

Control of Automated Greenhouse Based on a PC

金基桓[†]
(Kee-Hwan Kim)

Abstract - To control a greenhouse is to control environmental parameters in greenhouse. Controlled environments may be as simple as saran-covered shade houses or as complex as growth chambers. Although greenhouses are probably the most common example of a controlled environment used in agricultural/horticultural production, the type of controlled environment or system that is needed depends upon the climate, time of year, crops being produced and the environmental parameters that must be controlled. In this contribution puts emphasis on construction of automatic-controlled greenhouse system by personal computer.

Key Words : Greenhouse, PC Interface, GUI, Ventilator Control

1. 서 론

국민소득의 증대와 한국과 칠레간의 FTA 협정으로 인하여 고품질 채소 및 화훼에 대한 수요 증대와 더불어 힘든 노동을 기피하는 젊은 세대의 의식구조 변화와 급격한 농촌노동력 감소 등에 대처하기 위해서는 시설하우스의 현대화와 자동화가 매우 절실한 과제로 대두되고 있다. 따라서 우리나라도 생력화와 농산물의 고품질화를 극대화 할 수 있는 기술집약형 첨단시설이 필요하고 이러한 시설영농이 확대되고 영농장비의 과학화와 자동화로 인하여 인력과 기계측면에서 자동화 시설하우스의 수요가 더욱 커질 것으로 예상된다.

그러나 기존의 많은 시설하우스는 집중제어장치로 아날로그식 센서와 작동기로 구성된 각종 제어장치나 전동식의 제어부를 한 곳에 모아 제어반을 설치하여 집중제어하는 방식이다. 따라서 연산이나 제어를 할 수 있는 CPU와 메모리없이 타이머나 전동식으로 작동되는 제어기이다. 이런 방식은 보통 타이머나 간단한 온도조절기 및 버튼식으로 제어반을 구성시켜 수동과 자동의 전환방식을 채택한 것이다. 이것보다 조금 더 진보된 제어기는 마이크로프로세서나 PLC를 이용한 것이 있다. 여기에는 난방기, 냉방기, 살수장치, 측창 그리고 천창환기 등을 개별 제어할 수 있도록 하고있다. 이들의 제어 방식은 마이크로프로세서를 이용하거나 PLC를 이용한 방식이므로 종합 시스템 사용 시 시설비의 과다 비용이 들고, 데이터의 저장 시 비효율적이었다. 그러나 기존의 제어방식에 컴퓨터를 접목시킨 복합환경시스템의 제어방식은 제어에 관련된 하우스 내외의 환경계측과 대상환경의

제어를 수행할 수 있는 작동기가 복합적으로 관련되어 있도록 설계되어 농산물의 고품질화, 생력화, 위험예방, 데이터 수집·해석 및 편집이 용이하였다.

본 논문에서는 시설하우스 자동화 관련된 구성요소를 제어하기 위해 온도센서, 습도센서, 풍향센서, 풍속 등의 센서를 이용하여 시설하우스의 환경을 측정조사하며 측창, 천창 등과 같은 개폐장치를 제어하고, 표본작물들의 생육조건에 관계된 데이터를 저장하고 관리하여 농작물의 발육조건에 맞는 최적조건의 환경을 자동화하는 시설하우스 시스템 모델을 PC 및 PIC를 이용하여 구축한다.

2. 시설하우스

2.1 시설하우스의 개요

시설하우스란 채소류의 축성재배(促成栽培) 또는 열대식물을 재배하기 위하여 비닐 필름이나 유리로 만든 온실을 말한다. 여기서는 일반적으로 우리나라에서 많이 볼 수 있는 비닐하우스를 시설하우스라 칭한다.

노지(露地)에서의 작물재배는 기후 및 기상조건의 변동으로 인하여 재배환경이 작물생육에 적합하지 않기 때문에 생산성을 증대하기 곤란할 뿐만 아니라 농산물을 안정적이고 고품질의 농산물을 생산하기가 어려웠다. 하지만 1954년경부터 비닐필름이 농업에 이용되기 시작하여 하우스·터널 등에 널리 보급되었다. 특히 비닐하우스는 급속도로 발전하여 현재 가장 중요한 원예시설로 전국에서 이용되고 있다. 비닐하우스는 채소류의 재배에 가장 많이 쓰이며 화훼류(花卉類)·과수류(果樹類)의 재배에도 이용되고 있다. 비닐하우스는 기밀성(氣密性)이 높아 온실보다는 약간 떨어지나 비교적 보온력과 조도(照度)에 있어서도 비교적 높아 작물생육

[†] 교신저자, 正會員 : 세명대학교 전자공학과 조교수
E-mail : khkim@semyung.ac.kr
接受日字 : 2004年 5月 10日
最終完了 : 2004年 7月 6日

에서 유리온실에 비하여 떨어지지 않는다.

