

CAN을 이용한 자동 버섯재배 시스템

김영수*, 김영동*, 전형석**, 신석두**, 오금곤***

조선대학교 제어계측공학과*

조선이공대학 전기과 **

조선대학교 공과대학 전기과 ***

Automatic mushroom cultivation system using CAN

*Y.S Kim, *Y.D Kim, **H.S Jeon, **S.D Shin, ***G.G Oh

*Dept. of C&I Eng. Chosun Univ.

**Dept. of Electricity Chosun College of Sci.&Tech,

***Dept. of Elec. Eng. Chosun university

ABSTRACT

In this paper, We are inclined to design automated mushroom-cultivation system technology grafting communication technology as CAN(Control Area Network). Mushroom cultivation automated system have a goal to construct stable crop cultivation system ,as we construct embedded-system that can make into one to advance current system. Its sensor part is composed of temperature , humidity and CO2 concentration sensor and of chilling , heating and unit humidity-controlling unit, ventilation fan. In particular, having saved analyzed temperature, humidity, CO2 concentration data in each sensor ,CAN which can control realtime communication is used to analyze the next mushroom-cultivation.

Key word : Can, Mushroom Cultivation, Controller

1. 서 론

현대 사회에서는 인건비의 상승으로 인해 모든 산업에서의 자동화는 필요 불가결한 존재가 되었다. 농업에서도 예외는 아니여서 농촌의 인력 감소와 노령화는 자동화시스템의 개발을 가속화 하고 있다. 따라서 본 연구에서는 노동력 집약적인 버섯재배를 자동화 함으로서 농촌 지역의 소득증대와 생산력 향상을 위한 시스템을 개발하고자 하였다.

버섯 재배 자동화 시스템에서는 온도, 습도, CO2 농도 등은 버섯 생장에 중요한 요소이므로 재배 작물별 최적 온도/습도 데이터에 따른 안정된 제어는

중요한 요소이다. 기존시스템에서는 온실내에 대한 온도 및 습도제어에 입력되어지는 데이터가 많을 경우, 각 센서의 데이터를 구분하기 위한 처리와 전송 에러에 대한 처리를 호스트 시스템에서 수행하게 되어 많은 부하가 걸리게 되었다. 또한 센서의 설치개수가 제한적임으로 온실내의 버섯이 일정하게 자라지 않는 현상이 발생하여 작물의 생육에 막대한 지장을 주고있다. 따라서 이문제를 해결하기 위해 CAN(Control Area Network)라는 통신기술을 접목한 버섯 재배 자동화 시스템을 구축하였다. 버섯 재배 자동화 시스템은 기존 시스템이 485통신을 통한 중앙집중식으로 운영되고, 이로 인해 재배사내의 온도가 균일하지 않아서 버섯의 품질이 고르지 않는 문제점을 안고 있다. 따라서 본 연구에서는 하우스 내를 몇 개의 독립적 공간을 유지하도록 시스템 차원에서 분할하여 운영되고, 호스트의 고장으로 인해 발생하는 손실을 저감 시킬수 있도록 개선된 시스템을 제안한다. 본 시스템은 N:N 통신이 가능한 CAN 통신 기반의 임베디드 시스템을 구축하여 각기 독립적이고 서로 보완할수 있도록 시스템을 설계하여, 상품품이 기존 시스템에 비해 획기적으로 늘어날 수 있는 안정된 작물 재배 시스템을 구축하는데 목적이 있다.

2. CAN(Controller Area Network)

2.1 CAN의 특징

CAN은 Bosch사에 의해서 자동차 산업 (Automotive Industry)분야의 컨트롤러, 에어백, 각종센서, 액츄에이터, ABS, 엔진시스템 등을 연결하기 위해 개발되어진 시리얼 통신 프로토콜이다. 통신

선이 2개인 시리얼 타입으로 기존 485 시스템과 통신선로상의 동일하나 구성이 간단하고, 외부의 전자파나 노이즈에 강인한 특징이 있으며, Multi-Master, Multi-Slave 구성을 할 수 있는 등 여러 가지 장점으로 인해 자동차 분야뿐만 아니라 산업 전 분야에 폭 넓게 적용되고 있다.

