

인터넷을 이용한 저온저장고 환경감시 및 경보 시스템 개발

정 훈 · 윤홍선 · 이원옥 · 조광환 · 조영길 · 박원규 · 신재훈*

농업기계화연구소, *농촌진흥청 농업경영정보관실

Development of an Environmental Monitoring and Warning System for Cold Storage House Using Internet

Hoon Jeong, Hong-Sun Yun, Won-Og Lee, Kwang-Hwan Cho, Young-Kil Cho

Won-Kyu Park and Jae-Hun Shin*

National Agricultural Mechanization Research Institute

*Farm Management and Information Bureau, Rural Development Administration

Abstract

For safe storage of agricultural products in the cold storage house, accurate monitoring of temperature, humidity and gas conditions is necessary. This study was conducted to develop an environmental monitoring and warning system for the cold storage house to improve safety of storage. The system developed in this study is able to monitor temperature, humidity and CO₂ concentration in the storage house and to send alarm signal to the farmer by telephone and beeper when abnormal conditions have been occurred in the storage house. And the developed system use internet network, so we can supervise storage conditions in the home. From the results of the performance test, it was found that the temperature and relative humidity can be controlled within the range of 0.5°C and ±2 percent. And farmer's response was fair.

Key words : cold storage house, monitoring, warning, internet

서 론

저온저장고는 저장물을 동결점보다 약간 높은 온도인 저온에서 저장하여 농산물의 호흡을 억제시켜 저장기간을 연장시키기 위한 시설물이며(1), 저온저장고에 이상이 생겼을 때 신속히 조치를 취하지 않으면 저장물이 크게 손상될 위험성이 매우 크다. 따라서 저온저장고 관리자는 저장기간 중에 저장환경의 이상 유무를 수시로 확인해야 하는 번거로움이 있으며, 특히 저장고와 저장고 관리자의 거주지가 멀리 떨어져 있을 경우에는 저장환경의 이상유무를 확인하는데 시간이 많이 소요되는 등 환경감시에 한계가 있다. 따라서 냉동기기의 이상을 신속히 감지하고 이에 대처할 수 있도록 하기 위한 이상감지 및 경보체제가 절실히 필요하다.

농업분야에서도 인터넷 네트워크를 이용한 환경제어 및 감시 기술이 널리 이용되고 있는데, 인터넷 기상스테이션, 관개자동화 시스템, 온실환경제어 네트워크 시스템 및 인터넷 원격 화상계측시스템(Field eye) 등이 있다(2). 특히 시설

원에 분야에서 인터넷을 이용한 환경조절 및 감시에 원칩마이크 제어반과 컴퓨터를 사용하는 시스템이 연구된 바 있으며(3), 온실환경관리 자동화를 위해 PLC(Programmable Logic Controller)나 마이크로컴퓨터 컨트롤러를 사용하는 연구가 활발히 진행되어 실용화되고 있다(4,5).

본 연구는 농산물 저온저장고내의 농산물을 안전하게 저장하고 저장고 관리의 편리성 향상을 위해, 저장환경을 원격감시하고, 냉동기기에 이상이 있을 때는 신속히 전화 또는 호출기를 통해 이상경보를 전달해 줄 수 있는 인터넷을 이용한 농산물 저온저장고 환경감시 및 경보 시스템을 개발하기 위하여 수행되었다.

재료 및 방법

환경감시 및 경보 시스템의 설계

환경감시 및 경보 시스템은 컴퓨터 시스템에 의해 저온저장고내의 온도, 습도, CO₂ 가스농도, 증발기 표면온도 등의 데이터를 수집하고, 설정된 저온저장고의 온·습도 및 CO₂ 농도에 맞추어 냉각장치, 가습기 및 환기장치를 제어하여

Corresponding author : Hoon Jeong, National Agricultural Mechanization Research Institute, 249, Seodun-Dong, Kwonsun-Goo, Suwon, 441-100, Korea
e-mail : ghk1a@rda.go.kr

저장고내 환경을 조절하고 경보하는 환경측정 및 제어 시스템과 인터넷을 이용하여 저장환경을 감시할 수 있는 원거리 환경감시 시스템으로 구성하였다.