비닐하우스의 피복재로서 일본 등지에서 열화비닐필름이 많이 사용되었기 때문에 비닐하우스라는 이름이 붙게 된 것인데, 현재 한국에서는 주로 폴리에틸렌필름을 사용하고 있다. 이 밖에 아세트산비닐필름 등도 이용되고 이것은 일광의 투광률은 거의 비슷하나 파장이 긴 열선(熱線)의 투과에는 큰 차가 있다. 투과율이 가장 높은 것은 폴리에틸렌필름이고 가장 낮은 것은 열화비닐필름이므로, 야간의 보온을 고려한다면 폴리에틸렌 필름보다는 열화비닐필름이 훨씬 유리하다. 그러므로 일본에서는 주로 열화비닐이 비닐하우스의 피복재로서 사용되며, 터널 등에는 아세트산비닐이, 지면의 보온과 습도 유지를 위해 사용되는 멀칭(mulching) 재료에는 폴리에틸렌필름이 사용되고 있다. 그러나 한국에서는 비닐이 적게 사용되고 대부분 폴리에틸렌필름이 하우스에 이용되고 있으며, 두께는 대부분 0.03~0.1mm의 것이 이용되고 있다.

비닐하우스는 피복재가 가볍기 때문에 골격재료도 유리온실에 비하여 크게 축소되어 구축비(構築費)가 크게 절감되므로 시설면적이 증가하고 있다. 예전에는 대나무나 목재가 사용되었으나, 근래에는 철판이프, 철재(鐵材), 경질 PVC, 파이프 등이 많이 사용된다. 철재는 Γ형 앵글이나 V형이 많다. 최근에는 경합금의 골격도 사용되기 시작하였다. 지붕도 모양에 따라 외쪽지붕식, 3/4식, 양면식, 아치형 등으로 구분되며, 또 이들이 단동(單動), 연동(連動)에 따라 그림 1과 같이 단동식, 2연동식, 3연동식 등으로 그 구조가 다양하다.

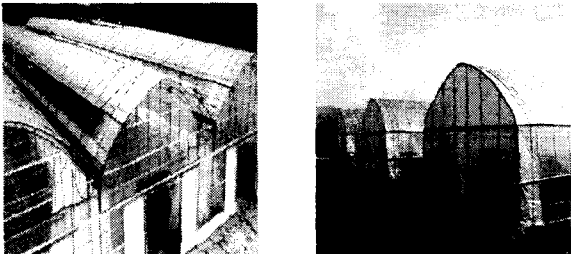


그림 1. 단동 및 연동의 시설 하우스
Fig. 1 Single Quonset and Cascaded Connected Quonset Greenhouse

경영규모가 크고 주년재배(周年栽培)를 할 경우는 대형 단동식이 가장 유리하며, 방향도 남북으로 길게 세우는 것이 가장 좋으며 최대한 햇빛이 작물에 골고루 잘 비취질 수 있도록 하기 위해서이다. 하우스의 난방에는 온탕가온(溫湯加溫), 증기가온, 온풍난방, 난로 전열장치 등이 있으나, 큰 규모에 가장 적당한 것은 온풍 난방기에 의한 난방이다.

연료로는 석유, 경유, 중유 등이 사용되는데, 대규모일 경우에는 중유가 경제적이다. 또한 하우스에는 빗물이 스며들지 못하기 때문에 관수시설(灌水施設)을 갖추어야 하며, 고온기(高溫期)에는 기온을 낮추고 습기를 배제하기 위한 환기장치가 설치되어야 한다. [1]-[3]

2.2 자동화 시설 하우스의 구조

자동화 비닐하우스의 구성은 크게 개폐장치, 각종 센서,

제어 장치로 구성되어진다. 개폐장치에는 직류 전동기와 이와 연결된 감속기 그리고 리미트 스위치 등이 있다. 여기서 사용되는 개폐용 전동기는 자동화 하우스의 환기를 하기 위하여 천창 및 측창의 비닐을 말거나 풀면서 개폐(Roll up & down)하는 역할을 한다.

