https://doi.org/10.14400/JDC.2017.15.2.183

시설재배를 위한 지능정보시스템의 설계

오세종
단국대학교 공과대학 소프트웨어학과

A Design of Intelligent Information System for Greenhouse Cultivation

Se-jong Oh
Dept. of Software Science, Dankook University

요 약 최근 국내의 시설재배 면적과 시설규모가 증가하는 추세에 있으며 농업에서 차지하는 비중이 점차 커지고 있다. 이에 따라 복합 환경제어기의 설치 및 사용도 늘어나고 있다. 시설 및 장비의 현대화에도 불구하고 시설을 이용한 재배 기술은 아직 유럽 농업국가나 일본에 미치지 못하고 있는 실정이다. 본 연구에서는 ICT (Information & Communication Technology)기술을 활용하여 복합 환경제어기의 효과적인 운영을 지원할 수 있는 지능정보시스템의 설계를 제안하였다. 제안된 시스템은 복합 환경제어기의 데이터를 활용하여 시설 내 환경이 작물 생육에 최적 상태를 유지할 수 있도록 지원하며, 재배자에게 생육단계에 맞추어 영농정보를 능동적으로 제공한다. 또한 생육 모델을 활용하여 미래의 생육 상태를 예측하고, 영농목표 달성을 위한 환경제어 방향을 제시한다.

주제어 : 농업, 시설재배, 생육모델, 환경제어, ICT, 지능정보시스템

Abstract Recently the scale and area of greenhouse cultivation have been enlarged in Korea, and its importance in domestic agriculture is being increased. According to these situation, environment control systems are widely used in greenhouses. Even though development of greenhouse facilities and control devices, cultivation skill using them is in lower level more than european countries and Japan. In this study, we propose intelligent information system based on information-communication technology that supports environment control systems. Proposed system is able to support to maintain optimal environment for plant growth using data from environment control system, and also give useful knowledge for cultivation by active way. Furthermore, it estimates future status of plant growth, and suggest best strategy of environment control for current stage.

Key Words : Agriculture, Greenhouse, Growth Model, Environmental Control, ICT, Intelligent Information System

1. 서론

시설재배(protected cultivation)란 작물의 생장에 적합한 재배환경을 인위적으로 구성하고 조절하는 것으로 비닐하우스, 유리온실, 비 가림, 터널 등 다양한 시설형태가 존재한다[1]. 시설재배는 시설내의 환경, 즉 대기, 물, 비

* 본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부 과제 명: 시설작물의 최적 환경관리 및 제어모델 개발, 세부과제번호: PJ01054901)의 지원에 의해 이루어진 것임

Received 21 November 2016, Revised 19 December 2016
Accepted 20 February 2017, Published 28 February 2017
Corresponding Author: Sejong Oh
Email: sejongoh@dankook.ac.kr

ISSN: 1229-3741

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

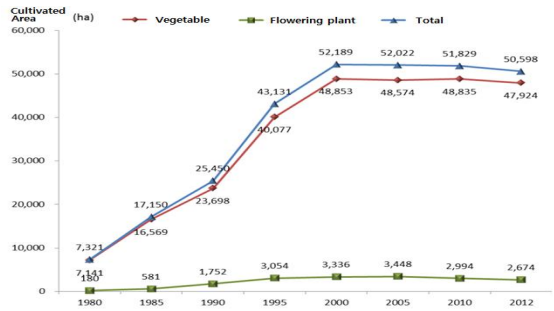
료 등을 작물생장에 필요한 최적의 환경으로 관리하여 불리한 자연조건과 해충이나 바이러스 매개로부터 작물을 보호하고, 작물의 생육기간을 연장함으로써 노지재배보다 더 나은 환경조건으로 재배가 가능하다는 장점이 있다. 뿐만 아니라 계절의 영향을 받지 않아 사철 생산이 가능하며 노지재배와 재배 시기가 달라 노동력 투입을 분산시킬 수 있으며 노지재배보다 안정적인 생산이 가능하고, 출하시기를 조절하여 더 많은 경제적 수익을 창출할 수 있으며, 과채류일 경우 수확기에 강우를 차단하여 당도저하와 낙과를 경감함으로써 품질향상을 도모할 수 있다.