환경측정 · 제어 및 경보 시스템

환경측정 · 제어 및 경보 시스템은 각종 센서, 제어반, 터치스크린, 전화 경보장치, 자동환기장치 등으로 구성하였다.

Fig. 1은 환경조절 시스템의 개략적인 구조도를 나타낸 것이며, Table 1에는 사용된 기기의 제원과 기능을 나타내었다. 제어반은 산업용으로 주로 사용되는 컨트롤러로서 안정적이고 범용성이 있는 PLC(Fara 70plus, 삼성)를 사용하였고, CPU유닛, 입력유닛, 출력유닛, RTD유닛, A/D유닛 등으로 구성되어 있다. PLC는 저장고내의 온도, 습도, 탄산가스 등의 신호를 센서에 의해 받아들이고 이를 설정된 값과 비교하여 각종 환경제어 장치들을 복합적으로 제어하여 저장고내의 환경을 조절한다. 또한 외장형모뎀(5630, 3Com U.S. Robotics)을 통해 원거리 감시용 컴퓨터에 저장환경 데이터를 전송하고, 각종 경보상황이 발생했을 때 전화경보장치를 가동시킨다.

터치스크린(V606M10, Pro-face)은 저장고내 환경조절을 위한 온도, 습도, 환기조건, 제상시간 등을 설정하고, 저장고내의 온 · 습도 등 환경조건의 변화를 모니터링 한다.

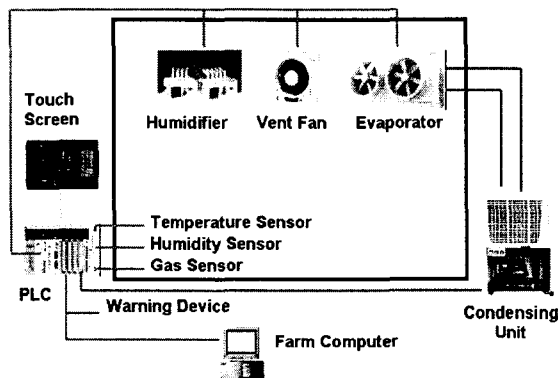


Fig. 1. The schematic diagram of the control system.

전화 경보장치(WatchMAN, 개성콘트롤)는 냉동기가 정지되거나 저장고내의 온도가 이상이 있을 때 그리고 증발기에 성에가 제거되지 않을 때 전화, 휴대전화 또는 호출기로 경보신호를 보낸다. 자동환기장치는 CO₂ 농도 또는 설정된 시간 간격에 따라 개폐된다.

인터넷 이용 원거리 환경감시 시스템

Fig. 2는 인터넷을 이용한 원거리 환경감시 및 경보 시스템의 개념도를 나타낸 것으로, 농가에 설치된 컴퓨터로 저장고내의 환경을 감시할 수 있고, 또 인터넷이 가능한 지역

에서는 전국 어디서나 저장고내의 환경을 감시 할 수 있다.

Table 1. Specification of the monitoring and warning system

Main part	Specifications	Functions
Computer	CPU : Over pentium grade RAM : Over 32MB	Remote control and monitoring
Modem	Speed : 9600bps(analog type)	Communication
Controller	- PLC · CPU unit · A/D unit · Input unit · Output unit	Central control of storage environment
Touch screen	- FEPRAM : 256MB - RS232C communication	Input and change of storage conditions
Sensors and automatic ventilation system	- Temperature sensor : Pt100,Ω - Humidity sensor : electronic - CO ₂ sensor : NDIR - Motor : Reversible geared motor	- Sensing storage environment - Automatic ventilation by gas sensor or timer

농가에서의 환경감시는 농가에 설치된 컴퓨터와 저온저장고에 설치된 PLC제어반과의 전화통신에 의해 저장환경 데이터를 전송 받아서 이루어진다. 인터넷을 이용한 환경감시는 서버컴퓨터와 저온저장고에 설치된 PLC제어반과의 전화통신에 의해 저장환경 데이터를 전송 받아서 인터넷 홈페이지에 올려주고, 인터넷 사용자는 서버의 홈페이지에 접속하여 저장환경을 실시간으로 확인할 수 있다.

