

다동온실의 복합환경 제어를 위한 하드웨어 시스템 개발⁺

Development of a Hardware System for Hybrid Environmental Control in the Multi-Greenhouses

| | | | | |
|----------|------------|-----------|-----------|-----------|
| 고학균* | 최창현** | 이대원** | 김재민** | 김채웅** |
| 정회원 | 정회원 | 정회원 | 정회원 | |
| H. K. Ko | C. H. Choi | D. W. Lee | J. M. Kim | C. W. Kim |

1. 서론

지금까지 개발되어온 온실제어용 하드웨어는 각 단자들이 일정한 곳에 고정되므로써, 각 극소부분의 고장시에 교환과 수리가 어려운 실정이다. 또한 같은 시스템으로 다른 온실에 적용시킬 때 시스템 전반에 걸친 수정이 불가피하다. 소프트웨어도 기존 시스템의 작은 변화가 생길 경우에 상당부분의 수정이 필요하며, 일반 사용자가 직접 변경시켜주는 것은 거의 불가능하다. 이런 단점을 보완하기 위해 하드웨어는 각 부분을 탈부착과 교체 및 수리가 용이하도록 모듈화시키고, 각 모듈에 독립된 CPU를 부착시켜 다른 모듈들과의 영향을 최소화 하는 독립구조로 설계하는 것이 필요하다. 소프트웨어는 시스템의 수정이 필요한 경우 사용자가 PC를 이용하여 변경할 수 있게 해 주는 것이 필요하다.

본 연구에서 개발된 하드웨어는 각 모듈이 고유주소만을 가지고 있고, 소프트웨어는 각 주소에 해당하는 모듈의 특성을 지정하여 사용함으로써 온실의 작동환경이 변하거나 조건이 다른 온실에 응용할 수 있도록 하였다. 각 Controller는 여러 개의 연결포트를 가지고 있어서 PC와 입출력 블록에 연결되는 포트, 그리고 확장이 필요할 때 다른 Controller와 연결되는 포트를 가지도록 설계제작하였다. 특히 다동온실을 제어할 때에는 다른 Controller와 연결할 수 있는 포트들을 연결시켜서 각 Controller의 고유번호만 지정하면 되도록 하였다.

2. 하드웨어

본 연구에서 제작된 하드웨어의 특징은 크기가 작고 경량이기 때문에 설치 및 이동시에 편리하고 무정전 전원장치(UPS) 기능을 이용하여서 갑작스러운 정전시에 작물의 피해를 최소화시킬 수 있는 것이다. 또한 하드웨어의 각 부분을 모듈로 설계함으로써 제작, 수리 및 확장이 용이하다. 본 시스템의 기본구조는 그림 1처럼 각각의 독립적인 모듈구조로 구성 되어있다. 하나의 메인모듈에 여러 개의 서브모듈을 연결할 수 있으며, 용도에는 상관없이 슬롯형태로 제작하여 확장 및 탈부착이 용이하도록 하였다.

각 모듈에는 독립된 CPU를 장착하여 별도로 운용이 되며 각 모듈사이에서는 통신프로그램

+ 이 논문은 1995년도 농림부에서 시행한 농림수산특정연구사업의 연구비에 의하여 연구되었음.

* 서울대학교 농공학과

** 성균관대학교 생물기전공학과

램을 이용하여 정보들을 입출력시키도록 하였다. 시설의 크기나 규모, 용도에 따라서 하드웨어의 크기와 용량이 정해지므로 호환성이 뛰어나는 뿐 아니라 가격면에서도 경제적이라 할 수 있다. 각 모듈에 있는 원칩은 완전 독립적으로 구성하여 다른 모듈과의 간섭을 줄이도록 하였다. 각 모듈의 위치와 순서에는 상관이 없이 제작이 되었으며 향후에 하드웨어용 프로그램의 수정 및 추가사항이 있을 때 쉽게 만들어서 원거리로 보낼 수가 있다. 각 메인 모듈에는 입력모듈, 출력모듈, 센서모듈, 디스플레이모듈이 연결되어 있다. 각 입출력 단자들은 그들을 포함하는 하나의 그룹단위로 구성되며 각자의 고유번지를 가지고 구동 소프트웨어에서 지정해주는 데로 입출력을 담당한다. 소프트웨어 상에서 사용할 단자의 개수를 지정해 줄 수 있으므로 현재 사용하지 않는 단자에 메모리를 할당하지 않아도 된다. 따라서 기존의 시스템보다 더 많은 자료를 한번에 저장할 수가 있다.

