

수직교반히터 및 시설물 제어를 위한 통합 제어기 개발

김진하* · 유승혁** · 김응곤***

Development of an Integrated Controller to the Control Vertical Agitation Heater and Facilities

Jin-Ha Kim* · Seung-Hyeok Yoo** · Eung-Kon Kim***

요약

본 논문에서는 개발된 수직교반히터를 시설하우스에 적용하고, 그 외 시설물(순환팬, 환기팬, 개폐 모터를 이용한 창문, 천장, 제습)을 통합적으로 제어할 수 있는 제어 시스템을 개발하고자 한다. 이를 통해 작물의 재배 효율을 올리고 무가운 저장고나 저장창고 등이 보유한 수확물의 보관 환경을 개선하여 저장 기간 및 신선도를 증대시키고자 한다. 또한 ICT 모니터링 기술을 추가하여 사용자가 RTC(Real Time Control)로 재배 및 저장 환경의 변화에 따라 문제가 생겼을 시에 손쉽게 해결할 수 있도록 하고자 한다.

ABSTRACT

In this paper, we intend to develop a control system that can apply the developed vertical stirring heater to the facility house and control the other facilities (circulating fan, ventilation fan, window using a switching motor, ceiling, and dehumidification). Through this, it is intended to increase the cultivation efficiency of crops and improve storage environment of crops held by non-heated storage or storage warehouses to increase the storage period and freshness. In addition, ICT monitoring technology is added to enable users to easily solve problems when there is a problem due to changes in the cultivation and storage environment with Real Time Control (RTC).

키워드

Information and Communication Technologies, Real Time Control Monitoring, Vertical Agitation Heater
ICT, RTC 모니터링, 수직 교반 히터

1. 서론

오늘날 국내외 농업환경 여건은 빠르게 변하고 있으며 온실 작물인 파프리카나 딸기, 토마토와 같은 고소득 작물의 확산, 저장 기간의 증가와 같은 변화를 따라가고자 소위 스마트 팜이라 칭해지는(주로 딸기, 토마토와 같은 과일 채소류를 대상으로 보급되는) 시

스템은 점차적으로 수요가 증가하고 있다. 이는 농가의 노동력 감소에 따른 자연스러운 현상이며 그렇기에 농가의 입장에서선 필수적인 선택이기도 하다[1].

현재 일반적으로 제공되는 시스템의 대부분은 기존 하우스 설비에 자동제어시스템을 더한 것으로 일부를 제외한 대부분의 농가에서는 지금까지 각각의 설비들이 규격화 되지 못하여 스마트 팜과 같은 통합 제어

* 순천대학교 컴퓨터공학과(jinha1914@naver.com)

** 전자부품연구원(yoosh@keti.re.kr)

*** 교신저자 : 순천대학교 컴퓨터공학과

• 접수일 : 2020. 06. 05

• 수정완료일 : 2020. 07. 10

• 게재확정일 : 2020. 08. 15

• Received : Jun. 05, 2020, Revised : Jul. 10, 2020, Accepted : Aug. 15, 2020

• Corresponding Author : Eung-Kon Kim

Dept. of Computer Engineering, Suncheon National University.

Email : kek@snu.ac.kr

시스템의 설치와 적용 및 유지 보수에 문제를 겪고 있다[2-3].

이 문제를 해결하기 위한 방법으로 제시되는 통합 제어 시스템 중 하나는 저온 산소 플라즈마를 기반으로 개발된 수직 교반형 면상 카트리지 히터 시스템과 일반적인 시설하우스 및 온실과 무가온 저장고가 소유하고 있는 각종의 설비들이 통합적으로 제어 및 연계되는 시스템이다.