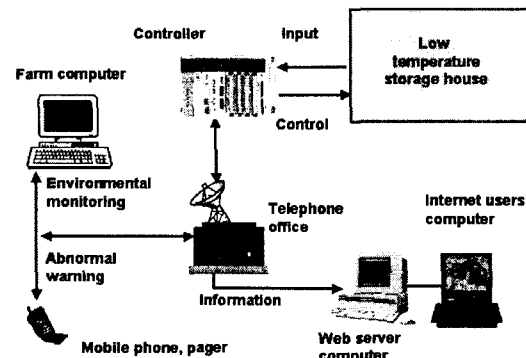


Fig. 2. The notion diagram of monitoring and warning system using internet.

환경조절 성능시험

환경조절장치의 온습도 조절 성능을 경북 안동의 농가 저온저장고에서 시험하였다. 시험방법은 기존의 제어반과 새로 개발된 제어반을 사용하여 각각 같은 저장실의 온습도를 조절하여 온습도기록계(Data Logger DO 9460, Delta OHM)로 6시간 동안 측정하였다. 온도는 증발기의 냉기출구쪽과 냉

기토출 방향으로 마주보는 벽체의 아래쪽에서 측정하여 평균하였으며, 습도는 증발기 아래에서 측정하였다.

농가적응시험

개발된 시스템의 실용화를 촉진시키기 위해 농가 저온저장고에 개발된 시스템을 설치하여 성능시험을 실시하고 작업정밀성, 취급성, 보급필요성, 가격만족도, 보급시기, 설치희망 여부에 대해 농가의 반응을 조사하였다. 적응시험에 참여한 농가는 충남 천안시 직산면의 배재배 농가와 경북 안동시 임하면의 사과재배 농가이며, 저장고 규모는 각각 20평이었다.

결과 및 고찰

환경감시 프로그램

Fig. 3은 저온저장고 환경상황을 모니터링하기 위한 프로그램 순서도를 나타낸 것으로, 컴퓨터언어는 LabWindows/CVI 언어(National Instruments)를 사용하였다. 이 프로그램은 전화통신망에 의해 저온저장고에 설치된 PLC제어반과 통신함으로써 저장환경 정보를 컴퓨터로 전송받아 표시한다. 또한 인터넷 서버 컴퓨터에서 실시간으로 저장상황을 HTML파일 형태로 제공하여 일반 인터넷 사용자나 농민이 인터넷 웹브라우저를 통해서 저장상황을 볼 수 있도록 개발하였다.

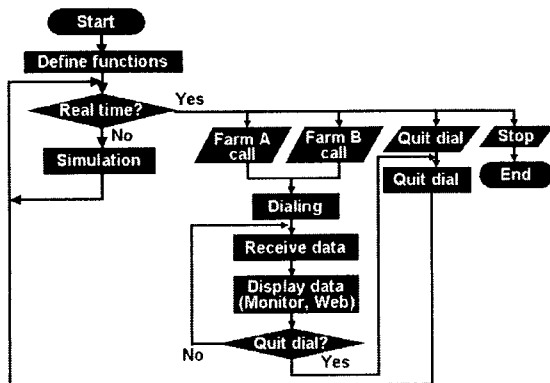


Fig. 3. Flow chart of a remote monitoring program.

Fig. 4는 환경감시 모니터링 화면을 나타낸 것이다. 인터넷 및 전화통신망에 의해 저온저장고내의 온도와 습도의 설정값, 현재 실내 온·습도, 외기온도, 냉동기기의 작동상태 및 각종 이상경보 등을 표시할 수 있었고, 실내 온·습도 변화를 그래프로 확인할 수 있었다.