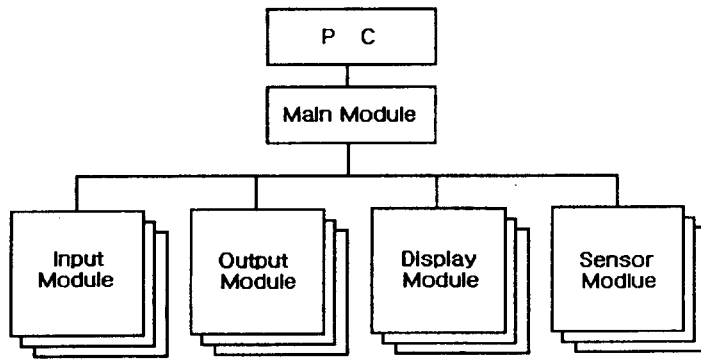


Fig. 1. Basic constructure of system

정전시에는 Power Down을 감지하여 전원이 갑작스럽게 끊겼을 경우에 별도로 제작되는 특정제어모드로 전환이 되어서 반드시 필요한 작동기만을 제한하여 동작을 시킨다. 온도에 민감한 작품의 생장에 있어서 이러한 정전등의 비상시에 구동되는 시스템과 특정제어모드는 반드시 필요하며, 특정제어모드로 전력소모를 최소화시킬 수 있다.

메인모듈의 CPU는 80c196, 서브모듈의 CPU는 87c51을 사용하였으며, 언어는 C와 Assembler를 사용하였다. 각 메인모듈과 그에 연결되는 서브모듈들은 하나의 Control 블록으로 분리시킬 수 있도록 하였으며, 확장이 필요한 경우에는 개수에 큰 제한을 받지 않고 쉽게 확장시킬 수 있도록 하였다. 각 메인모듈에는 SIO 통신칩을 부착하여 원활한 통신이 이루어 질 수 있도록 하였다. 각 메인모듈의 연결순서에는 상관이 없으며, 각각을 직렬로 연결시키고 각 모듈의 고유번호를 지정해 주면 PC와 연결되어 있는 메인모듈을 통해서 각 모듈의 자료를 받아볼 수 있도록 하였다.

3. 소프트웨어

3.1 PC용 소프트웨어

PC용 소프트웨어는 Windows용 프로그램인 Visual Basic을 사용하였다. Windows용 프

로그랩은 시각적 효과가 뛰어나며, 제작시에 설계, 작성 및 수정이 용이하여 사용자가 보다 편리하게 사용할 수 있기 때문에 사용빈도가 점점 높아지고 있는 실정이다. 또한 멀티태스킹이 가능하여 동시에 여러 작업을 수행 할 수가 있도록 하였다. PC용 소프트웨어는 실시간 현재상황모드, 환경예약모드, 자료보기모드, 수동모드, 하드웨어 설정모드로 구성되었다.

실시간 현재상황모드에서는 현재 온실의 센서값과 작동기기들의 동작상태들을 한 화면에서 모두 볼 수 있다. 작동기기의 상태를 나타내주는 표시란은 색을 두가지로 분류하여 그 작동기기가 수동모드인지, 자동모드인지를 쉽게 알 수 있도록 하였다. 또한 작동기기들의 동작상황을 글자로만 표시해 주는 것이 아니라, 그림으로 단순화하여 표시해 줌으로써 한눈에 현재 상황을 쉽게 알아 볼 수 있도록 하였다.