국외 시설재배의 경우 시설재배 자동화 강국인 네덜란드는 우리나라에 비해 10년 정도 앞선 것으로 평가되며, 시설원예 면적은 1990년대 초반까지 급증하다가 이후 소폭 증가하여 1999년 10562ha에 달했으며, 품목별로 화훼가 51%, 채소가 44%, 일부는 육묘와 과수에 이용되고 있으며, 온실의 92~93%는 가온재배 등 자동화시스템을 갖추고 있다 [2].

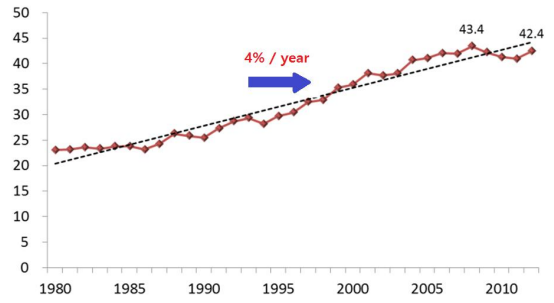
우리나라는 [Fig. 1]과 같이 1990년대부터 노지재배에서 시설재배로 대폭 전환하였으며 값싼 자재의 개발로 인하여 과채류와 화훼류의 재배면적은 계속 증가하고 있으며 수익과 직계관계를 이루고 있는 단위 면적당 생산량도 Fig. 2와 같이 꾸준히 증가하였다. 시설재배 강국인 네덜란드와 우리나라의 가장 큰 차이점은 시설재배의 자동화를 실현하는 복합 환경제어에 있다.

시설재배의 인력소모와 생산효율, 이익창출과 직결된 복합 환경제어란 [Fig. 3]과 같이 온도, 습도, 광, 기상센서 등으로 실시간으로 읽어오는 환경데이터와 생육데이터에 근거하여 온실의 천/측창, 환풍기, 유동팬, 차광/보온 스크린, 조명, 양액기, 탄산가스 생성기, 난/냉방기 등 제어장치들을 통하여 시설내의 온도, 습도, 광, 양액, 이산화탄소 농도 등 환경요소를 조절할 수 있는 기능을 뜻하며, 조절여부와 조절기능 범위도 중요하지만 편차를 줄여 얼마나 목표 설정 값에 근접 또는 유지하느냐가 중요하며 결과적으로 작물의 생장에 최적인 환경으로 조절하여 더 나아가서는 에너지 절감효과와 생산효율 증가 차원마저도 고려할 수 있어야 한다.

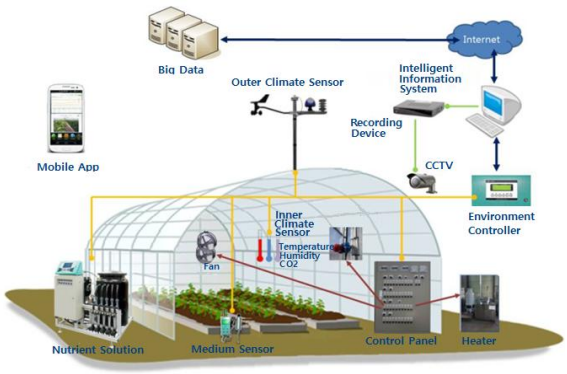
국외 시설재배 선진국들에 비하여 우리나라 국산제품의 대부분은 외국산의 조립품 수준을 벗어나지 못하고 있으며 내구성이 떨어지며 제어기능 면에서도 진정한 자동화가 아닌 반자동형태가 다수이다. 소프트웨어 및 기술면에서는 수십 년의 재배데이터를 축적하고 있는 네덜란드에 비해 아무런 데이터베이스와 기술경험이 없는 관계로 실제 상황에 알맞은 적절한 목표 설정 값을 제시할 수 없으며 온실 내부 환경을 설정 값에 근접하게 조절하고 제어하여 유지시키는 기술 또한 미흡하다. 또한 농업인력이 고령화 되고 있고 교육수준 또한 높지 않아 ICT 확산에 제약이 되고 있는 실정이다.