하루 중 하우스 내의 온도변화는 시간에 따라 다르게 변화되므로 작물재배에 알맞은 적온을 유지하기 위해서는 천·측창의 개폐와 환풍기를 사용한다. 그 중 천·측창의 개폐가 가장 중요하다. 이는 에너지 절약을 위하여 자연의 온도차를 이용할 수 있으며 하우스내의 적온을 설정한 뒤 온도센서에 의하여 작동이 되도록 하고 다단으로 개폐되도록 하여 급변하는 온도 변화에 작물의 생육에 영향을 주지 않도록 한다. 측창개폐는 상, 하로 측창을 시설하여 온도관리를 하며, 환풍기가 작동한 후 개폐기의 작동이 되도록 설정한다. [4]-[7]

센서는 제어장치의 중요한 일부로서 제어장치 본체의 입력부에 접속시켜 제어하기 위한 정보를 제공하는 역할을 한다. 하우스 주변의 환경계측을 위해 사용되는 센서는 환경요인을 작물생육에 적합한 범위에서 높은 정확도를 가지고 계측할 수 있어야 하며, 하우스의 과습 등 열악한 환경에 대한 내구성과 각종 전자파 잡음제거 성능이 우수하여야 하고, 무엇보다 가격이 저렴하여야 한다. 또한 센서들은 환경에서 온도와 습도, 강수량, 기압, 풍향, 풍속 등 날씨의 모든 변화를 검지(檢知)·검출하고 판별·계측하는 기능을 갖춘 소자(素子)들로 구성한다. 여기서 사용한 센서 소자로는 온도센서, 레인센서, 풍향센서, 풍속센서, 습도센서 그리고 지온센서 등이 있다.

그리고 사용된 기존의 제어 장치는 PIC 원칩 마이크로프로세서가 사용된 것으로 온도폭의 설정 및 경보 그리고 외온비례제어, 인공지능제어기능, 외부온도확인기능 등이 있고 센서의 단락, 합선, 고온 시 현재온도에 이상표시를 할 수 있도록 구성되어 있다.

이 논문에서는 PIC 원칩으로 구성된 제어 장치와 PC 기반의 제어 장치를 연계시킨 하이브리드 제어기를 설계하여 두 제어 장치 중 어느 하나라도 고장을 일으킨 경우에도 시설하우스의 제어가 가능하고 기존의 PIC제어장치를 이용한 시설하우스에서도 간단하게 PC 기반의 제어장치를 설치할 수 있도록 하였다.

3. PC 기반의 자동화 시설하우스

PC 기반의 자동화 시설하우스는 기존의 자동화 하우스보다 PC에 의한 작물 최적 생육환경 제어관리로 성력화가 가능하다. 또한 작물의 환경조건을 데이터로 축적하고 해석이 가능해 진다. [8]

3.1 자동화 알고리즘

자동화 비닐하우스 내외의 각 기후 및 환경의 상호 관련성을 컴퓨터가 인지, 계산하여 작물의 최적 생육환경이 조성될 수 있도록 제어 장치를 복합적으로 제어한다.

환기제어 시 고려할 사항으로는 비상 시에는 온도, 습도 등 설정범위를 초과하더라도 천창 또는 측창을 닫아 온실의 파괴를 막을 수 있어야 하며, 온도에 의한 환기제어 시에는 설정온도의 간격을 지나치게 좁게 하면 환기창(천창, 측창)

모터, 환풍기 등의 가동, 단속이 빈번해져 기기의 수명이 단축되고 농작물이 스트레스를 받게 된다. [9]의 연구에 의하면 환기시작 약 5분만에 거의 환기가 이루어지고 약 10분 후에는 평행상태에 다다른다고 하였다. 따라서 본 논문에서는 환기량은 환기시간보다 창의 개폐정도에 따라 결정짓는 알고리즘을 PC 기반에서 제어하도록 한다. [9]

(1). 개폐폭 설정

천창과 측창의 개폐는 설정온도(ST)와 외부온도(OT) 값의 차에 의해 개폐의 결정폭을 표 1과 같이 정하였고 그림 2와 같은 환기량 제어 알고리즘으로 구현하였다.

(2). 강풍이 부는 경우

풍속이 15m/s 이상에는 하우스가 파손되거나 작물이 피해를 입을 수 있어 모든 측창과 천창을 닫고 냉방기와 난방기, 환기팬만으로 운전을 하도록 구성하였다.

(3). 비나 눈이 오는 경우

비나 눈이 오는 경우 천창이 열려 있을 때는 하우스내에 비나 눈이 들어와서 작물에 피해를 줄 수 있다. 그러므로 비나 눈이 오는 경우 레인 센서가 작동하여 일시적으로 천창을 모두 닫도록 구성하였다.