현재 한국 농가의 대부분의 난방 시설은 온풍기로 공기의 온도를 높이고 공기가 지나갈 수 있도록 관을 이용하여 배출시키게 하는 식으로 운영되는데 가열된 공기는 일반 공기에 비해 가벼워 따뜻해진 공기는 상승하고 순환하지 않은 채 항상 상부에만 머무르게 된다. 하지만 수직 교반의 형상을 취할 경우 구동 모터에 의해 다양한 곳에 설치된 팬이 공기의 회전을 가져오게 되고 이는 에너지의 효율성을 가져온다[4-5].

이 시스템이 제공하는 기능은 히터 자동/수동 기능, 팬(fan) 자동/수동 기능, 주름관 높이 조절 기능, 다수의 히터 연동 제어 기능 등이 있으며 현재 유럽의 선진 농업국에서는 제공되고 있는 기능이기도 하다. 허나 선진국에서 제공되는 기능은 대부분은 유리 온실을 대상으로 한 것으로 한국의 대부분을 차지하는 비닐 온실과는 성격이 다르다. 그렇기에 구조적으로나 경제적으로나 적합하지 않으며 따라서 비닐하우스 위주의 재배 환경에 맞게 구성된 시스템과 각 품목의 특성 등을 고려한 ICT 기반 시스템의 개발이 필요하다[6].

이와 더불어 개인당 GDP 증가로 인해 생활환경이 극적으로 개선되면서 대개의 사람들은 과채류의 품질에 대해 신경을 쓰고 있는 실정이기도 하다[7]. 또한 선진국, 후진국 가리지 않고 ICT 기술에 대한 발전 및 수요 요구가 증가하고 있으므로 본 논문에서 요구하는 실시간 모니터링 기술은 필수적인 부분이기도 하다[8-10].

다음 2장에서는 개발된 수직교반히터의 설계구조와 선정 이유를 설명하고, 3장에서는 수직교반 히터와 그의 시설물(순환팬, 환기팬, 개폐 모터를 이용한 창문, 천장, 제습)을 통합적으로 제어 할 수 제어 시스템의 개발 내용을 설명 할 것이며, 4장에서는 결론을 내리고 향후 연구방향을 살펴본다.

II. 수직 교반형 면상 카트리지 히터 시스템 적용

2.1 면상 카트리지 히터 시스템 송풍부

면상 카트리지 히터 시스템의 송풍부는 송풍모터, 송풍팬, 모터 브라켓으로 구분되고 난방열을 효과적으로 전달 할 수 있도록 구성되었다. 그림 1은 모터 브라켓 전면부/후면부이며 그림 2는 송풍 모터이다.



그림 1. 모터 브라켓 전면부/후면부
Fig. 1 Motor bracket front / rear

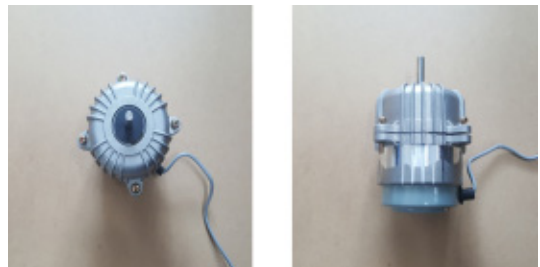


그림 2. 송풍 모터
Fig. 2 Blower motor

송풍부는 시설하우스 환경에 적합한 방진 방습형 모터와 공기의 흡입량과 소음을 최소화 하고 상대적으로 따뜻한 상부 공기의 흡입량을 높이기 위해 날개 구조를 띄고 있다. 또한 기성 제품의 날개와 모터를 활용하여 발생할 수 있는 소음문제, 풍량 등을 고려하여 4팬으로 적용되어 있으며 날개의 크기는 하우스정과 브라켓 크기를 고려하여 $\varnothing 220$ 로 제한한다.

2.2 면상 카트리지 히터 시스템 수직이동 장치

수직 이동 장치는 높이 조절용 수직이동 장치와 플렉시블 주름관, 공기 바람판으로 구성된다. 높이 조절용 수직이동 장치는 상부의 공기를 바닥면까지 공급하기 위해 닥트를 조절하는 장치로 높이 조절용 장치

는 와이어가 감겨 있는 형태이다. 수직 이동 장치의 와이어를 잡아당기면 처음 형태로 복구하려는 힘을 가지고 있으며 이 장치의 장력과 플렉시블 주름관, 공기 바람판의 무게를 계산하여 장력을 조절한다.