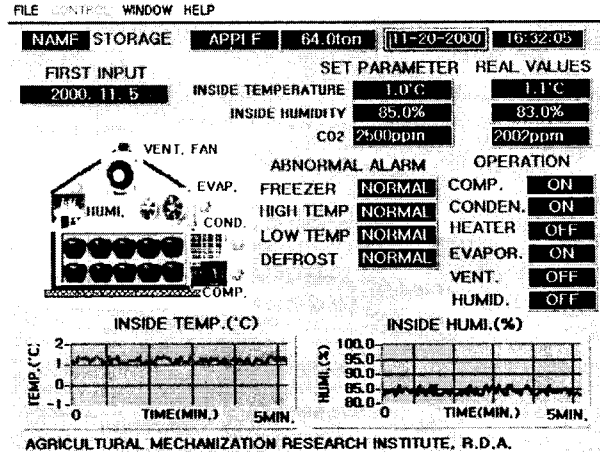


Fig. 4. Display of an environmental monitoring.

이상경보 발생

Table 2에 각종 이상경보의 발생조건을 나타내었으며, 냉동기 이상, 저장온도 이상 또는 증발기의 성에제거 이상시에 전화나 컴퓨터 등으로 경보를 전달할 수 있었다.

냉동기 정지경보는 과부하로 인한 냉매의 고압, 압축기 과열시 및 윤활유 부족시에 경보가 발생되고, 고온이상 경보는 저장고내 온도가 설정온도보다 2°C높을 때, 저온이상 경보는 저장고내 온도가 설정온도보다 1°C 낮을 때 발생되며, 성에제거 이상경보는 과부하나 히터고장에 의해 성에제거가 되지 않을 때 발생된다. 경보발생시에는 휴대폰이나 호출기로 경보신호를 보내고, 경보내용은 컴퓨터의 감시화면에 표시되게 하였다.

Table 2. Operating criteria of the alarm system

Kinds of abnormal status	Criteria for operating alarm system	Remarks
Freezer stop	High pressure of freezing gas Lack of lubrication oil Over heat of compressor	Alarm to cellular phone or pager and display to
Abnormal high temperature	Over 2 °C than set temperature	computer monitor when
Abnormal low temperature	Under 1 °C than set temperature	abnormal status occurred
Abnormal defrost	Under -20 °C evaporator coil temperature	

환경조절 성능

Fig. 5와 6에 개발된 시스템과 기존 제어반 시스템과의 실내 온도 및 습도변화를 비교해서 나타내었다. 기존 제어반 시스템의 온도편차는 ±1~2°C에 비해 신개발 시스템의 온도편차는 ±0.5°C 이내로 나타났으며, 습도편차는 기존시스템이 ±3%이상에 비해 신개발 시스템은 ±2% 이내로 나타났다.

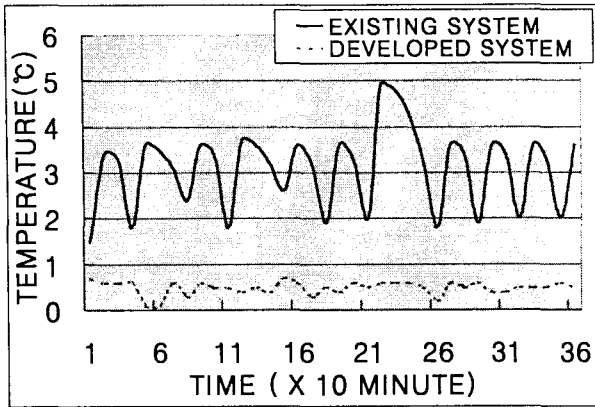


Fig. 5. Comparison of temperature variation between the developed and existing system.

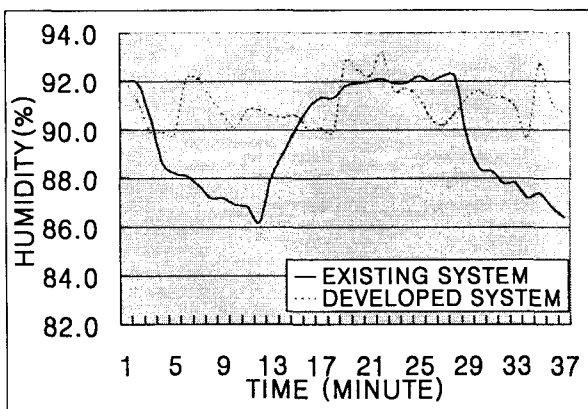


Fig. 6. Comparison of relative humidity variation between the developed and existing system.

