

온실 생육환경 · 제어정보 수집 및 데이터베이스 개발

Development of Database for Environment Monitoring and Control Information in Greenhouse

공대광* 류관희* 진제용* 유윤관* 임정호*
정회원
Kong, D.G. Ryu, K.H. Jin, J.Y. You, Y.G. Lim, J.H.

1. 서론

식물공장(Plant Factory)은 농업생산시스템의 상징적인 존재로, 생물공학분야에서 해명되는 생물학적 지식을 응용한 식물의 대량생산시스템 등을 전개하는 차세대 농업생산시스템으로써 미래사회에 큰 기대가 따르고 있다. 첨단온실환경의 최적 조건을 조성하고, 자동화, 로봇화, 정보화를 도입하는 이른바 인공지능형 식물공장에서 이루어진 생산기술이야말로 다가올 미래에 새로운 농업생산을 위한 매우 중요한 요건이라 할 수 있다.

자동화, 로봇화는 지금까지 연구가 활발히 진행되어 왔고 정보화에 있어서 최근 다른 산업분야에서는 정보통신 기술을 발달과 발맞춰 연구와 개발이 활발히 이루어지고 있다. 그중에서도 CALS(Commerce at light speed, 광속의 상업거래)는 현재 산업계에서 큰 화제가 되고 있다. 식물공장은 관련된 컴퓨터의 LAN은 당연하고, CALS에 구축된 재배의 사례데이터베이스에 기반을 둔 합리적·경제적·효과적인 생산시스템을 실현시키는 일이 요구되고 있다. 식물공장에 있어서도 지능화 식물공장을 목표로 하여야 할 것이다. 그러기 위해서는 온실의 생육환경, 제어정보 및 관리정보등의 데이터베이스화를 통해 정보화가 되어야 한다.

그러므로 본 연구에서는 모듈화된 계측 시스템을 개발하고 이를 이용하여 식물공장의 합리적·경제적·효율적 이용이 가능한 지능화된 식물생산시스템을 위해 일사량, 온도, 습도, 난방기의 운전시간, 탄산가스 발생기의 운전시간 등과 같은 작물의 생육환경정보 및 제어정보, 관리정보 등을 모두 기록하고 분석할 수 있도록 데이터베이스화하고 이를 감시 시스템에 이용하는 것을 목표로 하였다.

본 연구를 통하여 얻은 결과는 다음과 같다.

1. 온실의 내부 작물 생육 환경 및 제어 상태의 계측을 통합적으로 관리하고, 원격감시를 위한 틀을 제공하기 위하여 개발된 계측 모듈인 하우스 모니터(House Monitor)를 RS-485 통신을 이용하여 그룹모니터(Group Monitor)와 통신할수 있도록 시스템을 하였다.
2. 하우스 모니터를 통해 계측된 데이터는 인터넷 TCP/IP통신을 통해 서버 모니터(Server Monitor)에 전송되어 데이터 베이스 서버에 저장되게 하였다.
3. MS SQL SERVER를 이용하여 온실의 내부 환경 및 제어 정보를 저장할 수 있는

* 서울대학교 농업생명과학대학 농공학과 농업기계전공

데이터베이스를 설계 및 개발하였다.

4. 인터넷 및 통해 서버에 접속하여 분산처리 기술을 이용하여 온실 생육환경 및 제어정보를 이용할 수 있는 클라이언트/서버 형태의 시스템을 구축하였다.

2. 재료 및 방법

온실의 감시 대상은 개별온실의 내부 생육환경, 제어장치 상태, 온실 내부영상, 외부환경으로 분류하였다.

개별 온실의 내부 생육환경과 제어장치 상태는 단일 칩 마이크로프로세서를 이용한 계측모듈을 제작하여 감시하도록 하였다. 계측모듈은 하우스 모니터(House Monitor)라고 이름지었으며, 다수의 온실을 감시하기 위하여 개별 온실마다 하우스 모니터를 설치하여 내부 생육환경을 계측하여 전체 온실 시스템을 관리하는 PC에 관측한 데이터를 전송하도록 구성하였다.