(4). 냉난방 제어

천창과 측창이 모두 닫혀 있을 경우, 환기팬과 내부 온도(IT)가 설정 온도(ST)보다 높은 경우 냉방기를 작동하고, 내부온도(IT)가 설정온도(ST)보다 낮은 경우 난방기를 작동하도록 구성하였다.

그림 3은 15m/s 이상의 강풍이 불 경우의 냉난방제어 알고리즘의 순서도이다. 즉, 15m/s 이상의 강풍이 불고 있다면 비록 하우스 온도가 적정온도 이상의 고온일지라도 환기창을 열지 않고 적절한 냉방제어 장치를 가동시켜 작물이 강풍으로부터 피해를 입지 않도록 보호하도록 한다.

표 1. 천창과 측창 제어 알고리즘

Table 1 Control algorithms roll-up vent system

제어대상	제어 단계 및 범위	제어 명령
방 향	$(IT-ST) > 1. C$	열음
	$(IT-ST) < -1. C$	닫음
제어 간격	$(ST-OT) < 0. C$	5 분
	$(ST-OT) = 0 \sim 5. C$	6 분
	$(ST-OT) = 5 \sim 10. C$	7 분
	$(ST-OT) = 10 \sim 20. C$	8 분
	$(ST-OT) > 20. C$	9 분
측 창	$(ST-OT) < 0. C$	완전열음 (100%)
	$(ST-OT) = 0 \sim 5. C$	개폐 비 75%
	$(ST-OT) = 5 \sim 10. C$	개폐 비 50%
	$(ST-OT) = 10 \sim 20. C$	개폐 비 25%
	$(ST-OT) > 20. C$	완전닫음, 환풍기작동
천 창	$(ST-OT) < 0. C$	완전열음 (90%)
	$(ST-OT) = 0 \sim 5. C$	개폐 비 60%
	$(ST-OT) = 5 \sim 10. C$	개폐 비 30%
	$(ST-OT) = 10 \sim 20. C$	개폐 비 30%
	$(ST-OT) > 20. C$	완전닫음, 환풍기작동
풍 속	15m/sec 이상	완전닫음
비, 눈		천창닫음

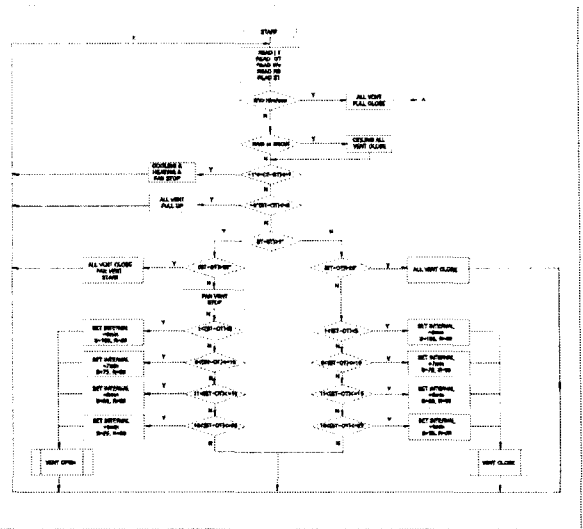


그림 2. 환기량 순서 제어도

Fig. 2 Main Flowchart for Ventilation

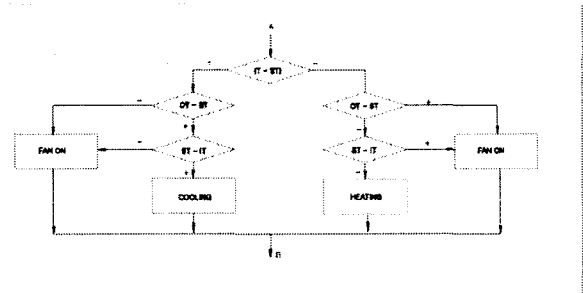


그림 3. 냉난방 순서 제어도

Fig. 3 Flowchart for Cooling and Heating

3.2 PC 인터페이스

전반적인 하드웨어적인 시스템 구성은 그림 4와 같이 제어의 주체가 되는 PC와 온도센서, 레인센서, 풍향센서, 풍속센서, 습도센서 그리고 지온센서 등과 같이 시설하우스의 환경변수를 측정하는 센서와 이들 센서로부터 값을 읽어와 이 신호를 PC에서 사용 가능한 신호로 변환시켜주는 모듈, 환기창과 환기팬 그리고 기타 통신 등에 필요한 부분 등으로 구성된다. 각 부분들은 PPI로 이루어진 인터페이스카드와 연결되어 PC로 신호를 보내거나 PC로부터 명령을 받아들인다.[8]