[Fig. 1] The growth of the cultivated area [3]



[Fig. 2] Production of protected cultivation vegetables per unit area [3]



[Fig. 3] Structure of environment control for greenhouse [4]

2. 관련연구

시설재배의 자동화에 있어서 복합 환경제어기 및 제어 시스템은 필수적인 요소이다. 복합 환경제어 시스템은 다음과 같은 기능을 제공한다.

첫째, 온도, 습도, 광, 탄산가스 농도, 양액 EC, pH 등 온실 내부에 장착된 센서와 외부 대기, 강우, 풍속 등 외부에 장착된 센서들로부터 실시간으로 읽어오는 데이터 값을 디스플레이 하여 사용자로 하여금 온실내부와 외부의 환경상태에 대한 모니터링이 가능하게 한다.

둘째, 현재 온실의 천/측창, 보온/차광 스크린 등의 열림/닫힘 상태, 환풍기, 유동팬, 탄산가스, 보광등, 난/냉방기의 작동여부 등 제어장비 상태를 보여준다. 또한 이러한 장비들이 자동으로 작동하기 위한 목표 값을 설정할 수 있다.

현재 국내에는 복합 환경제어기 및 시스템을 생산하는 중소 업체들이 10~20여 곳이 있으나 대부분 영세하고 기술개발 인력 역시 부족한 실정이다. 복합 환경제어 시스템이 단순히 설정된 목표 값에 의해 환경을 제어하는데 비해 전문가 시스템의 개념을 도입함으로써 지능적 환경제어를 실현하려는 연구도 진행되고 있다. 국외의 대표적 사례로 네덜란드의 Priva [5] 와 국내 사례로 우성하이텍의 '웰-시스' [6]을 들 수 있다. 웰-시스는 한국의 기후와 비닐하우스의 데이터를 축적하고 이를 환경제어에 활용함으로써 좋은 효과를 보고 있다. 이외에도 농업분야에 의사결정지원 시스템을 활용하려는 사례로 DMSS [7], MicroLEIS [8], GRAZPLAN [9], HGM [10] 등이 있다.

국내에서 농업분야에 ICT 기술을 접목하려는 연구도 꾸준히 이어져왔다. 순천대학교의 "작물 생장 모델에 기반을 둔 온실 스마트 생장 환경 관리 시스템에 관한 연구"[11], 상명대학교의 "토마토의 생장모델 개발에 의한 종합적이고 지능적인 시설재배 환경제어에 관한 연구"[12], 세종대학교의 "스마트 온실 복합 환경제어 시스템 기술 개발"[13], 한국 농림수산정보센터의 "u-IT 시설원예 복합환경 제어시스템 구축"[14] 등이 대표적이다. 이외에도 기반기술에 대한 여러 연구가 있다[15-17].

현재 농업 진흥청에서는 내재해 ICT 융복합 스마트 온실 표준모델 구축과 하드웨어 및 제어시스템 표준화 구축을 위해 농업 ICT 융합연구사업을 진행 중에 있으며 주요 연구주제로 ICT융합 스마트원예시설 산업화 모델 개발, 시설작물 최적 생육관리 모델개발, 작물생육 자동 센싱 및 생육데이터 분석시스템 개발, 시설농업ICT융합 운영활성화 모델 개발 등이 있다.

3. 지능 정보시스템의 설계 및 구현

3.1 온실 지능정보 시스템 개요

시설 재배에서 환경제어의 목표는 온실 내부의 환경을 재배작물의 생육을 극대화 할 수 있도록 최적 환경을 유지하는데 있다. 본 연구에서 제안한 온실 지능정보 시스템은 환경제어에 대한 전문지식이 없는 재배자들이 복합 환경제어기를 효과적으로 이용하는 것을 돕는데 1차적인 목적이 있다. 이를 위해 복합 환경제어기로부터 현재의 온실 환경에 대한 센서 데이터 및 제어 데이터를 실시간으로 수집하여 환경제어가 올바르게 이루어지고 있는지를 검토하고, 조치가 필요한 경우 곧바로 알람정보를 생성하여 재배자에게 제시함으로써 온실 내 이상상태에 대해 즉각적인 대응을 할 수 있도록 지원한다.