다수의 하우스 모니터로부터 데이터를 수집하는 PC는 그룹 모니터라 이름지었다. 외부기상환경은 개별 온실마다 측정할 필요가 없기 때문에 그룹 모니터에서 관측하도록 하였으며, 개별 온실의 내부 영상을 획득하도록 구성하였다.

전체 시스템은 여러개의 하우스 모니터로부터 계측된 신호는 RS-485 통신을 통해 그룹모니터에 전송되고 이는 다시 인터넷 TCP/IP통신을 통해 서버 모니터(Server Monitor)에 전송되어 데이터베이스 서버에 저장되도록 하였다. 클라이언트 모니터에서 요청이 들어오면 서버 모니터를 데이터베이스 서버에서 트랜잭션 과정을 거친 후 서버모니터에 결과셋을 보내고 서버모니터는 다시 클라이언트에 결과셋을 전송하도록 구성하였다. Fig. 1은 전체 시스템을 나타내고 있다.

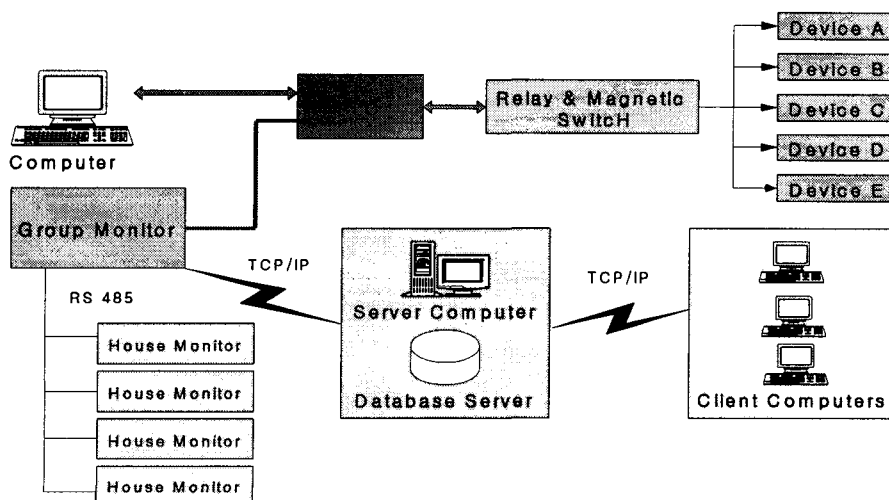


Fig. 1 Layout of System

개발환경으로는 운영체제는 윈도우2000 서버, DBMS는 윈도우 환경 DBMS로서 윈도우 환경 사용자 인터페이스가 뛰어나고 관리가 비교적 쉬우며 XML 서비스까지 지원하는 MS-SQL SERVER 2000을 선택하였다. 개발 툴은 컴포넌트 기반 RAD 데이터베이스 개발 툴인 Delphi 5.0을 사용하였다.

통신은 그룹모니터와 하우스 모니터의 거리는 최대 수 십 미터까지 가능하기 때문에 일대다(최대32) 통신이 가능하고, 10Mbps로 최대 1200m까지 신호를 전송할 수 있는 RS-485통신을 채택하였다. 그룹모니터와 서버 모니터와의 통신은 초고속 인터넷 전용선 환경의 TCP/IP통신에 기반한 클라이언트/서버 시스템을 구성하였다. 또한 멀티-티어 분산 컴퓨팅을 가능하게 해주는 인프라이즈 기술인 마이다스(Midas, Multi-tier Distributed Application Service)를 이용하였다.

마이다스 기술의 장점으로서는 서버에서 데이터를 다운로드 받은 후 클라이언트에서 그 데이터를 다룸으로써 네트워크의 짐중을 줄일 수 있다. 더구나 브리프케이스 모델(Briefcase Model)을 사용하면 클라이언트의 네트워크 연결을 해제하고도 데이터에 계속 접근할 수 있다. 즉 사용자는 원격 데이터셋을 디스크에 저장해서 시스템을 종료하고 다시 부팅한 후에도 네트워크에 연결하지 않아도 데이터를 편집할 수 있다. 또한 연결 풀링 기능을 이용할 수 있다. 여기서 '연결 풀링'이란 애플리케이션 서버가 데이터베이스 연결들이 저장될 풀(Pool)을 만들고 관리하는 것을 말한다. 즉 서버는 상태 없는 클라이언트에 대해 연결 풀링을 통해 다른 클라이언트에게 데이터베이스 연결을 넘겨줌으로써 자원을 효율적으로 이용하는 것이다. 통신 흐름도는 Fig. 2와 같다.