환경예약모드에서는 순수 온실내의 온습도를 기준으로 제어하도록 구성하였으며, 제어인자로서는 실내 최고온도와 최저온도, 실내 최고습도와 최저습도가 있다. 최대허용풍속과 측창개폐허용풍속, 강우시 허용풍속을 설정하여서 각 상황에서 바람의 세기를 분석하여 창개폐여부를 결정하도록 하였다. 또한 식물 뿌리부분의 적절한 온도 유지를 위하여 적정 지중 온도를 설정해 줄 수 있도록 하였다.

자료보기모드에서는 시스템에 사용되고 있는 모든 센서값들을 하드웨어 설정에서 설정해 주는 시간 간격으로 표시하도록 하였다. 한 화면에 표시되지 않은 부분들은 수직 스크롤바와 수평 스크롤바를 이용하여 원하는 위치에 있는 자료를 빠르게 탐색하여 열람할 수가 있도록 하였다. 또한 경보의 유무를 저장하였다가 각 시간대별로의 온실 상황을 표시해 주도록 하였다. 자료보기 모드에는 현재 축적되어 있는 상황의 열람이외의 기능들을 수행할 수 있는 서브모드들을 포함하고 있으며, 그 종류로는 구간보기 모드, 동작상황 모드, 자료저장 모드 및 파일보기 모드가 있다.

하드웨어설정모드에서는 각 고유번지만을 가지고 있는 각종 모듈의 종류와 사용범위 및 방법 등을 설정해 줄 수 있으며, 모듈의 용도변경시에는 이 모드에서 변경이 요구되는 모듈의 번지만을 지정하여 변경을 해주면 되도록 하였다. 또한 정전시 온실내의 최고온도와 최저온도를 설정하여 비상동력을 이용하여 온실을 제어할 수 있게 하였으며, 창의 1회 작동사건, 작동 간격, 자료수집 주기등의 하드웨어 제어의 전반적인 사항들을 설정하게 하였다. 작물의 광합성은 빛의 영향이 가장 크다. 따라서, 본 연구에서는 일출시간과 일몰시간을 보름 간격으로 입력을 시켜서 커튼의 작동을 유도할 수 있게 하여 식물의 광합성을 최대화 할 수 있게 하였다.

3.2 환경제어 Logic의 구성

환경제어 프로그램은 PC로 프로그램하여 하드웨어의 RAM에 저장시켜서 작동을 시킨다. 하드웨어 설정모드에서 설정해주는 제어주기에 맞추어서 한 번씩 제어 Logic loop를 수행한다. 본 연구에서 사용되는 제어방식은 온실내의 순수 온도와 습도를 조절해 주는 시퀀스 제어 방식이다. 환경설정 모드에서 설정해 주는 최고온도, 최저온도, 최고습도, 최저습도를 이용하여 적정 온습도가 유지될 수 있도록 구성하였다.

센서로부터 입력받은 실제값들을 설정치들과 비교를 해주어서 온도와 습도 모두가 적정치에 있으면 그대로 제어 Logic을 빠져나가도록 하였다. 제어의 기본 개념은 크게 고온고습, 저온, 적은저습, 적온고습일때로 구분하였다. 제어 Logic을 다 수행한 후에도 온실상태가

원하는 적정상태가 이루어지지 않았을 때에는 경보를 발생시키며, 이를 사용자가 알 수 있게 하여 필요한 조치를 취할 수 있도록 하였다. 또한 지중온도 검사에 의한 지중온도의 가온과 일출 및 일몰시간에 따른 커튼의 개폐에 관한 Logic을 실내의 온습도 제어 Logic과 별도로 하였다.

그림 2에서 그림 5까지는 주요 부분의 제어 Logic 흐름도이다.