또한 재배 작물별로 생육 모델을 내장하고 있어서 현재까지의 온도, 습도, CO2, 양액 등의 투입 요소에 따라 향후 재배작물의 생육 상태를 예측할 뿐만 아니라, 수확량 예측, 출하시기 조절에 따른 환경제어 방법 등을 재배자에게 제시할 수 있다. 여기서 생육 모델이란 식물의 성장에 필요한 투입요소의 변화에 따라 식물이 어떻게 생장하는지를 시뮬레이션할 수 있는 수리 모델로서 토마토와 국화 두 가지 종류에 대해 다른 협력 과제에서 개발이 진행되고 있으며, 본 연구에서는 협력 과제에서 개발된 생육모델을 본 시스템에 통합하여 응용 프로그램을 개발하고 있다.

온실 지능정보시스템의 또 다른 주요 기능은 재배자에게 작물의 생육 단계에 따라 영농정보를 능동적으로 제공하는 것이다. 지금까지는 필요한 영농정보가 있으면 재배자들이 직접 인터넷을 검색하거나 자료를 찾아보아야 하는데 앞에서 서술한 바와 같이 온실재배자들의 연령이 대체로 고령이고 교육수준이 높지 않은 것을 고려할 때 정보검색이 익숙하지 않아서 경험에 의존해서 온실관리를 하고 있는 실정이다. 따라서 재배자가 정보를 검색하지 않아도 그때그때 필요한 영농 정보를 제공하고,

연관된 정보를 한곳에 모아둠으로서 재배자들이 쉽게 조회할 수 있도록 하는 것은 시설재배에서 중요한 요소라고 할 수 있다.

온실 지능정보시스템은 사용자가 어떤 요구를 하면 그때 반응하는 정적 시스템이 아니라 상황을 판단하여 능동적으로 정보를 제공하고 조치사항을 권고하는 지능적 시스템이다. 이러한 시스템이 가능하기 위해서는 지식베이스의 구축과 지식 베이스에 근거한 추론 기능이 필수적이다. 본 연구에서는 주로 환경제어에 관련된 규칙들을 지식베이스로 구축하고 있으며, 능동적 영농정보 제공을 위해 농업 진흥청(http://www.rda.go.kr) 및 농업 관련 사이트로부터 토마토, 국화, 파프리카, 딸기 작물에 대해 생리, 재배기술, 병충해 관련 약 400 여건의 영농자료를 조사 분석하여 서비스가 용이한 형태로 가공 중에 있다. 또한 환경 및 생육데이터가 여러 해 축적이 되면 이를 분석하여 보다 향상된 환경제어 방법을 제시하는 기능도 연구 중에 있다. 또한 비슷한 시기에 동일 품종을 재배하는 온실들을 비교 분석하여 재배자 들에게 알려주는 기능도 준비 중에 있다.

<Table 1> Main functions of the intelligent information system

Main menu	Sub menu
Basic info	Setup system info System code management User info Greenhouse info Equipment info
Growth model	Setup model parameter Growth simulation Production prediction
Growth data management	Setup data category info Input growth data Retrieve growth data
Greenhouse monitoring	Input cultivation info Setup goal of environmental control Greenhouse monitoring
Knowledge-base management	Input/modify inference rules Input/modify cultivation knowledge
Big data analysis	Analysis environment/growth data Compare and analyze greenhouse data Auto creation and check of inference rule

<Table 1>은 온실 지능정보 시스템 개발이 완료되었을 때의 시스템 기능 구성도이다. 이중 앞의 네 가지 메인 메뉴는 시스템 관리자 및 재배자를 위한 기능이고 뒤의 두 개 기능은 연구자를 위한 기능이다. 향후 시스템이 완성되면 관리자용, 재배자용, 연구자용 인터페이스가 별도로 제공될 예정이다.