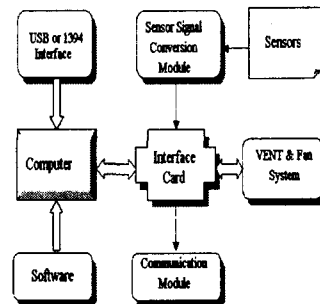


그림 4. 제어 시스템 구성도

Fig. 4 Diagram of Control System

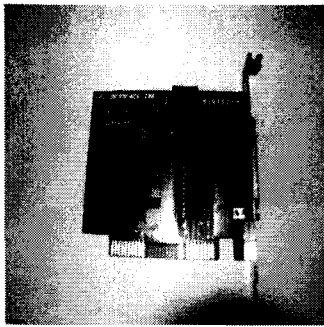


그림 5. 인터페이스 카드
Fig. 5 Interface Card

PC에서는 비주얼 베이직으로 작성된 사용자 인터페이스 프로그램을 이용하여 온도센서, 라인센서, 풍향센서, 풍속센서, 습도센서 그리고 지온센서 등과 같이 시설하우스의 환경 변수를 측정하는 센서로부터 값을 받아 들여 3.1절에서 설명한 제어 알고리즘에 의해 환기창, 환기 팬 및 냉·난방 기구 등을 제어한다. 이 때 시설하우스 주변의 센서로부터 읽어들이는 데이터 및 시설 하우스의 상태를 사용자 화면에 표시한다.

3.3 사용자 인터페이스 프로그램(GUI)

여기서는 사용자 인터페이스의 구현을 비주얼 베이직으로 작성하였다. 비주얼 베이직으로 사용자 인터페이스를 작성한 이유로는 애니메이션 작성, 데이터베이스 작성 등 응용범위가 넓으며, Excel이나 Access 등과 같은 데이터 베이스와 같은 응용 프로그램과 함께 사용함으로써 소프트웨어의 기능을 대폭 확대할 수 있다는 점 등이다.

사용자 인터페이스는 그림 6과 같이 화면 좌측 상단에 비닐 하우스 좌·우측의 현재 상태를 애니메이션으로 볼 수 있도록 구성하였다. 그 아래에 천창과 측창의 열림정도를 단계별로 하여 백분율로 나타내었고, 또한 주간과 야간의 온도를 표시하게 하였다. 그 옆에 난방기, 냉방기, 급수기, 환풍기 그리고 조명과 같은 장치의 상태를 볼 수 있게 하였으며 화면 우측 상단에 작물에 대한 메뉴기능을 두어 최적 생육조건 파라미터를 데이터 베이스로부터 불러올 수 있도록 하였으며, 필요에 따라 데이터 베이스에 들어있는 농작물을 추가, 저장, 수정, 삭제, 검색 등을 편집할 수 있도록 구성하였다. 그 아래에 현재의 하우스 내부 그리고 외부의 환경값과 데이터 베이스로부터 불러들인 최적 생육 파라미터값을 표시하게 하였다.

농업기술센터에서 권장하는 작물의 최적생육 파라미터를 마이크로소프트사의 엑셀프로그램으로 작성하여 비주얼 베이직으로 작성한 사용자 인터페이스 프로그램과 연동시켰다.[8]

3.4 실험

그림 7은 본 실험 장치의 모형도 및 사진이다. 자동화 비닐하우스는 유리온실에 비하여 가격면과 증량에 대하여 장점이 많아 실험 장치로 사용 시 이동 및 보관이 편리하도록

농촌진흥청에서 권장하는 농가보급형 자동화하우스 표준설계의 약 1/20로 축소 구성하였으며 모델로 쓰인 자동화 비닐하우스의 모형의 구성은 표 3과 같다.