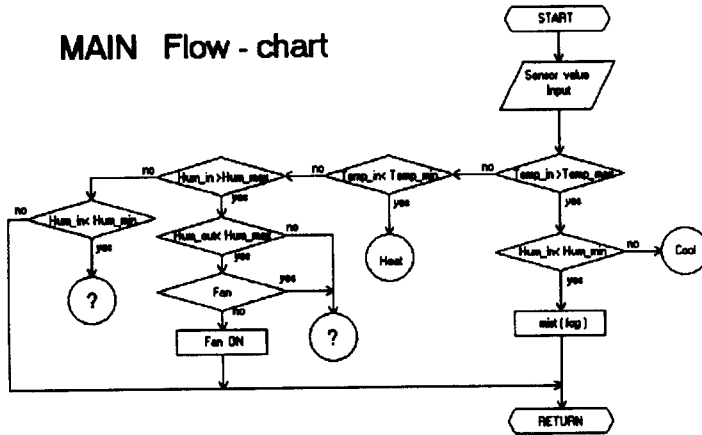


Fig. 2. Main flow-chart of environmental control

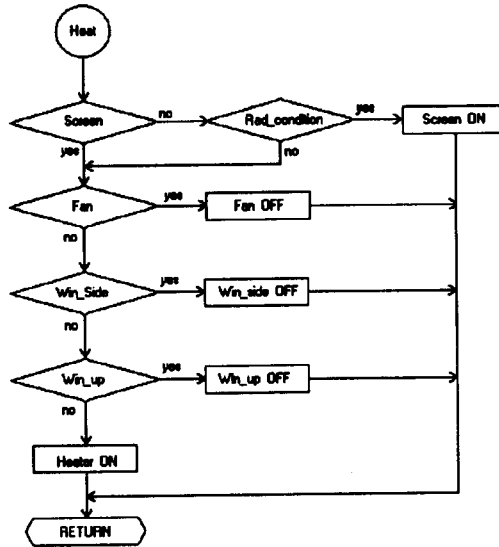


Fig. 3. Temperature control(low-temp.)

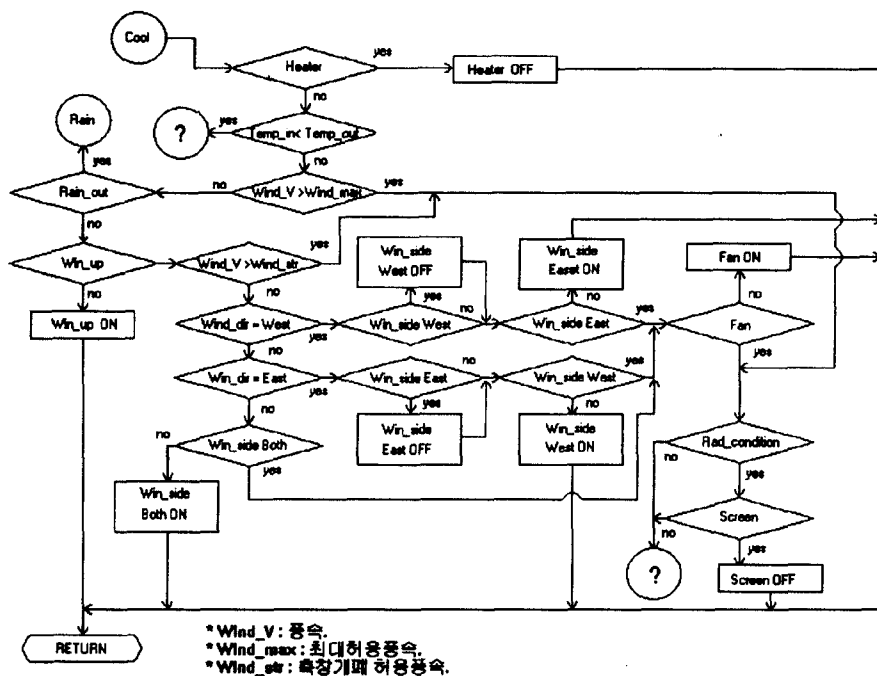


Fig. 4. Temperature control(high temperature)