면상 카트리지 히터 시스템은 제품 설치높이에서부터 바닥까지 난방공급이 이루어지는 시스템이므로 주름관은 기본적인 바닥까지의 높이는 150cm 이내이며 플라즈마 영향에 의한 주름관 내부 부식을 고려하여 내부 코팅막을 형성하고 있다. 플렉시블 주름관의 강선간격은 20mm이다. 그림 3은 플렉시블 주름관 고정 형태이다.

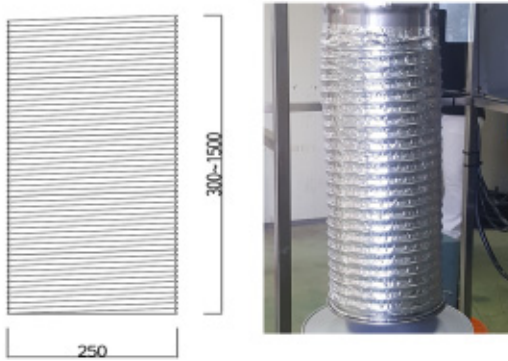


그림 3. 플렉시블 주름관 고정 형태
Fig. 3 Flexible corrugated pipe fixed form

플렉시블 주름관 고정 하우징은 플렉시블 주름관 하단부에 연결되는 하우징이다. 이 하우징은 플렉시블 주름관과 와이어의 뒤틀림을 해결하고, 공기 바람판의 고정을 원활하게 해주는 역할을 한다. 와이어 드럼 및 플렉시블 주름관의 높이 조절을 위해 중앙부에 와이어 드럼과 공기 바람판의 연결부가 있으며 설치 공간 및 재배 작물의 환경에 따라 플렉시블 주름관 고정 하우징은 2가지 타입이 존재한다. 오픈형 타입은 360도 전방향 오픈이 된 형태이며 사방으로 난방열 또는 공기가 배출되는 형태이다. 가이드형 타입은 양측면의 30공간에 난방열 또는 공기의 배출을 막는 형태로 일정 풍속 이상의 바람에 스트레스 받는 작물이나 난방열에 직접 노출되어 있는 작물들의 피해를 우려한 형태이다. 그림 4와 5는 각각 오픈형 고정 하우징, 가이드형 고정 하우징의 모습이다.



그림 4. 오픈형 고정 하우징
Fig. 4 Open fixed housing



그림 5. 가이드형 고정 하우징
Fig. 5 Guided fixed housing

하우징은 시설하우스 환경을 고려하여 스테인레스 스틸로 구성되어 있고 상부 하우징은 송풍부(브라켓, 모터, 팬)를 고정하고 하부 하우징은 히터와 주름관을 연결한다.

III. 수직 교반 히터 및 기타 시설물 통합 ICT 제어 시스템 개발

3.1 면상 카트리지 히터 시스템 제어

면상 카트리지 히터 시스템은 전기 히터 제어 시스템을 말하며 상부의 팬과 모터로부터 유입되는 공기를 히터부에 의해 데워진 후 직접적으로 플라즈마 발생부로 전달하여 공급된 공기의 살균작용을 거친 후 하단부에 설치된 주름관과 나팔 구조의 공기바람판을 통해 전 방향으로 외부로 공급하는 구조이다. 시설 하우스와 무가온 저장고 등의 환경을 고려하여 설계되었다. PCB의 Layout 설계 시 핵심 부품에 불량 이 생기더라도 곧바로 대처할 수 있도록 탈착이 편리한 모듈로 설계 되었다. 그림 6와 그림 7은 각각 제어 보드 PCB LayOut 앞면, 뒷면이다.