임베디드 시스템에서 일반적으로 사용되는 CAN 버스는 마이크로컨트롤러 사이에서 통신만을 형성하며, 2가닥의 꼬임선(Twist Pair Wire)으로 연결되어 반이중 통신(Half Duplex)방식으로 짧은 메시지를 사용하는 고속 응용 시스템에 적합하다. 더불어 외부의 노이즈등에 강인성을 갖 통신 에러율을 최소화 하여 높은 신뢰성을 가지고 있다.

CAN 메시지는 식별자(ID)의 길이에 따라 두가지 모드로 구분되어진다. 11비트 식별자(ID)로 구성된 표준 CAN(버전2.0A)모드와 29비트 식별자(ID)로 구성된 확장 CAN(버전2.0B)모드가 있는데 본 연구에서는 2.0B 버전을 사용하여 설계하였다.

2.2 동작원리

CAN은 다중통신망(Multi Master Network)이며 CSMA.CD+AMP(Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection with Arbitration on Message Priority)방식을 이용한다.

먼저 CAN 노드에 메시지를 보내기 전에 CAN 버스 라인이 사용중인지를 파악하고, 또 메시지간의 충돌 검출을 수행한다. 어떠한 노드로부터 보내어진 데이터 메시지는 송신측이나 수신측의 주소를 포함하지 않고, 대신에 각 노드의 데이터 메시지 항목에 CAN 네트워크상에서 각각의 노드를 식별할수 있도록 각 노드마다 유일한 식별자 ID를 29[bit]를 갖도록 설정하였다. 네트워크에 연결된 모든 노드(CAN Controller 시스템)는 네트워크상에 있는 메시지를 수신한 후 자신에게 필요한 메시지인지를 식별자를 통하여 평가한 후 자신이 필요로 하는 식별자의 메시지인 경우만 취하고, 그렇지 않은 경우의 메시지는 무시한다. 우선순위가 높은 메시지가 CAN 버스의 사용 권한을 우선적으로 보장 받으며 이때 낮은 순위의 메시지는 자동적으로 다음 버스 사이클에 재전송을 수행한다. 더불어 식별자는 메시지의 형태를 식별시켜 주는 역할과 메시지의 우선 순위를 부여하는 역할을 하며, 각 CAN 메시지의 맨 처음 시작부분에 위치한다.

3. 자동버섯재배 시스템의 구성

3.1 버섯의 생육조건

버섯발생은 환경적인 조건 및 배지재료의 구성성분 등에 따라 차이가 있으나 온도, 습도, 환기, 광도

등의 환경요인이 버섯의 수량과 품질에 가장 큰 영향을 미친다.

가) 온도

온도는 각종 버섯의 균사 발육과 버섯 발생에 관하여 중요한 요인이며 일반적인 균사생장 온도 범위는 3.34℃까지이고 최적온도는 22.28℃로 버섯 종류에 따라 조금씩 다르며 현재 재배되고 있는 버섯류의 균사생장 및 자실체 발생 온도는 다음 표 1에 서와 같다.

표 1. 버섯의 생장온도

Table 1. Cultivation temperature for mushroom

구분	팽이	목이	버섯송이	노루공명이	애스타리
균사생장온도범위(℃)	3~34	10~35	10~30	5~35	5~35
균사생장적온(℃)	20~25	25~30	20~25	20~25	25~30
버섯발생온도범위(℃)	3~15	12~30	12~22	15~23	10~20
버섯생장적온(℃)	6~8	23~28	15~18	18~22	15~18

나) 습도 및 수분

온도는 물론 배지의 수분 함량과 실내 습도는 균사생장 및 자실체 형성에 큰 영향을 미치는 요소이다. 균사생장시에는 배양실의 습도를 65~70[%]정도 유지시켜야 하고, 버섯 발아시에는 재배사 실내 습도를 90[%]이상으로 유지함으로서 자실체 발생을 빠르게 시킬 수 있다. 특히 버섯 발생시에 실내 습도가 부족하면 배지가 건조하여 버섯 발생이 균일하지 못하고 품질도 아주 불량하다. 배지의 수분 함량은 62~67[%]정도가 될 때 균사생장이 빠르며 자실체가 정상적으로 발생하여 수량이 높고 품질도 양호하다. 그러나 수분 함량이 필요 이상으로 적거나 많으면 균사생장이 늦어지고 균사가 약하게 자랄 뿐만 아니라 자실체가 발생되어도 영양 공급이 부족한 상태가 되어 정상적으로 생육하지 못한다.

