorCode)
{
    DisplayReport((LPCTSTR)"접속이 종료되었습니다.");
}
=====
    
```

그림 10. SMS 메시지 송신 알고리즘  
Fig. 10. An algorithm of SMS message transmission.

표 4. 모의실험 결과  
Table 4. Simulation result

최적화 온실 변수 조건				성장 속도	
온도	습도	광원	흙분석	기존 방식	지능 방식
BIG	BIG	BIG	BIG	88	94
BIG	SMALL	SMALL	SMALL	77	91
BIG	SMALL	SMALL	SMALL	88	87
SMALL	SMALL	SMALL	SMALL	65	77
BIG	medium	medium	medium	91	89
SMALL	SMALL	medium	SMALL	78	83
SMALL	SMALL	BIG	medium	82	95
SMALL	BIG	SMALL	medium	90	88
SMALL	BIG	medium	BIG	74	97

10에서는 이상유무시에 SMS를 전송하는 과정을 설명하고 있다.

그러나 같은 농작물이라도 최적의 성장조건을 구성하기 위해서는 흙 성분에서 따라서 성장속도가 다르기 때문에 흙분석도 매우 중요한 요소가 된다. 표 4에서는 지능형 온실을 구축 하였을 때 기존의 방식보다 최소한 20% 이상 성장 속도가 개선된 것을 보여주고 있다.

### V. 결 론

본 논문에서는 온실 재배를 위해서 농작물의 습도 및 온도센서를 이용해서 최적의 조건을 제어하는 프로그램 연구하였다. 같은 농작물이라도 흙 성분이 틀리면 똑같은 온도 및 습도 조건에서도 어떤 지역의 농작물은 성장속도가 늦을 수 있다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해서 최적의 농작물을 구성하기 위해서 온도습도 및 흙분석을 통해서 최적의 농작물을 제어할 수 있는 모의실험을 하였다. 향후 온실에서 개선되어야 할 사항은 다음과 같다. 첫째 USN 시스템 분야에서는 센서노드의 송신출력이 1mW 이하에서는 센서와 베이스 스테이션 사이의 최대통신거리는 70m였으며 그 이상의 거리에서는 수신률이 급격히 떨어졌다. 온·습도 센서는 표준치 보다 전반적으로 높게 측정되었으며 이는 보드에서 발생하는 열에 영향을 받은 결과이며 개별 센서의 데이터 보정이 요구되었고 센서의 민감도에 따라서는 보드와 센서를 별도로 분리하는 것이 필요하였다. 둘째, RFID(13.56MHz, 900MHz,

2.4GHz) 시스템 분야에서는 리더기의 최대인식거리는 900MHz는 75-90cm 였으나 그 외의 태그에서는 5-10cm였다. 휴대형 리더기로 동시인식이 가능한가를 시험한 결과 900MHz에서 동시 인식 기능이 가능하지만 인접한 태그의 영향을 받아 오 정보를 송신할 수 있으므로 이에 대한 적절한 대안이 필요하였다. 전력원으로 사용된 건전지(1200mA 3.6V, 3개를 병렬)의 수명은 센싱 주기가 5분일 경우 이론적으로는 15일-20일이지만 실험에서는 3-7일 정도로 단축되었다. 이러한 문제점으로는 트리구조에서 자식노드가 부모노드를 찾지 못할 때 탐색과정에서 지속적으로 전력을 낭비한 결과가 이기 때문에 탐색효율성을 높이는 최적 알고리즘 연구가 필요하며 저렴하고 수명이 긴 건전지의개발이 병행되어야 할 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] 정부만, 송자영 “u-farm 해외 적용 사례집” 한국정보사회진흥원 2006.
- [2] 나택상, 김정근, 최경주, 기광연, 유용권 “겨울철 보광이 절화장미 ‘Nobles’의 생육 및 개화에 미치는 영향” 한국생물환경조절학회, 생물환경조절학회지 제16권 제2호, 2007. 6, pp. 130 ~ 134
- [3] 심근섭, 강정옥, 이희주 “인터넷 온실 경영관리 시스템 개발에 관한 연구” 한국농촌지도학회지 제11권 제1호, 2004. 1, pp. 191 ~ 207
- [4] Kevin A. Delin, Shannon P. Jackson, David W. Johnson, Scott C. Burleigh, Richard R. Woodrow, J. M. McAuley, James M. Dohm, Felipe Ip, Ty P. Ferré, Dale F. Rucker and Victor R. Baker “Environmental Studies with the Sensor Web: Principles and Practice”, Sensors 2005, 5, pp.103-117, 2005.