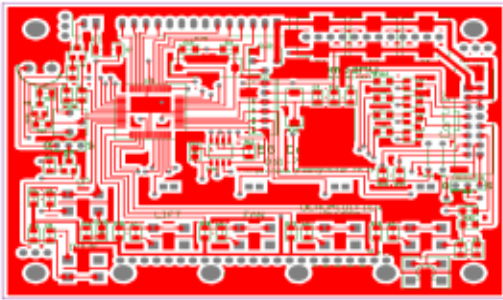


그림 6 PCB Layout 앞면
Fig. 6 PCB Layout front

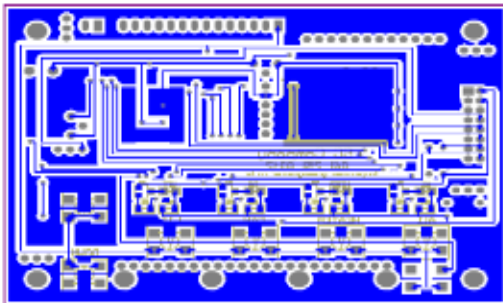


그림 7 PCB Layout 뒷면
Fig. 7 PCB Layout back

수동 모드는 강제 동작 및 정지 기능을 가지며, 동작은 회로에 장착된 릴레이를 통해 제어한다. 자동 모드는 시간을 통해 동작과 설정온도에 의한 동작으로 나누며 시간은 RTC(Real Time Clock) 기술을 사용하여 측정한다. 그림 8은 RTC 기본 회로이다.

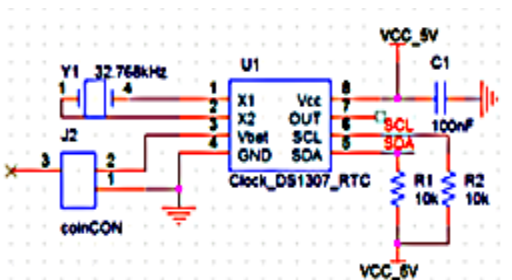


그림 8. RTC 기본 회로
Fig. 8 Real time control basic circuit

온도는 PT100 혹은 온습도 센서를 이용하여 ADC를 통해 수집한다. 안전장치 제어 방법은 수집된 온도 값을 기준으로 이상 온도 값으로 판단되면 자동으로 차단하는 기능을 제공한다.

사용자는 캐릭터 LCD를 통해 현재 상태를 볼 수 있으며 동작 모드, 시간, 현재 릴레이 동작 상태, 동작 모드 설정 화면이 표시된다. 그림 9는 캐릭터 LCD 상태 표시 창이다.

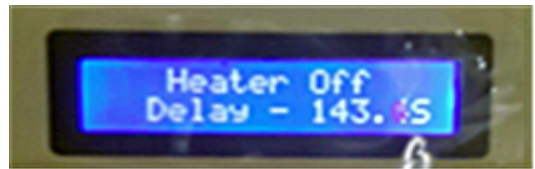


그림 9. 캐릭터 LCD 상태 표시 창
Fig. 9 Character lcd status display window

비상 운전 및 안전장치 기능을 위해 비상 버튼이 있으며 인터락 회로, 외부 노이즈 차단, 필터 등 보호회로가 사용된다.

프로그램은 C언어로 개발되었으며 개발 틀은 코드비전을 사용하였다. MCU 전용 컴파일러를 사용하고 릴레이 I/O 포트를 제어하며 온도 센싱 ADC 데이터를 수집한다. 또한 온도를 측정하여 히터모드 또는 팬모드로 동작하게 프로그램을 적용하였고 사용자 편의를 위한 상태 표시 LCD를 채택, 제어 편의성을 위해 푸쉬 버튼 적용, 사용자 편의 캐릭터 LCD 적용, 직관적인 케어를 위한 다수 제어 버튼을 적용하였다.