다) 산소(환기)

일반적인 버섯류는 호기성 균이므로 균사생장은 물론 자실체 발생시에도 산소의 공급이 필요하다. 산소의 공급이 부족하게 되면 생장 환경이 불량하게 되어 생육이 지연되거나 기형버섯이 발생되기도 한다. 또한 균사생장과 버섯 형성에 있어서 환기가 불충분 할 때의 생장 저해는 호흡에 필요한 산소 부족에 의한 것 보다는 이산화탄소의 과잉이 그 원인이 되는 예가 많다. 발이시 공기 중의 이산화탄소 농도를 600[ppm]에서 49,000[ppm]까지의 범위로 처

리하면 대나 갖의 생장이 이산화탄소 농도가 높을 수록 저해되고 49,000[ppm]농도에서 성장한 것은 600[ppm]의 약1/4밖에 되지 않으며, 때에 따라서는 대나 갖의 생장이 정지 된다. 그러나 팽이버섯 등 일부 버섯의 원기 형성시에는 일정량의 이산화탄소 농도가 있어야 좋으며 그 농도는 약 0.2%이하의 농도가 적합하다.

3.2 기존 버섯 재배 시스템

기존 버섯 재배 시스템은 재배사에 소형 컨트롤 박스를 설치하여 개별 제어를 하는 수동방식으로 생육단계에 따라 관리사의 경험이나 기록에 의해 제어판넬을 조작하여 관리되어짐으로서 안정적인 버섯생산에 문제가 있었다.

수동방식의 버섯재배 시스템은 천정에 초음파와 습기와 환기팬을 설치하여 습도와 CO2농도를 조절하고, 벽면에 냉·난방기를 설치하여 버섯이 성장하기 좋은 적정환경을 제어하여 연중 버섯재배가 가능하도록 설계되어 있다.

그러나 이 시스템의 단점으로는 생육 단계에 따라 버섯이 자라는 최적의 상태가 다른데, 이를 재배사의 경험에 따라 조작함으로써 다음 버섯재배에 똑같은 상태로 재배가 힘들고, 또한 상단부와 하단의 온도, 습도, CO2의 편차로 인하여 버섯이 성장하기에 최적의 환경제어에 문제가 있어 최상품 버섯의 생산에 문제가 있었다.

3.3 CAN을 이용한 새로운 버섯재배시스템

본 논문에서 제안한 CAN통신을 이용한 새로운 버섯재배 시스템의 구성을 그림 2에 나타내었다. 표 2에는 그림 1에 제시된 용도별도 그 기능을 7가지로 분류한 각 시스템을 나타내었다. 각 시스템의 구동부는 CAN 네트워크에서 원하는 정보를 취득하여 자기가 구동상태를 독립적으로 처리한다. 예를 들어

향온 시스템은 여러 온도 센서로부터 온도 데이터를 계속 모니터링하면서 가장 가까운 온도 센서의 데이터를 토대로 PID 제어방식에 의해 구동속도 및 강도를 스스로 결정하여 구동 한다. 다른 시스템도 마찬가지로 자기가 필요한 데이터를 취득하여 도급적으로 움직인다. 모든 데이터의 설정은 터치패드가 부착된 모니터링 시스템에서 희망온도만 설정하면 현재상태를 실시간으로 제어 및 모니터링이 가능하다.