- [5] 농림부. 2006. 친환경 수도작 정밀농업 변량형 농작업 시스템 개발. 농촌 진흥청 농업공학연구소.
- [6] 농촌진흥청 농업기계화연구소. 2005. 친환경정밀농업연구.
- [7] 박원규. 2002. 친환경 정밀농업 기술의 발전방향. 농업기계화연구소.
- [8] 이충근, 정인규. 2005. 미국과 일본의 정밀농업 연구동향 분석. 한국국제농업개발학회 17(3): 133~140.
- [9] 조국현. 2003. 정밀농업에 대한 소개. 농업기반공사.
- [10] 장수용. 2005. 정밀농업 도입의 경제적 분석. 전북대학교 대학원 석사학위 논문.
- [11] 김승도, 나승혁, “온실가스 배출량 산정방법”, 전자공학회지 제35권 11호, 2008년

[12] 홍유식, 한광덕, 서권구, 조병순, 성해경, “지능형 농사 시스템”, 대한전자공학회 2010년 추계종합학술대회

— 저 자 소 개 —



**양 재 수**(정회원)  
1981년 한국항공대학교  
통신공학과 학사졸업.  
1985년 건국대학교 전자공학과  
석사졸업.  
1993년 미 NJIT 전기 및 컴퓨터  
공학박사졸업.

1991년 서울대학교 MBA 수료  
1981년 MIC 통신사무관  
1982년~2006년 KT 데이터부장/인터넷시설부장,  
인터넷사업국장, 전화상품팀장, 월드컵통신  
팀장, 중앙지사장, 수도권강북본부 사  
업지원총괄담당상무  
2006년~2011년 10월 광운대학교 교수  
2011년~현재 단국대학교 교수  
2007년~2011년 경기도 정보화특별보좌관  
<주관심분야 : IT융합기술, 보안융합,  
RFID/IP-USN, 정보통신 산업정책, 그린 에너지,  
u-City>



**정 창 덕**(정회원)  
1991년 연세대학교 경영대학원  
석사졸업  
2001년 KAIST 경영정보대학원  
박사졸업  
2005년 일본 동경교육대학원  
객원 교수

2006년 미국UCLA/indiana university연구원/객  
원교수역임  
2010년 중국하얼빈대학석좌교수  
2012년 현재 고려대전임교수  
<주관심분야 : 유비쿼터스, 인공지능, 센서네트워  
크, SNS>



**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, 신경  
망, 교통제어>



**안 병 익**(정회원)  
2007년 연세대학교 컴퓨터과학과  
박사졸업  
2002년 스탠퍼드 경영대학원  
SEIT과정 수료  
2008년 서울대학교 경영대학원  
AMP과정 수료

1993년 -1999년 KT 연구개발본부  
2000년~2009년 포인트아이 대표이사  
2010년~현재 씨온 대표이사  
2010년~현재 건국대학교 정보통신대학원  
겸임교수  
2010년~현재 강남대학교 컴퓨터미디어공학부  
겸임교수  
2002년~현재 한국 공간정보학회 상임이사  
2002년~2010 한국 LBS산업협회  
서비스분과위원장  
2002년~2010 한국 텔레매틱스협회 이사  
2003년~2008 TTA LBS프로젝트그룹  
단말응용분과장  
<주관심분야 : SNS, LBS, 모바일컴퓨팅, 소셜컴  
퓨팅>



저 자 소 개



황 선 일(정회원)  
 2009년 고려대학교 컴퓨터정보  
 학과 학사졸업  
 2012년 고려대학교 컴퓨터정보통  
 신대학원 소프트웨어공학  
 석사과정  
 2008년~현재 고려대학교 유비쿼  
 터스연구소 수석연구원

2008년~현재 (사)한국유비쿼터스학회  
 수석연구원  
 2010년~현재 (주)쓰리스크린네트웍스 대표이사  
 <주관심분야 : 유비쿼터스, SNS, >



최 영 훈(정회원)  
 2012년 고려대학교 컴퓨터정보  
 학과 학사졸업  
 2012년 고려대학교 소프트웨어  
 공학 석사과정  
 2011년~현재 고려대학교 유비쿼  
 터스연구소 연구원

2011년~현재(사)한국유비쿼터스학회 연구원  
 2011년~현재 (주)쓰리스크린네트웍스  
 솔루션개발팀 팀장  
 <주관심분야 : 어플리케이션, 유비쿼터스, SNS>