3.2 통합 ICT 제어 시스템 제어

통합 ICT 제어 시스템의 제어 항목으로는 플라즈마 발생부 모듈 제어, 방진 방습형 모듈 제어, 과열 방지 및 안전장치 제어, 수동모드/자동-시간모드/자동-온도 모드 설정 기능, 온도 센서의 정보에 의한 자동 제어, 1대의 통합 제어 시스템에 시제품 동시 제어, 기존 설비(유동팬, 제습기, 기상관측 시스템, 영상장비 등)와의 연동제어가 있다. 이렇게 선정된 제어 항목을 토대로 프로세스 및 프로그램을 설계하였으며 사용자의 편의성을 위해 직관적인 인터페이스로 구성되었다. 장비 운용 환경을 고려하여 설계되었으며 제어 시스템 고장 시에도 비상 운전이 가능하고 추가로 안전장치 회로도 설계되었다. 표 1은 제어 항목 리스트이다.

표 1. 제어 항목 리스트
Table. 1 Control item list

No	item and setting
1	1.HEATER Setup : off temp
2	2.HEATER Setup : Re-On
3	3.HEATER Start : Delay
4	4.HEATER FAN off : Delay
5	5.FAN Setup : High
6	6.FAN Setup : Low
7	7.RLRAM Setup : RLRAM
8	8.Communications : Comm
9	9.AUTO Start : Mode
10	10.DEVICE ID : ID
12	11.Factory Reset :
13	12.System Version :

4.2 실증 테스트 요소

실증 테스트에서 확인해야 할 요소로는 ICT 통합 제어 시스템으로 시제품이 동시에 제어되는지, 온도 센서로부터 읽어들이는 수치로 각각의 시제품이 정상 작동 되는지, 시간 설정 후 설정된 가동시간/정지시간 대로 정상 동작되는지, 각 시제품별로 안전장치가 정상 작동되는지, 정상 가동 진행 중에 각 구간별로 시간에 다른 온도 화량의 측정, Display 상에 온/습도 수치, VOC 측정량, 오존 측정량이 정상 표시되는지, 기존 설비(유동팬, 제습기, 기상관측 시스템, 영상장비 등)들과의 연동에 문제는 없는지 등이 있다. 그림 10은 최종 시제품 현장설치 개략도이다.

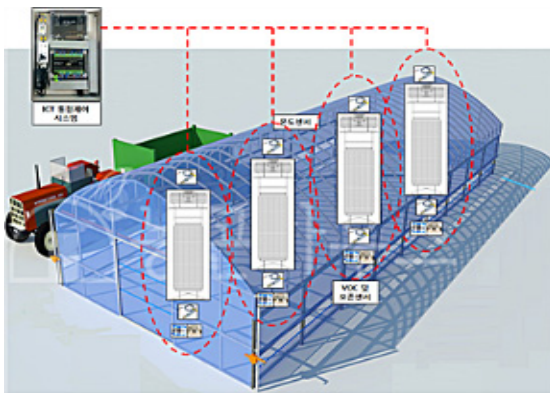


그림 10 최종 시제품 현장 설치 개략도
Fig. 10 Schematic diagram of final prototype site installation

V. 결론

본 논문에서는 수직 교반형 면상 카트리지 히터 시스템을 시설하우스에 적용하고, 그 외 시설물(순환팬, 환기팬, 개폐 모터를 이용한 창문, 천장, 제습)을 통합적으로 제어 할 수 있는 제어 시스템을 개발했다. 이것은 온실 및 시설 하우스 등의 상하 온도편차를 해소하고 작물의 성장속도를 균일화한다. 또한 무가온 저장고 및 저장창고의 작물의 신선도 증가로 인한 저장성 증대와 곰팡이나 바이러스 등의 유해물질로부터의 예방기능, 실시간 모니터링이 가능한 통합제어 기능을 가진다.