3.2 개발 환경

시설재배를 위한 지능정보 시스템은 웹 기반 시스템으로 개발이 되고 있다. 개발 프레임워크는 전자정부 개발 표준으로 되어 있는 Spring 프레임워크를 사용하였다. Java 계열의 언어 및 개발 도구들을 사용하였으며 시스템의 핵심중의 하나인 지식베이스 및 추론 엔진은 Drools (http://www.drools .org/)을 사용하였다. 상세한 구성요소는 <Table 2>와 같다.

<Table 2> Development environment for the intelligent information system

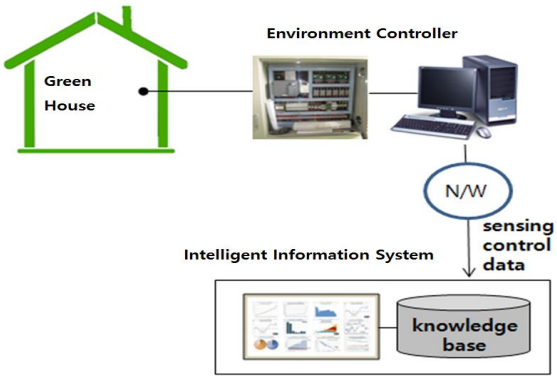
Category	Software tools
Web server	Apache tomcat 8.0
DBMS	Mysql community edition 2.6
Framework	Spring framework 4.2
Language	Java(JDK 8) Javascript, AJax, jQuery
Inference engine	Drools 6.3
Graph tools	JS chart (AmCharts) [18]

3.3 실행환경

온실 지능정보시스템은 복합 환경제어 시스템과는 독립적으로 운영된다. 현재 설계 내용은 복합 환경제어 시스템으로부터 센서 데이터와 제어 데이터를 받을 뿐 복합 환경제어 시스템을 컨트롤하지는 않는다. 두 시스템은 LAN 또는 인터넷으로 연동되어 운영될 수 있다. 장기적으로는 지능정보 시스템이 네트워크를 통해 여러 농가에서 공유할 수 있도록 서버 개념으로 설계되었다 [Fig. 4].

재배자는 지능정보 시스템이 제공하는 정보나 알람을 바탕으로 판단하여 필요시 복합 환경제어 시스템을 조작하여 환경을 제어하게 된다. 지능정보 시스템의 내용중 생육데이터 입력이나 온실 모니터링을 제외한 기능들은 재배자가 다루기 어려운 부분이므로 전문 관리자의 도움을 필요로 한다. 지능정보 시스템이 서버 개념으로 설계된 것도 그러한 이유 때문이다.

복합 환경제어 시스템이 다수의 농가로부터 센서 및 제어 데이터를 수집하기 때문에 자연스럽게 재배 관련 데이터를 수집 및 축적이 가능하기 때문에 장기적으로는 이러한 축적된 데이터가 과학영농으로 가는데 중요한 자산이 될 것으로 전망된다.



[Fig. 4] Structure of the intelligent information system

3.4 지식베이스 구축

온실 지능정보시스템은 최적 환경제어를 지원하기 위하여 온도, 습도 등에 대한 제어 설정 값을 유지하며, 만일 현재 온실 내 환경이 설정된 제어 범위 선에 근접하거나 밖으로 벗어나는 경우는 어떻게 조치를 해야 할지에 대한 권고를 주게 된다. 이를 위해 논산 및 부여의 복합환경 제어기 운영 농가로부터 관련 지식을 수집하고 정리하여 Drool의 지식베이스 내에 규칙(rule) 으로 저장하였다. 저장된 규칙의 형태는 [Fig. 5]와 같다.