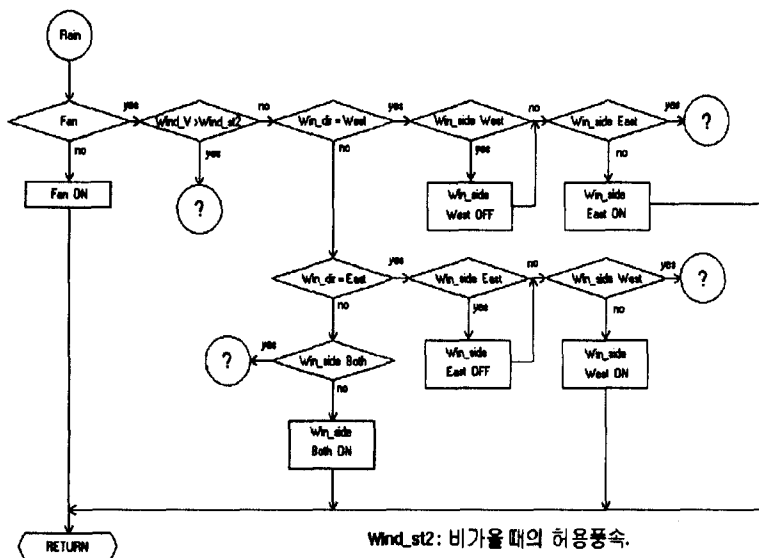


Fig. 5. Temperature control(rain)

3.3 통신프로그램

통신프로그램은 센서값들과 작동기기 동작신호를 하드웨어상에서 주고받을 수 있고, 사용자가 PC에서 하드웨어와 각 온실들의 상황을 점검하고 수집된 자료의 열람 및 편집을 위해서는 반드시 필요하다. 본 연구에서는 통신을 행함에 있어서 비교적 빠른 속도를 요구하지

않기 때문에 비동기 시리얼 통신을 사용하였다. 통신의 기본사항을 표 1에 나타내었다.

Table 1. Basic contents of a communication

| contents | description |
|-----------------|------------------|
| Baud Rate | 9600 BPS |
| Parity Bit | None |
| Data Length | 8 Bit |
| In Buffer Size | 500 Byte |
| Out Buffer Size | 500 Byte |
| RThreshold | 1 |
| Stop Bit | 1 Stop Bit |
| Protocol | Z-Modem Protocol |
| Error Check | CRC or BCC etc. |

1회 전송에 Header를 포함하여서 500 BYTE가 넘지 않도록 하여서 전송도중에 발생하는 자료의 손실을 최소화시키고, 에러체크를 정확하고 빠르게 할 수 있도록 하였다. 에러체크는 PC와 하드웨어 사이에는 작성이 쉽고 짧은 거리 통신에 유리한 CRC 에러체크를 사용하였고, 하드웨어와 하드웨어 사이에는 장거리 통신에 유리한 BCC 에러체크를 사용하였다.

통신중에 Header의 시작을 알리거나 데이터 전송의 끝을 알리는 등의 특수문자의 전송과 순수 데이터 사이에 혼돈을 막아주기 위하여서 데이터 전송시에 특수문자 체크를 해 주어서 다른 문자로 바꾸어서 전송을 해주고 바뀐 문자 앞에는 특수문자라는 신호를 해 주는 또하나의 특수문자를 추가해 주어서 원래의 데이터가 특수문자와의 혼돈을 피하기 위해 바뀌어진 데이터라는 것을 알린다. 수신측에서는 이러한 신호를 받았을 때에는 바뀐 데이터를 원래의 값으로 복원하여서 사용하게 된다.

Header에는 자료의 종류와 위치를 알리기 위하여서 Main Controller의 번호와 모듈번호, 모듈내의 단자 번호를 지정해 줄 수 있도록 하였다.