면상 카트리지 히터 제어 시스템과 통합 ICT 제어 시스템은 사용자의 편의를 위한 상태 표시 LCD를 채택하고 제어 편의성을 위해 푸쉬 버튼을 적용하였으며 사용자 편의 캐릭터 LCD 적용 및 직관적 제어를 위한 다수 제어 버튼의 사용으로 누구나 손쉽게 사용할 수 있을 것이다.

향후에는 ICT 통합 제어 시스템으로 시제품이 동시에 제어되는지, 센서 및 시간 설정으로부터 읽어 들인 수치에 의해 각각의 시제품이 알맞게 작동하는지와 모니터링에 현재 수치가 제대로 표시되는지 등을 확인할 예정이다.

감사의 글

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 농축산물 안전생산·유통관리 기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음 (118083-02-1-HD020)

References

- [1] Y. Seo, W. Lee, Y. Kim, S. Chung, Y. Jang, S. Jang, and I. Bae, "Basic Test and Performance Evaluation of Dehumidifier Combined with Heater Prototype Inside the Facility," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 22, no. 2, 2017, pp.22
- [2] Y. Pack, S. Baek, J. Lim, M. Kim, and J. Lee, "Present Status of Smart Greenhouses

- Growing Fruit Vegetables in Korea: Focusing Management of Environmental Conditions and Pests in Greenhouses," *The Korean Journal of the Applied Entomology*, vol. 59, no.1, 2020, pp.55-64
- [3] H. Seo, B. Soon, C. Kim, and M. Kim, "Agricultural sector prospect model KREI-KASMO 2019 operation and development research," Korea Rural Economic Institute: Kyobobook 2020, pp.1~314
- [4] E. Kim, Y. Ahn, and K. Pack, "Automatic Control System of Vertical Agitation Heater for Controlling Temperature of Greenhouse" *J. of the Korean Society for Environmental Technology*, Vol. 10, No. 5, 2015, pp.623~628
- [5] H. Kim, K. Woo, C. Jo, S. Lee, B. Lee, J. Lee, Y. Lee, Y. Jeon, and B. Lee, "The Optimal design of vertical typed mixer system based-on the coupling analysis of XFlow-CAESES," *The Korean Society Of Visualization*, vol. 2015, no. 12, 2015, pp.158-167
- [6] M. Yang, W. Nam, N. Bang, J. Hwang, K. Lee, and Y. Kim, "Development of greenhouse environment control algorithms for ICT-based smart farm," *Korean Society For Horticultural Science*, vol. 2018, no.-, 2018, pp. 120
- [7] W. Ahn and H. Lee, "Automatic Control System for Cultivation Environment of Crops," *J. of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 20, no.11, 2167-2171
- [8] H. Lee, S. Kim, and H. Kim "The Analysis Methods Based on Patent Citation Networks for the Convergence Technologies Development Planning : A Case of Smart Factory's ICT Technologies," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 19, no. 1, 2018, pp.34-47
- [9] Y. Jeong and Y. Bae, "Study on Security Measures of e-Gov with Dynamic ICT Ecosystem," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 18, no. 6, 2014, pp.1249-1254
- [10] S. Pack and C. Hwang, "Optimal Calculation of Size of Harbor Facility ensuring Maximum Resident's Participation using SNS and ICT," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 9, no. 10, 2014, pp.1153-1159

저자 소개



김진하(Jin-Ha Kim)

2015년 3월 ~ 현재 순천대학교
컴퓨터공학과 재학

※ 관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 그래픽스



유승혁 (Seung-Hyeok Yoo)

2012년 8월 : 순천대학교 석사
2015년 8월 : 순천대학교 박사 수료
2016년~ 현재 : 전자부품연구원 재
직중

※ 관심분야 : 영상처리, 스마트가전, IoT 시스템



김응곤 (Eung-Kon Kim)

1980년 2월 : 조선대학교 공학사
1986년 2월 : 한양대학교 공학석사
1992년 2월 : 조선대학교 공학박사

1993년 3월 ~ 현재 : 순천대학교 컴퓨터공학과 교수
※ 관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 그래픽스, 멀티미디어, HCI