3.5 데이터베이스 설계

온실 지능정보시스템은 다양한 복합 환경제어 시스템과 연동하여 운영이 되기 때문에 이를 수용할 수 있는 유연한 공통 데이터 저장 구조를 필요로 한다. 데이터베이스에는 기본적으로 시스템을 이용하는 온실의 기본 정보 및 센서, 제어 디바이스들의 정보가 저장되고, 복합 환경제어 시스템으로부터 실시간 수집되는 환경, 제어 데이터가 저장된다. <Table 3>은 데이터베이스에 포함된 테이블 목록의 일부를 보여준다.

```
RULE "Open roof window"
WHEN
        env.evgTemp > getUpperTemp() and
        ctl.roofOpen == 0
THEN
        return("Open roof window")
END
```

[Fig. 5] AN example of rule in Drool

<Table 3> Table list of the intelligent information system

Table name	Descriptions
sys_user_group	User group inforamtion
sys_user_info	User information
crop_category	Crop category
crop_info	Crop information
crop_species_info	Crop species information
crop_type_info	Crop type information
DS_category	Disease category
DS_info	Disease information
farm_info	Farm information
farm_equip_list	Farm equipment list
farm_cultivate_info	Farm cultivate information

3.6 사용자 인터페이스 구현 사례

실 지능정보시스템은 현재 기본 설계를 마치고 구현이 진행 중에 있다. [Fig. 6]~ [Fig. 8]은 기본정보 관리의 일부를 보여준다. [Fig. 6]은 시스템을 사용하는 온실들에 대한 기본 정보를 관리하는 화면이다. [Fig. 7]은 온실에 설치된 장비 (센서, 제어 디바이스)를 등록하는 화면이다. [Fig. 8]은 각 장비별 상세 정보를 관리하는 화면이다.

[Fig. 9]는 개별 온실에 대한 현재 상태를 모니터링 하는 화면이다. 화면에서 ❶번 부분은 온실에 대한 24시간의 온도 추이를 보여준다. 실내 및 실외 정보를 기본적으로 표시하고, 옵션을 통해 습도, CO2 등의 정보를 온도 그래프 위에 겹쳐서 볼 수 있다. ❷번 부분은 온도, 습도, 일사량, CO2, 빗물감지, 지온, 지습, 풍향 등 각종 센서의 현재 값을 표시한다. 그리고 제어 디바이스들의 제어 상태, 제어 로그, 양액 등에 대한 정보를 분리된 탭을 통해 볼 수 있다. ❸번 부분은 현재 상태 정보를 가지고 지식베이스를 검색하여 각종 알람 정보를 표시하는 부분이다. ❹번 부분은 해당 작물의 생육 단계에 맞추어 관련 영농정보를 제공하는 곳이다.

[Fig. 6] Screenshot of greenhouse management

장비 신규 정보

온실 명: 딸기네 | 구역: 1

장비	회사명	모델명	S/Wversion	설명	장비추가
내부습도센서					추가

No	장비	회사명	모델명	S/Wversion	설명
1	외부풍속센서	sensor com	v1.2	v1.2	
2	내부습도센서	sensor com	v1.2	v1.2	
3	광센서				
4	외부풍향센서				
5	외부풍속센서				
6	내부습도센서	sensor com	v1.2	v1.2	
7	배액량				
8	배지수분				
9	배액EC				
10	배지온도				

[Fig. 7] Screenshot of a new equipments for a greenhouse

장비 상세 정보

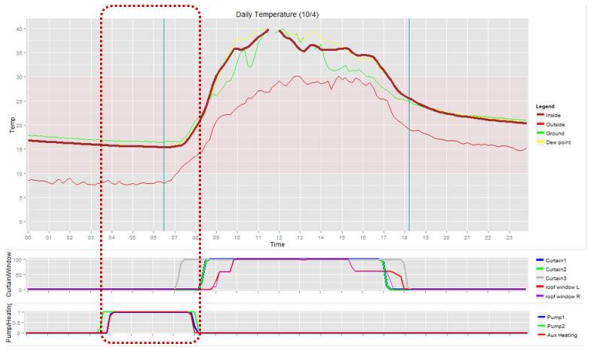
온실 명: 딸기네 | 구역 ID: 1

No	센서/컨트롤러	장비타입	회사명	모델명	S/W version	설명	수정	삭제
1	S	외부풍속센서	sensor com	v1.2	v1.2		수정	Delete
2	S	내부습도센서	sensor com	v1.2	v1.2		수정	Delete
3	S	광센서					수정	Delete
4	S	외부풍향센서					수정	Delete
5	S	외부풍속센서					수정	Delete
6	S	내부습도센서	sensor com	v1.2	v1.2		수정	Delete
7	S	배액량					수정	Delete
8	S	배지수분					수정	Delete