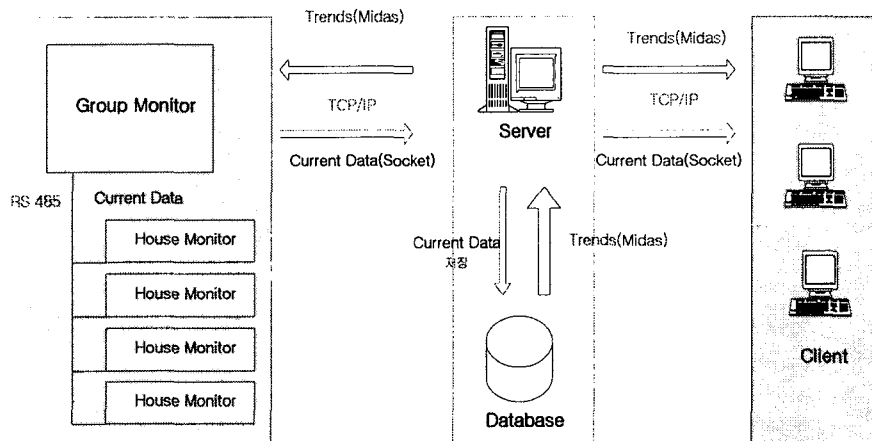


Fig. 2 Flow of Data Communication

모듈화된 정보 시스템을 개발하기 위하여 인터넷 TCP/IP SOCKET 통신을 통해 원격지에서 현재 및 과거 온실 환경 및 제어 정보를 공유할 수 있는 클라이언트/서버 모델을 개발하였다. 클라이언트 모니터는 서버 모니터에 정보를 요청하여 관리대상 온실을 정해진 시간간격으로 모니터링 할 수 있는 모니터링 모듈, 과거 재배사례를 서버모니터에 요청하여

Midas 기술을 통해 조회 및 분석할 수 있는 과거 재배사례 모듈, 온실 재배계획 및 재배일지를 입력 및 편집할 수 있는 재배계획 및 일지 모듈, 온실 및 작물 정보를 조회할 수 있는 작물 정보 모듈로 구성하였다.

3. 결과 및 고찰

그룹모니터는 다수의 하우스 모니터로부터 받은 계측 데이터와 영상을 각 온실의 모니터링 뷰에 표시하고 서버에 데이터를 전송하였다. 클라이언트 모니터는 서버에의 접속을 통해서 사용자 로그인 과정을 거쳐 Midas 기술을 통해 DBMS와 연결이 성립되고 데이터셋을 가져와서 이용한다. 이들은 실시간 모니터링, 과거 재배사례, 재배일지, 온실, 및 작물정보를 조회할 수 있다.

서버 모니터(ServerMonitor)는 원격 데이터 모듈을 통해 DBMS와 연결, 클라이언트 모니터 및 그룹모니터와의 연결을 관리한다. 원격 데이터 모듈은 ODBC를 통해 DBMS와 연결하고 SQL Query나 MS-SQL Server에 이미 정의된 저장프로시저(Stored Procedure)를 통해 데이터를 처리한다.

저장프로시저란, 클라이언트가 호출하고 서버에서 실행되는 독립적인 데이터베이스 조각이다. SQL Server에 비즈니스 로직을 계획화된 저장프로시저로 설계하면 트랜잭션 속도 측면에서 이점이 있으며 데이터 접근의 권한, 데이터의 무결성 보장에 유리하다. 다음 그림은 구축한 서버 모니터의 화면과 실시간 모니터링 모듈을 나타내고 있다.