표 2. 임베디드 시스템의 구성

Table 2. Composition of Imbedded system

구분	기능	변환부	연결부
온도센싱부	입력	XTR105	PT100Ω
습도센싱부	입력	OP Amp	HIH3610
CO2센싱부	입력	OP Amp	CO2
향온시스템	출력	릴레이(1bit)	MC
향습시스템	출력	릴레이(1bit)	MC
CO2시스템	출력	릴레이(1bit)	MC
설정/모니터	입력/출력	디지털(12bit)	Touch Screen

CAN 통신 프로토콜을 사용하기 위해 CAN 컨트롤러가 내장된 ATMEEL사의 AT89C51CC01을 사용하였으며 CAN 드라이버는 PHILIPS사의 A82C250을 사용하였다. AT89C51CC01은 32KBytes의 프로그램용 플래쉬 메모리와 부트로더를 내장하고 있어 시리얼 케이블을 통해 프로그램을 즉시 소거하고 간단하게 기록할수 있다. 프로그램을 계속 수정해야 하는 실험이나 제어에 적합하며 사이즈가 콤팩트하기 때문에 소형으로 제작시 제어용 마이크로프로세서로 사용하기에 적합하다.

AT89C51CC01은 10비트 A/D 컨버터를 내장하고 있어 각종 센서를 처리하기에 우수한 특징을 가지고 있다. 또한, A/D 컨버터는 0~3[V]의 입력 범위에서 아날로그 입력신호를 10비트 디지털 신호로 변환한다. 온도 측정을 위해서 센서는 산업용으로 많이 쓰이는 PT100Ω을 사용하였고, 선형적인 데이터 값을 얻기위해 BURR-BROWN사의 XTR105를 사용하여 선형화 하였다. 습도 측정 시스템은 HIH-3610 센서를 사용하였다. 이 센서의 출력은 0~5[V]의 출력을 가지므로 OP 앰프에서 A/D 입력 레벨로 다운 스케일링하여 처리하였다. CO2 센서도 위와 마찬가지로 처리하였다.

구동부는 제어기에서 릴레이 출력의 구동신호를 받아 신호변환부에서 M/C(전자접촉기)를 스위칭하여 향온시스템을 구동시켜 온도를 유지하게 된다. 구동부를 그림 2에 나타내었다.

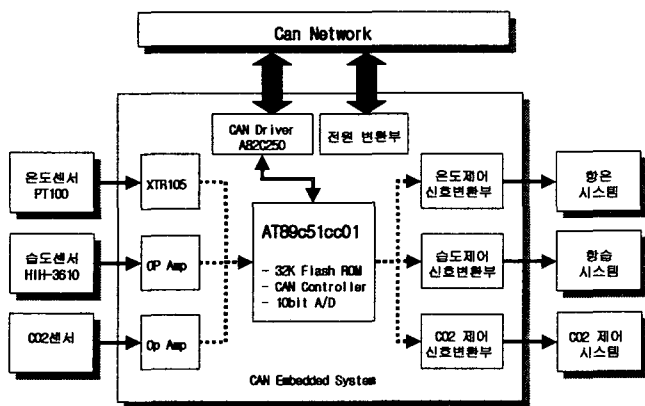


Fig. 1 Block diagram of Imbedded system
그림 1. 임베디드시스템의 블록도

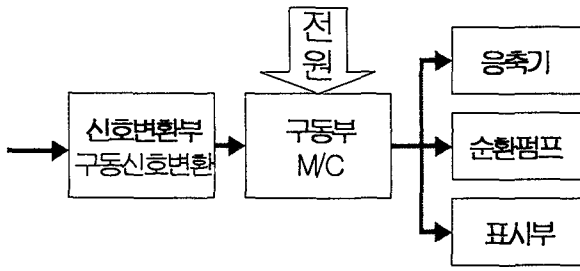


그림 2. 구동부의 블록도
Fig. 2 Block diagram of driving part

그림 3에는 항온 시스템의 구조도로 히팅 코일에 송풍기를 거쳐 가온을하거나, 냉장시스템에서 사용되는 것처럼 응축기와 컴프레샤 제어를 통해 냉방을 한다. 기존 시스템이 중앙집중식인데 반해 본 시스템은 분산식으로 설계하였다.