4. 결론

본 시스템은 크기가 작고 개수, 사용범위, 용도 등이 가변적이고 유동적이어서 제어할 온실의 크기와 특징에 따라서 쉽게 적용하여 사용될 수 있으며 가격면에서도 합리적일 것으로 사료된다. 본 시스템을 이용한 환경제어시에 상당한 확장성과 유동성을 가지고 있기 때문에 정밀한 구동 소프트웨어가 한 번 작성이 되면 시스템의 개수와 용도에 큰 제약을 받지 않고 운용시킬 수가 있다.

하드웨어는 각 기능별로 완전한 독립구조의 모듈형태로 제작이 되었기 때문에 어느 제한된 부분의 수리나 추가되는 정보를 입력시킬 필요가 있을 때에는 비교적 간단하게 작업을 수행할 수가 있다. 물리적인 측면에서 각 모듈이 슬롯형태로 제작되었기 때문에 수리 및 수정과정에서 시간적으로 큰 이득이 되며 이동성에 있어서도 큰 장점이 있을 것으로 사료된다.

입출력단자의 제어측면에서는 각 단자들의 개수 및 특징을 PC에서 설정해 줄 수 있기 때문에 상황에 따른 기능의 변동 및 추가가 상당히 용이하다. 하드웨어는 각 온실별 또는 하

나의 제어단위별로 작은 제어박스로 구성이 되어있고 각각의 제어박스에는 통신포트가 부착되어 있어서 하드웨어의 추가가 필요한 경우에는 통신포트와 연결선로를 이용하여 쉽게 확장시킬 수가 있다.

본 시스템에 사용된 환경제어 Logic은 기존의 시스템에서 사용되었던 것과 같이 타이머를 이용한 작동기기별로의 제어가 아닌 온실전체의 온도와 습도를 위주로 하여 시퀀스 제어방식으로 구성하였다. 이때에 한 번에 하나의 작동기기 제어로는 그 상황에서 원하는 만큼의 제어가 이루어지지 않을 경우가 있기 때문에 경우에 따라서는 2개 또는 그 이상의 작동기기가 동시에 제어될 수 있는 제어 Logic이 필요할 것으로 사료된다.

5. 참고문헌

1. 권영삼. 1995. 국내 원예시설의 유형별 특성 및 발전방향. 한국시설원예연구회 국내의 원예시설의 특성과 시스템에 관한 심포지엄. pp. 109 - 125.
2. 권영삼. 1996. 온실환경조절의 현황과 전망. 영남대 농업기계화 학술 세미나.
3. 서원명, 민영봉. 1990. Microcomputer를 이용한 Greenhouse의 온도제어 System개발에 관한 연구. 한국농업기계학회지 12 : 16-27.
4. 송현갑, 금동혁, 류관희, 이기명, 이종호, 정두호. 1993. 시설원예자동화. 문운당.
5. 한국원예시설연구회. 1995. 『국내의 원예시설의 특성과 시스템에 관한 심포지움』 발표문.
6. 홍순호. 1990. 작물 생산 자동화를 위한 복합환경제측 시스템 개발. 서울대학교 석사 학위논문.
7. 경북대학교 농과대학. 1995. 원예작물 현대화시설 환경조절장치 및 제어기술 개발. 농촌진흥청 과제 2차년도 계속 보고서.
8. 나중래, 문세홍, 유영재. 1991. 인텔 8096 구조와 설계. Ohm사.
9. 안정거. 1991. 데이터 통신 개념. 정의사.
10. Timothy S. Monk. 김중환 역. 1995. 윈도우즈 시리얼 커뮤니케이션. 인포북.
11. Perter Norton. 1995. Peter Norton's Visual Basic for Windows. 영진출판사.
12. Jacobson, B.K., J.W. Jones and P.H. Jones. 1987. Tomato greenhouse environment controller : Real-time expert systems supervisor. ASAE. paper No. 87-5022.
13. Parsons. J.E., J.L. Dunlap. J.M. Mckinion, C.J. Phence and D.N. Baker. 1980. Microcomputer-Based Data Acquisition and Control Software for Plant Growth Chamber(SPAR System). Transactions of the ASAE. 23(3) : 589-595.