[Fig. 8] Screenshot of details of equipments

[Fig. 9] Screenshot of greenhouse monitoring

[Fig. 10] 은 온실지능 정보시스템이 제공하는 기능의 일부로써 한 작물의 작기가 끝난 후에 환경제어가 적절하게 이루어졌는지를 평가하기 위해 제공되는 것으로 그림에서 점선 박스 부분을 보면 기온이 증가하기 직전 인데 (상단의 그래프), 난방기 펌프가 가동된 것을 확인할 수 있다 (하단의 그래프). 그 결과 온실 내부 온도가 30도 이상으로 급격하게 증가하는데 일조한 것으로 평가 할 수 있다. 이러한 불필요한 난방기의 작동은 생산 단가를 높일 뿐만 아니라 작물의 생장에도 부정적인 영향을 미치므로 지양되어야 한다. 상단 그래프의 파란색 세로 선은 일출 시점을 나타내며 복합 환경제어기는 온실 내 온도가 지속적으로 하강하자 온도를 높이기 위해 자동운전을 한 것으로 판단된다. 이는 현재의 복합 환경제어기가 곧 일출시간이 됨을 인식하지 못한 것으로 지능적인 제어시스템을 필요로 한다는 것을 입증한다. 온실 운영자는 본 연구에서 개발한 시스템을 통해 작기 전체를 분석함으로 해서 다음 번 영농 시에는 보다 향상된 환경 제어를 실시할 수 있게 된다.



[Fig. 10] Replay of environmental control

4. 결론

시설재배의 확대는 식량주권을 지키기 위한 주요 전략중의 하나로 전 세계적인 추세에 있다. 우리나라는 시설재배의 역사가 길지 않고 환경제어 기술의 연구도 아직은 초보단계에 있다. 이러한 상황에서 온실 지능정보시스템은 개별 농가의 환경제어 기술 격차를 해소하고, 보다 선진화된 과학영농으로 나아가는데 중요한 역할을 할 수 있을 것이다. 국내에서 아직 영농 데이터가 체계적으로 수집되고 있지 못한 현실이고 환경제어 관련 지식

베이스 역시 초보적인 수준에서 구축이 되고 있지만, 농업 ICT 분야에 꾸준한 연구와 투자가 이루어진다면 가까운 장래에 선진국 수준에 도달할 수 있을 것으로 기대된다. 현재 많은 기술투자가 이루어지고 있는 사물 인터넷 및 기타 IT 기술들 [21-24]이 접목 된다면 보다 진보된 농업 발전이 이루어 질수 있을 것이다.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was supported by “Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development” (Project title: Development of a model for optimal growth management of crops in protected horticulture, Project No. PJ01054901).

REFERENCES

[1] B. Lee, “The Concept of the Protection of the Crops in Greenhouse Environments”, IPM Enterprise Organization of Rural Development Administration, http://www2.rda.go.kr/kpms/ipsm/Korean/03_undp/morgue/gh/gh1_1.htm

[2] S. Huh, “Analysis of feasibility for the 6th Industrial Type High-tech Glasshouse Exports Project”, Dankook Univ., Project of "Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs", 2009

[3] Y. Kim, el., “Rural Activation by the Protected Cultivation”, Korea Rural Economic Institute, 2014, http://www.stepi.re.kr/app/semina/view.jsp?cmsCd=CM0038&ntNo=27123

[4] Agriculture Science Technology Information System, http://it.okdab.com/i is/businessDetail.do?entrprs_seq=4&pageIndex=6

[5] Priva co., http://www.privagroup.com//en/

[6] Woosung Hitec co., http://wandw.net/welsys.html

[7] Jatinder N.D. Gupta, Guisseppi A. Forgionne and Manuel Mora T, "Intelligent Decision-making Support Systems", ISBN-10: 1846282284, Springer-Verlag London, 2006