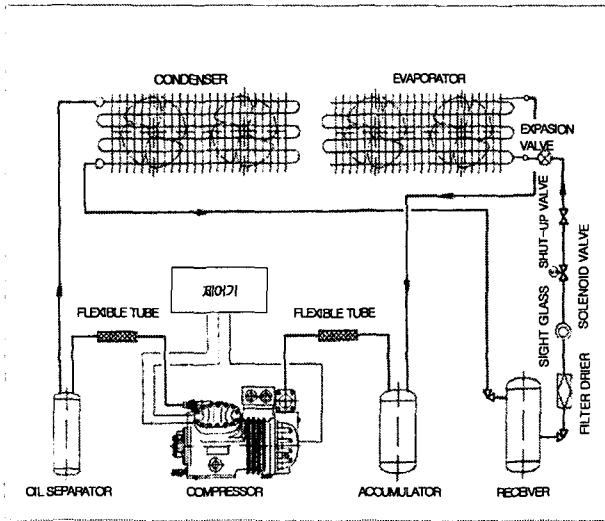


Fig. 3. Constant temperature System
그림 3. 항온시스템

4. 실험 및 고찰

4.1 온도 제어 실험

그림 5에는 온도제어 실험에서는 설정온도를 기준으로 항온시스템에서 가장 가까운곳과 가장 먼곳의 온도차를 그림 5에 나타내었다. 기존 시스템은 난방의 경우 5[°C]의 편차를 보이고 있고, 가장 낮은 경우 2.2[°C]의 편차를 나타내고 있다. 그 이유는 난방기에서 멀리 떨어진 곳은 난방이 잘되지 않기 때문에 버섯이 생육에 지장을 줌을 알수 있다. 제안된 시스템은 난방기가 3개소 설치되어 있으므로 2 [°C] 전후로 유지되고 있음을 알수 있다. 두 시스템을 비교한 결과 기존 시스템은 난방효율은 떨어지

고, 냉방 시스템은 성능이 좋음을 알수 있으나 제안된 시스템은 냉방효율이 다소 비슷한 경향을 보이고 있다.

그렇지만 버섯 생육적정온도를 보았을때 대부분 5[°C]의 편차에 들어오면 적정 온도를 만족하지만 고품질 재배를 위해선 편차를 낮추는게 유리하다.

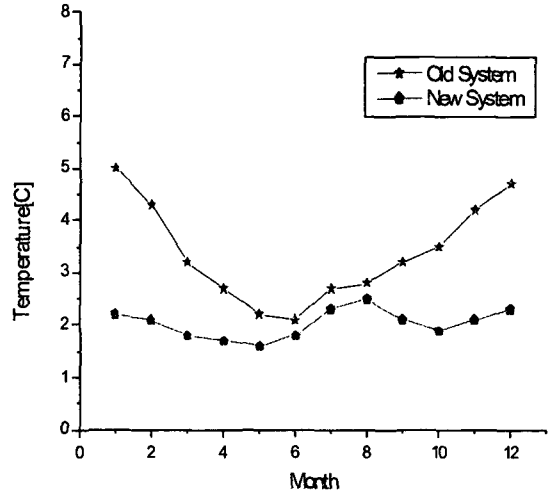


그림 5. 온도 편차
Fig. 5 Temperature variation

4.2 습도 제어 실험

그림 6은 습도 제어 실험을 한 결과이다. 실험에서는 요구습도를 90으로 놓고 실험한 결과이다. 기존 시스템의 경우 연평균 편차는 1.8정도를 나타내고 있으나 여름의 경우는 본래 습도가 많기 때문에 자연적으로 유지되는 기능을 보여주고있다. 반면 분산 시스템을 적용한 경우는 거의 1전후에서 유지됨을 나타내고 있다. 따라서 제안된 시스템처럼 분산 처리하는 경우가 온도나 습도제어에 유리함을 알수 있었다.