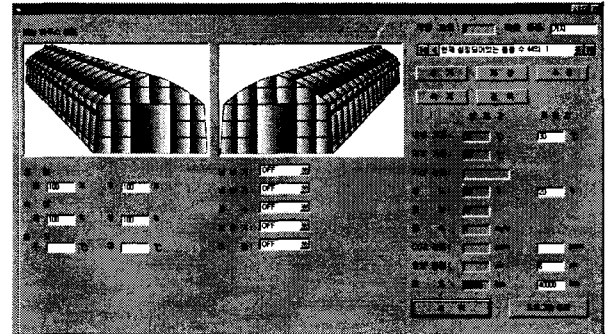


그림 6. 사용자 인터페이스 화면
Fig. 6 screen of graphic user interface

표 2. 작물의 최적 생육 조건표
Table 2. Optimal Parameters for Crop-growth

품명	주간온도 (°C)	야간온도 (°C)	지온 (°C)	토양환경 (Ph)	토양 수분	CO2	광 (lux)	습도 (%)
가지	22~30	17		6	2.2		4 만	
감자	18~23							
갯	25		6	5.5~6.8				
고추	25~28	18~22	18~24	6.5			3 만	
국화	15~20							
클라더 율라스	25~30	15						
다알리아	15~30							
달래	20			6.0~6.8				
당근	18~21			6.0~6.5				70~80
딸기	17~23	10	15				2~3만	
멜론	28~30	18~20	20~23					
미나리	15~17						4 만	
배추	18~20			5.5~6.8	2			
부추	18~20			6.0~7.0			0.2~4만	80
상추	15~20			6.6~7.0			2~3만	80
수박	25~30	18~20	20~23	5.5~6.8			8 만	
순무	15~20	13	24~29	5.5~7.5			5 만	65~80
양배추	15~20						4 만	
오이	15~28	15~18	18~20	5.5~6.8	1.2~2	1000	4~5만	
우엉	20~25			6.5~7.5				
장미	24~27	15~18						
참외	22~30	18~20	20~25	6.0~7.0				
토마토	25~27	17	20~23	6.0~6.5		1~1500	7 만	
파슬리	15~20			5.0~7.0				
호박	23~28	13~15						

외피는 기밀성(氣密性), 조도(照度), 경질, 구축비(構築費) 등 유리나 FRP에 비하여 결코 뒤지지 않아 비닐하우스로 선택하였고 골격(骨格) 재료는 목재류, 철재류, PVC류 등이 있는데 철재류의 아연도금강을 선택하였다. 측창과 천창의 개폐율은 장시간의 실험시 힘이 적은 스테인파이프로 구성하였다. 또한 지붕의 구조는 단동(單動)과 연동(連動)으로 나누는데 그 중 제어 장치의 활용상 단동(單動)으로 설치하였다. 이동 시 뒤뜰과 부착물의 떨어짐을 방지하기 위해 용접을 하였다.

천창과 측창의 개폐기는 기어와 모터가 사용되는데 기어로는 회전속도의 가감속을 고려하여 웜과 웜휠을 이용한 웜기어를 사용하였고, 웜기어는 기존의 DC모터에서 회전 및 정지시 마그네틱 없이 동작된다. 모터는 DC 3V ~ DC 12V 용를 탑재하였다. 또한 센서로는 빗물을 감지하여 작동하는 레인센서를 구축하고, 내부온도와 외부온도를 측정하여 표시, 보정, 알람 등을 겸비한 온도 컨트롤러를 설치하였다. 안개와 CO2의 배출을 위해 환풍기를 설치하였으며 컴퓨터로 제어하고 수동 시 작동 할 수 있도록 제어판넬을 구축하였다. 냉방기 기능은 물을 수동으로 분무하고 환풍기를 작동 하는 것으로 대체 하였다.

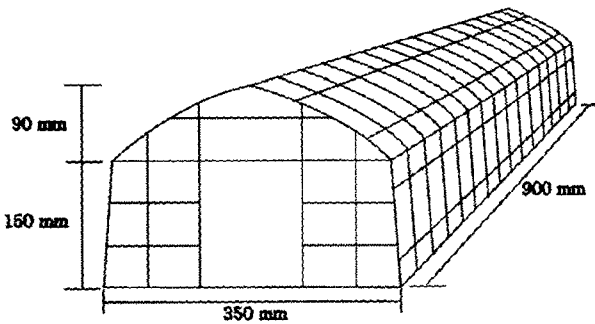


그림 7. 실험장치의 모형도 및 사진

Fig. 7 Structure diagram and experimental set-up

본 논문에서는 하우스의 내부온도는 설정온도보다 높고 외기 온도가 설정보다 낮은 경우 그리고 내부온도가 외기 온도보다 높고 설정온도가 외기 온도보다 낮을 경우에 국한하여 천창 및 측창의 개폐정도 및 제어과정을 알아보는 실험을 하였다.