[8] Farzin Shahbazi, Ali Asghar Jafarzadeh, F Sarmadian, MR Neyshabouri, S Oustan, María Anaya Romero, MI Lojo, Diego De la Rosa, "Climate change impact on land capability using MicroLEIS DSS", International Agrophysics, vol.23, pp.277-286, 2009

[9] J.R. Donnelly, A.D. Moore, M. Freer, "GRAZPLAN: Decision support systems for Australian grazing enterprises—I. Overview of the GRAZPLAN project, and a description of the MetAccess and LambAlive DSS", Agricultural Systems, vol.54, pp.57 - 76, May 1997

[10] N.D Clarke, J.L Shipp, A.P Papadopoulos, W.R Jarvis, S Khosla, T.J Jewett, G Ferguson," evelopment of the Harrow Greenhouse Manager: a decision-support system for greenhouse cucumber and tomato", Computers and Electronics in Agriculture, vol.24, pp.195 - 204, December 1999

[11] K. Jung, “Greenhouse Smart Raising Environment Management System based on Crop Growth Model”, Doctoral disertation, Sunchon Univ., 2013

[12] Y. Kim, el., “Studies on the integrated and intelligent environmental control by growth models in tomato protected cultivation”, Project of "Rural Development Administration", 1996

[13] J, Lim, el., “Development of a smart greenhouse control system technology”, Project of "Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs", 2013

[14] KL-Net Consortium, “Construct an u-IT Environment Control System for Greenhouse”, Project of "Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs", 2011

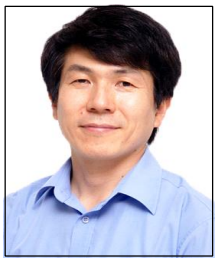
[15] D. Son, D. Hong, The Development of the Data Mining Agent for eCRM, Journal of Korean Industrial Information Systems Society, v.11 no.5, pp.236-244, 2006

[16] J. Jung, Applying CSP techniques to automated scheduling with agents in distributed environment, Journal of Korean Industrial Information Systems Society, v.12 no.1, pp.87-94, 2007

[17] S. Hyung,S. Kim, An Empirical Study on the Acceptance of Information Technology by Agricultural Managers, ournal of Korean Industrial Information Systems Society,v.4 no.2, pp.88-101, 1999

[18] J. Park, S. Oh, “Design of decision Support Modules in the Greenhouse Environment Control System”, KAIS 2014, pp.674-676, 2014
[19] S. Li, S. Oh, “Research and Design of Decision Support System for Environmental Control for Greenhouse”, KAIS 2015, pp.642-644, 2014
[20] S. Oh, J. Pyee, "A Design of Intelligent Decision Support System for Greenhouse Agriculture in South Korea", 2015 International Forum Agriculture, Biology, and life science, June 2015, Japan, pp.1-7, 2015
[21] Y. Kim, Convergence of Business Information System Process using Knowledge-based Method, Journal of the Korea Convergence Society, vol.4 no.6, pp.65-71, 2015
[22] S. Lee, D. Lee, Actual Cases for Smart Fusion Industry based on Internet of Thing, Journal of the Korea Convergence Society, vol.7, no.2, pp.1-6, 2016
[23] S. Park, Proposal of a mobility management scheme for sensor nodes in IoT(Internet of Things), Journal of IT Convergence Society for SMB, vol.6, no.4 pp59-64, 2016
[24] S. Shin, G. Chae, T. Lee, An Investigation Study to Reduce Security Threat in the Internet of Things Environment, vol.5, no.4, 31-36. 2015

오 세 종(Oh, Sejong)



・1989년 2월 : 서강대학교 컴퓨터학과 (공학사)
・1992년 2월 : 서강대학교 대학원 컴퓨터학과 (공학석사)
・2001년 8월 : 서강대학교 대학원 컴퓨터학과 (공학박사)
・2003년 9월 ~ 현재 : 단국대학교 공과대학 소프트웨어학과 교수
・관심분야 : 정보시스템, 생명정보학, 머신 러닝
・E-Mail : sejongoh@dankook.ac.kr