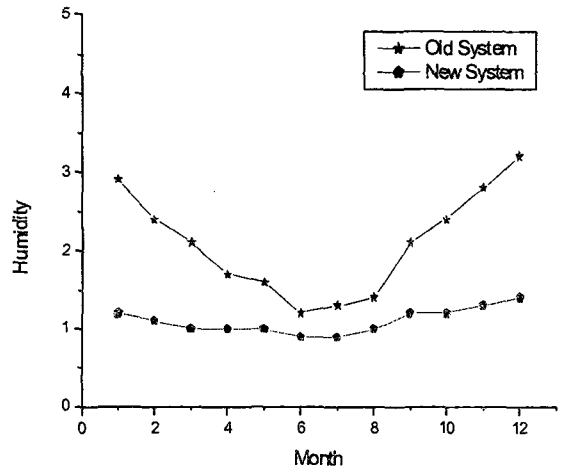


그림 6. 습도편차
Fig. 6 Humidity variation

4.3 버섯별 생육 실험

기존 시스템을 이용해 생산되는 버섯의 상등품 생산율과 비교해 볼때 본 연구에서 제안된 시스템의 경우 기존 시스템보다 상등품 생산 비율이 8[%] 정도 향상되고 있음을 알수 있다. 특히 주목만할만한 결과는 새송이의 경우 자동화된 시스템의 경우도 50[%]대에 머물고 있지만 제안된 시스템의 경우는 15[%]정도 개선된 것을 알수 있다. 따라서 농민들이 재배가 어려워 실패가 많은 작목에 대해서 우수한 특성을 나타내고 있으므로 기존 시스템을 대체할 경우 제안된 시스템이 훨씬 경쟁력이 있음을 확인하였다.

Table. 3. Production ratio of high quality mushroom
표 3. 고품질 버섯의 생산비율

구분	팽이	표고	새송이	느타리	노루궁뎅이
기존 시스템	75	70	50	80	85
제안된 시스템	81	77	65	85	93

5. 결 론

버섯 재배 자동화 시스템에서는 온도, 습도, CO2 농도 등은 버섯 생장에 중요한 요소이므로 재배 작물별 최적 온도/습도 데이터에 따른 안정된 제어는 중요한 요소이다. 기존시스템에서는 전온실에 대한 온도 및 습도제어를 단일 호스트 시스템에서 처리하고 대용량 항온/항습장치를 사용하여왔다. 따라서 장치에서 먼곳은 그만큼 온/습도 편차에따라 버섯의 생육에 지장을 주어 상등품 버섯의 재배에 어려움이 있다. 또한 월별로 사용자의 경험에따른 장비의 조작으로 동일한 품질의 버섯 생산에는 효율적이지 못했다.

본 연구에서 제안된 CAN 기능을 이용한 임베디드 시스템은 분산처리가 가능하고, 호스트 고장으로 인한 품질저하를 예방하고, 독립되고 안정된 온/습도 제어를 통해 고품질 버섯을 재배하는 것이 가능하였다.

다음 연구에서는 몇가지 버섯에만 국한된 제어 파라미터를 다양한 버섯재배에 활용할수 있도록 개선하고, GUI 인터페이스를 추가하여 사용자가 편리하게 시스템을 제어하도록 개선이 이루어져야 한다.

참 고 문 헌

- [1] Martin Gergeleit, Hermann Streich, "Implementing a Distributed high-Resolution Real-Time Clock using the CAN-bus," Proceeding of 1st international CAN Conference, 1994
- [2] 이현석, 임재남, 고재평, 박진우, 이장명, "인터넷과 CAN을 이용한 원격 분산 Embedded system 설계" Proceedings of the ICCAS2001, pp. 1747-1751, October 2001
- [3] M. Dani Baba and E.t. Power, "Scheduling Performance in Distributed Real-Time Control System," Preceedings of 2nd international CAN Conference, pp.7/2-7/11, 1995
- [4] Robert Bosch GmbH, CAN Specification 2.0 Part A&B, Stuttgart, 1991
- [5] CAN-the technical introduction, CAN in Automation, <http://www.can-cia.de/ican.htm>
- [6] 김광국, "버섯재배사 공기순환식 열교환 환풍기 제작이용 기술개발" 농업진흥청, 2002
- [7] 이은관 "사진으로 보는 버섯 기르기" 오성출판사, 2002