먼저 내부온도는 설정온도보다 높고 외기 온도가 설정보다 낮은 경우 즉, 내부 온도(IT)가 30℃ 이고, 설정 온도(ST)가 20℃이며 외기 기온(OT)이 10℃인 경우는 상기의 제어

알고리즘에 의하면 $(IT-ST) > 10^{\circ}C$ 이므로 방향은 열림으로 되고, 제어간격은 $(ST-OT) = 10^{\circ}C$ 이므로 7분이 되며, 측창과 천창은 각각 개폐비가 50%와 30%가 된다. 내부의 온도를 1분 간격으로 측정하여보면 그림 8과 같은 측정 결과가 나온다. 이때 시간이 6분 이후에는 거의 내부온도가 설정온도에 다다름을 알 수 있고 시간이 7분으로 설정되어 7분 이후에는 측창과 천창이 모두 닫히게 되어 계속해서 내부온도가 설정온도를 유지 함을 알 수 있다. 여기서 측창의 개폐비를 50% 대신 25%로 하면 7분이 되어도 내부온도가 설정온도에 이르지 못하였다. 그러나 이 때 시간에 의해 다시 측창 및 천창이 닫히게 되어 다시 약간의 온도 상승이 야기되었으나 다시 제어 알고리즘이 작동되어 측창이 75%, 천창이 60%의 개폐비를 보였고 이로 인해 순간적으로 내부 기온이 설정 온도 이하로 떨어짐을 보였다. 그리고 내부 온도와 설정온도와의 차가 $-1^{\circ}C$ 이하로 되어 다시 측창과 천창이 닫히게 되어 온도가 올라감을 알 수 있다.

표 3. 자동화 시설하우스 모형의 구성

Table 3. Automated greenhouse model set-up

구 조	내 용
형 식	개량 아취형 단동식
규 격	350mm × 240mm × 900mm
외부골조	아연도금강 (4)
롤 파이프	스테인 파이프(1000 × 8 × 4)
개 폐 기	웜기어용 DC Motor(3~12V × 4)
환 풍 기	Fan Motor(5V × 1)
외 피	비 닐
바 닥	합 판

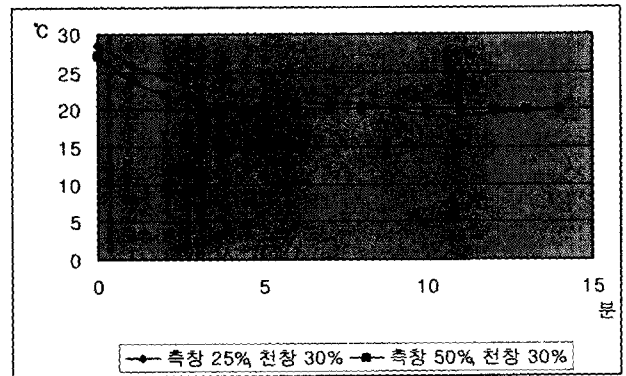


그림 8. 내부온도 > 설정온도 > 외기 온도 인 경우의 측정값

Fig. 8 Experimental results for $IT > ST > OT$

두 번째로 내부온도가 외기 온도보다 높고 설정온도가 외기 온도보다 낮을 경우를 살펴보았다. 즉, 내부 온도(IT)가 40℃이고, 설정 온도(ST)가 20℃이며 외기 기온(OT)이 30℃인 경우는 상기의 제어 알고리즘에 의하면 $(IT-ST) > 10^{\circ}C$ 이므로 방향은 열림으로 되고, 제어간격은 $(ST-OT) = 10^{\circ}C$ 이므로 7분이 되며, 측창과 천창은 각각 개폐비가 100%와

90%가 된다. 내부의 온도를 1분 간격으로 측정하여보면 그림 9와 같은 측정 결과가 나온다. 이때 시간이 6분 이후에는 거의 내부온도가 외부온도에 다다름을 알 수 있고 시간이 7분으로 설정되어 7분 이후에는 측창과 천창이 모두 닫히게 되어 내부온도가 약간 상승함을 알 수 있다. 이 때 외부 온도가 설정 온도보다 높기 때문에 측창의 개폐비가 25%로, 천창의 개폐비가 30%가 되고 냉방기가 작동하게 된다. 따라서 8분 이후 부터는 냉방기의 도움으로 내부온도가 설정온도 가까이에 다다름을 보인다.