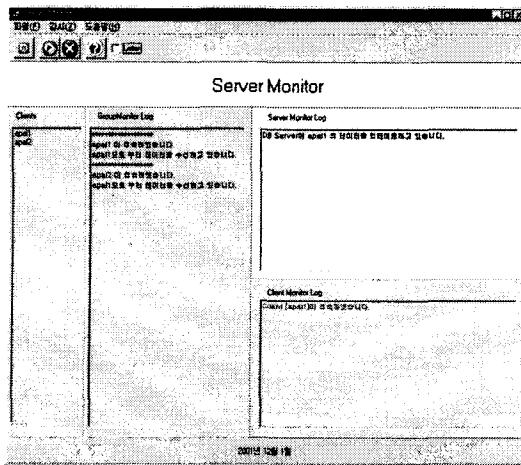


Fig. 3 Screen of the Server Monitor

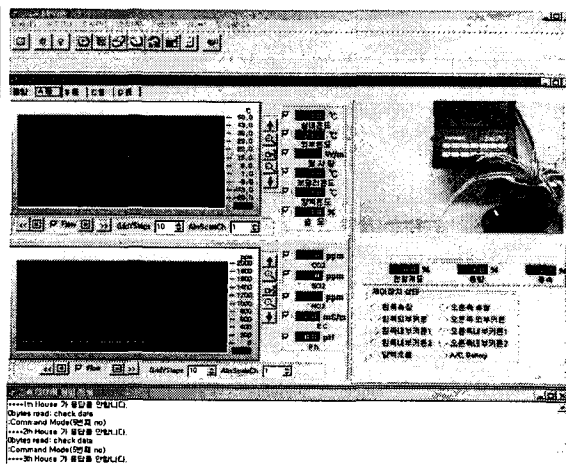


Fig. 4 Module of real time monitoring

설계된 데이터베이스 스키마를 바탕으로 구성한 데이터베이스 다이어그램은 Fig.5와 같다. 사용자(USER)는 그린하우스를 선택하여 해당 온실의 각 항목에 연결된다. 또한 개체관계 다이어그램(ER 다이어그램)은 Fig. 6과 같다. USER와 CROP은 GREENHOUSE와의 관계는 1:N관계이고 나머지 릴레이션은 N:1관계이다.

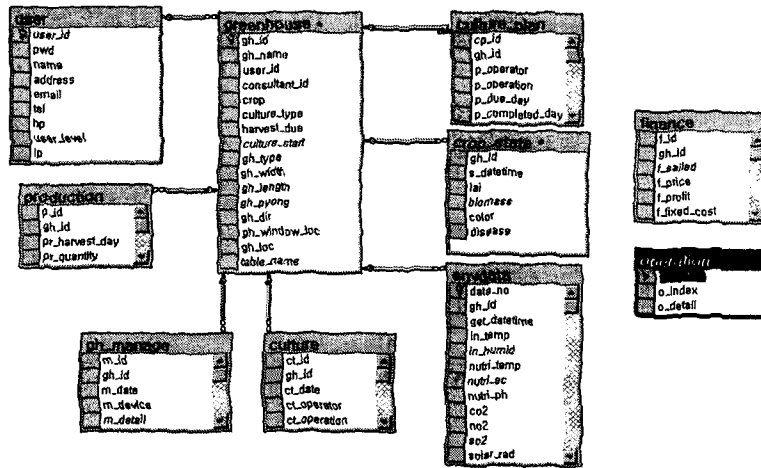


Fig. 5 Database Diagram

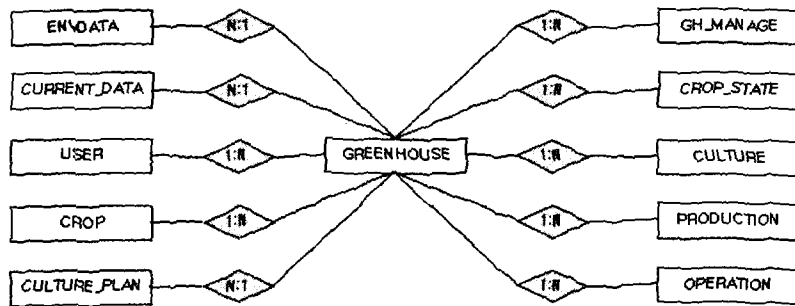


Fig. 6 E-R Diagram

4. 요약 및 결론

1. 실시간 모니터링

온실 내부환경의 계측장치로 모듈화된 단일 칩 마이크로프로세서를 이용한 하우스 모니터를 개발하였다. 개발된 다수의 하우스 모니터는 RS-485통신을 이용하여 개발된 프로토콜을 통하여 그룹 모니터와 통신하면서 계측 데이터를 전송하였고 안정된 계측 성능을 보였다.