Table 3. Farmers response about the developed system
Unit : %(mem)

Division	Accuracy of operation				Usage				Commercialization demand		
	Good	Fair	Poor	No resp.	Good	Fair	Poor	No resp.	Need	No need	No resp.
Cheon-an	46 (6)	46 (6)	-	8 (1)	62 (8)	30 (4)	-	8 (1)	85 (11)	-	15 (2)
An-dong	56 (9)	44 (7)	-	-	75 (12)	25 (4)	-	-	81 (13)	6 (1)	13 (2)
Average (Total)	52 (15)	45 (13)	-	3 (1)	69 (20)	28 (8)	-	3 (1)	83 (24)	3 (1)	14 (4)

농가반응

천안시 직산면의 배 재배농가와 안동시 임하면의 사과 재배농가 소유 저온저장고에 본시스템을 설치하여 농민들에게 연시한 후 설문조사를 실시하였다. 연시내용으로는 인터넷 이용 저온저장고 환경감시 시스템의 구조와 작동원리, 원거리 환경감시 및 이상경보 발생체계 등이었다. 설문조사결과 Table 3에서 보는 바와 같이 작업정밀성에 있어서는 52%가

좋고, 45%가 적당하다고 응답하여 작업정밀성이 양호한 것으로 나타났으며, 취급성에 있어서 69%가 좋고, 28%가 적당하다고 응답하여 취급성이 편리한 것으로 나타났으며, 보급여부는 83%가 필요하다고 응답하여 보급필요성이 높은 것으로 나타났다.

요약

농산물의 고품질 유지 저온저장 및 저장물 관리의 편리화를 위해서 원거리에서 저장고 환경을 감시할 수 있는 인터넷을 이용한 저온저장고 환경감시 및 경보 시스템을 개발하였으며, 그 내용을 요약하면 다음과 같다. 실용화를 촉진하기 위하여 환경감시 및 경보 시스템의 저온저장고측 컴퓨터를 산업용 제어반인 PLC(Programmable Logic Controller)로 하여 원거리 환경감시 및 경보시스템을 제작하였다. 농가에서 사용하기 쉽게 원도우용 환경하에서 작동하는 원거리 환경감시 프로그램을 개발하였으며, 전화선을 통해 수시로 저장환경을 감시할 수 있고, 기기 이상시 전화 및 호출기로 경보하게 하였다. 농업기계화연구소 저장유통기계연구실 홈페이지에 저온저장고 실시간 감시 사이트를 시험용으로 제작하여 인터넷이 가능한 컴퓨터에서 어디서나 저장상황을 감시할 수 있게 하였다. 시스템의 성능시험 결과 저장고내의 온도편차는 기존의 $\pm 1\sim 2^\circ\text{C}$ 에 비해 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 로 나타났으며, 습도편차는 $\pm 2\%$ 이내로 나타나 정밀한 결과를 보였다. 본 시스템의 작업정밀성, 취급성, 보급필요성 등에 대한 설문조사 결과, 작업정밀성, 취급성 및 보급필요성에 있어서 긍정적인 반응이 많았으며, 농가에서 실용적으로 사용 가능할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 한국농산물저장유통학회 (1999) 농산물저장유통기술핸드북. p. 318
2. 신재훈 (1999) 농업 정보기술의 이용 연찬회 자료집. 농촌진흥청, p. 43-52
3. 농촌진흥청 농업경영관실, 경기도 농업기술원 (1999) 온실 환경제어관리 네트워크 소프트웨어 개발. 농촌진흥청.
4. 김동익, 조한근 (1998) PLC를 이용한 온실환경제어. 한국농업기계학회 동계학술대회논문집 Vol.3.1, 174-179
5. 경북대학교 농과대학 (1995) 원예작물 현대화시설 환경조절장치 및 제어기술 개발 2차년도 보고서. 농촌진흥청.

(접수 2003년 1월 29일, 채택 2003년 2월 15일)