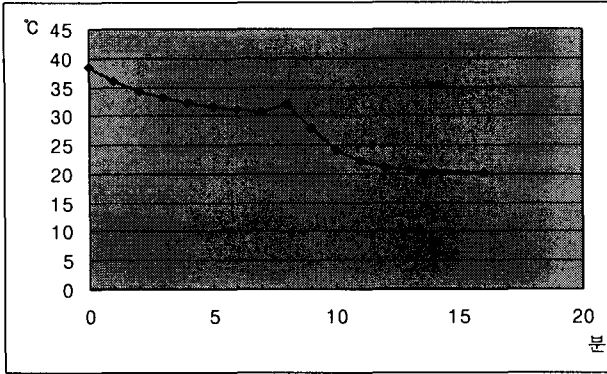


그림 9. 내부온도 > 외부온도 > 설정온도 인 경우의 측정값
Fig. 9 Experimental results for IT > OT > ST

4. 결 론

시설하우스 자동화 관련된 구성요소를 제어하기 위해 온도센서, 습도센서, 풍향센서, 풍속 등의 센서를 이용하여 시설하우스의 환경을 측정조사하며 측창, 천창 등과 같은 개폐장치를 제어하고, 표본작물들의 생육조건에 관계된 데이터를 저장하고 관리하여 농작물의 발육조건에 맞는 최적조건의 환경을 자동화하는 시설하우스를 PC를 이용하여 구축하였다. 이전의 많은 연구에서 제안한 제어 알고리즘을 PC를 기반으로 하는 시스템에 구현하였다. 또한 비주얼 베이직으로 사용자 인터페이스를 구현하여 보다 편리하게 자동화 시설하우스를 제어 가능함을 보여주었다. 가능한 작물생육에 장애를 주지 않고 자연적인 환기를 통해 효과적으로 온도를 제어할 수 있는 가능성을 보였다. 하지만 본 연구에서는 단지 농촌진흥청에서 권장하는 농가보급형 자동화하우스 표준설계의 약 1/20로 축소 구성한 시설 하우스의 모형에서 실험을 하여 실제적인 시설하우스에서의 실험이 추가적으로 시행되어야 할 것이다. 또한 시설 하우스의 위치 및 설치장소 그리고 지역적인 특성에 따라 달라지는 여러 가지 환경 변화 요소를 고려한 광범위한 연구가 앞으로 진행되어야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 2001년도 세명대학교 교내연구비지원 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- [1] 김진현, 김철수, 구건효, 이기명, 마이크로컴퓨터에 의한 시설재배의 자동화에 관한 기초연구(III), 한국농업기계학회지 20(2):162-172, 1995.
- [2] 김철수, 김진현, 시설재배지 관수, 관비, 방제 종합시스템의 자동제어장치 개발, 농촌진흥청, 3차년도 보고서, 1994.[4] R. Burch, F. N. Najm, P. Yang, and T. N. Trick, "A Monte Carlo Approach for Power Estimation," IEEE Trans. on VLSI systems, vol. 1, No. 1, pp.63-71, March 1993.
- [3] 김철수, 김진현, 마이크로 컴퓨터에 의한 시설재배 자동화에 관한 기초연구(I), 한국농업기계학회지 19(2): 99-111, 1994.
- [4] 류관희, 이기명, 기술 집약형 재배시설을 위한 생육환경의 자동제어, 1992 국내의 한국과학기술자 학술회의 하계 심포지움 논문집, 1992.
- [5] 서원명, 민영봉, 윤용철, Microcomputer를 이용한 Greenhouse의 온도제어 System 개발에 관한 연구, 한국농업기계학회지15(2) : 134-142, 1990.
- [6] 구건효, 시설원예의 환경제어 시스템 개발을 위한 기초연구, 경북대학교 박사학위논문, 1993.
- [7] 이기명, 이석건, 장익주, 시설원예에 있어서 구조의 표준화 및 환경제어·재배관리 자동화에 관한 연구, 과학기술처 특정개발연구 최종보고서, 1992.
- [8] 권오석, PC기반 자동화 비닐하우스를 이용한 공업교육 효과 향상에 관한 연구, 세명대학교 석사학위논문, 2002.
- [9] 박규식, 이기명, 환기창 자동제어용 제어 알고리즘 개발, 생물생산시설환경 6(4):242-249, 1997.

저 자 소 개

김기환 (金基桓)



1960년 1월 25일생. 1990년 독일 지겐대학교 전기전자공학과 졸업(Dipl.-Ing.) 1995년 독일 지겐대학교 전기전자공학과 졸업(Dr.-Ing. 공학박사) 1997년~현재 세명대학교 전자공학과 조교수
Tel : (043) 649 1312
Fax : (043) 649 1312, 644 2111
E-mail : khkim@semyung.ac.kr