또한 그룹 모니터는 하우스모니터로부터 수신한 데이터를 인터넷 환경 TCP/IP 통신에 의해 서버에 정보를 전송하고 데이터베이스 서버에 저장할 수 있었다.

2. 클라이언트 서버 모델

클라이언트 모니터를 통하여 허용된 사용자들은 해당 온실의 상황을 원격지에서 파악할 수 있는 있었다. 또한 분산환경 기술을 이용하여 서버를 경유하여 데이터베이스 서버에서

데이터 셋을 가져와 과거 재배 사례 등을 조회 및 이용 가능하였다. 이는 전문가에게 접근을 허용함으로써 재배에 관한 지원이 가능하도록 하였다. 데이터 베이스 시스템으로 연계하여 온실환경 정보를 분석하는 것이 가능하였다.

3. 기대효과 및 나아가야 할 방향

개발된 시스템을 식물 공장 내 작물의 재배환경을 데이터베이스화하여 재배사례 데이터베이스를 형성하고 작물이 가장 잘 자라는 최적 재배 환경을 연구하여 고품질의 작물 재배에 이용될 수 있다. 또한 식물공장의 운전실적, 환경 조건, 환경 조절비용 등의 분석에 효율적으로 이용될 수 있을 것으로 예상되며 각 환경인자들과의 관계를 구명하는데 도움을 줄 것이다. 축적된 작물의 재배 사례 데이터베이스를 이용하여 작물 특성 및 재배 연구에 도움을 줄 수 있을 것이다. 제어 장치들의 운영실적을 분석함으로써 제어 시스템의 효율적이고 경제적인 제어가 가능하도록 할 수 있을 것이다. 이들이 모두 완성되면 전문가 및 전문가 시스템으로부터 지원을 받는 지능형 식물공장이 가능할 것이다.

본 연구에서 개발한 계측 모듈 및 데이터베이스 시스템은 실제 농가에 설치된 전용선을 이용하여 실증 실험을 통해 수정·보완하여야 할 것이다. 또한 시설원예분야에서 있어서 통신체계에 대한 표준화 연구가 수행되어 앞으로 개발될 다른 시스템들과의 호환성을 갖도록 해야 할 것이다.

앞으로 온실의 경영 및 관리 데이터베이스를 개발하여 첨단온실의 통합 관리 및 정보 시스템을 구축하여야 할 것이다. 또한, 시설원예의 환경 설계의 기준을 적용할 수 있도록 하여야 할 것이다.

5. 참고문헌

1. 서원명. 1994. 온실의 환경인자 및 환경조절에 관한 기본지침. 공정육묘 온실의 자동화 시스템 개발에 관한 심포지움 발표문
2. 이석건. 1992. 농업환경조절공학. 교보문고.
3. 이용범. 1995. 시설재배의 주요 환경관리. 새농사,
4. 이종수. 1999. WWW 상에서의 CGI를 이용한 농업용 전문가 시스템의 추론엔진과 사용자 인터페이스 개발. 서울대학교 석사학위 논문
5. Hooper, A. W. 1988. Computer control of the environment in greenhouse. Computer and Electronics in Agriculture. 3 : 11-27
6. Jacobson, B.K. , Pierce H. Jones, Jones, J.W. and Paramore, J.A., 1989. Real-Time Greenhouse Monitoring and Control with an Expert System. Computer and Electronic in Agriculture. 3 : 273-285
7. Takakura, T. , T. Kozai, K. Tachibana and K.A. Jordan. 1974. Direct digital control of plant growth. I. Design and operation of the system. Trans. of the ASAE 16 : 1150-1154