

온실 생육환경 및 제어정보 데이터베이스 개발

Development of Database for Environment and Control Information in Greenhouse

공대광 정회원 D. G. Kong	류관희 정회원 K. H. Ryu	진제용 정회원 J. Y. Jin
--------------------------	-------------------------	-------------------------

ABSTRACT

This study was carried out to develop database system using internet for greenhouse. The database system consisted of group monitor, client monitor, server monitor and DBMS. The results of the study are summarized as follows.

1. The monitoring module, as data collection system for database, could monitor the state of the control device and the greenhouse environment.
2. The group monitor was connected to the house monitors by RS-485 communication method. Data received by the group monitor were sent to the server monitor and then stored in database server by TCP/IP and MIDAS.
3. The data of database consisted of on growing environment, control devices, operation and cultivation data in greenhouse. It was developed using MS-SQL server.
4. Remote monitoring of greenhouse was realized in a client/server environment. The client module, which was named as the client monitor, made requests to access the measurement data of greenhouse through the remote data module of the server monitor in internet environment.

Keywords : Green house database system, Client/Server System, Remote monitoring, SQL server, MIDAS.

1. 서 론

생명공학분야에서 구명된 생물학적 지식과 공학적 지식을 결합한 자동화 온실은 토지와 노동력에 의존하던 관행을 탈피하여 기술집약형 농업으로 탈바꿈하는 하나의 대안으로 각광받고 있다. 노동력을 절감하고, 생산성을 향상시키기 위해서는 온실에 자동화, 로봇화, 정보화의 도입이 필수적이며, 이를 위한 많은 연구들이 진행되었다. 그러나, 자동

화, 로봇화 등을 위한 연구는 상당한 진전을 이루고 있으나, 아직 정보화에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

일반 산업분야에서는 정보통신 기술의 발전으로 정보화에 대한 연구와 개발이 활발히 이루어지고 있어 경영전략까지 포함된 관리 시스템의 도입으로 생산성을 극대화하고 있다. 온실에서도 정보화를 통하여 통합적인 운영관리의 도입이 절실히 요구되고 있다.

This research was conducted by the research fund supported by Ministry of Agriculture and Forestry (Project No : 2001-3030). The article was submitted for publication in July 2002, reviewed in January 2003, and approved for publication by the editorial board of KSAM in February 2003. The authors are Kwan Hee Ryu, Professor, Je Yong Jin, former Assistant, Dea Gang Kong, Research Assistant, Dept of Agricultural Engineering, Seoul National University, Suwon, Korea. The corresponding author is K. H. Ryu, Professor, Dept. of Agricultural Engineering, Seoul National University, Suwon, 441-744, Korea; E-mail : <ryukh@snu.ac.kr>

온실은 점차 시스템이 복잡해지고, 유지관리를 위해서 전문기술이 필요하므로, 시설의 유지 관리 지원, 재배상태에 따른 최적 재배법의 제공을 위한 재배 소프트웨어 지원, 손익계산, 투입비용 분석, 경제성 분석 등 온실 경영을 위한 경영 관리 지원 등이 필요하다. 이를 위해서는 일차적으로 온실의 생육환경, 제어정보 및 관리정보 등의 데이터베이스화를 통해 정보화가 되어야 한다.

이와 관련된 기존 연구를 살펴보면, Jacobson (1989) 등은 컴퓨터를 이용하여 실시간으로 온실 환경을 감시하는 시스템을 만들어 환경의 변화와 작물 생장의 관계에 대한 연구를 수행하였고, Xiaokang Pan(1998) 등은 식물생장과 관련된 데이터베이스에 대한 웹 인터페이스에 관해 연구하였으며, Francesco(1998) 등은 객체지향 진단 데이터베이스의 웹베이스 접근에 대해 연구하였다.

국내에서도 이(1999)는 인터넷을 이용하여 농업정보를 제공하는 농업용 전문가시스템의 추론엔진을 개발하였으며, 최 등(1999)은 인터넷을 이용한 통합 시스템 제어 및 관리 기술 개발을 목적으로 전자동조표고 등급 판정 시스템을 구축하였으나, 온실을 대상으로 종합적인 데이터베이스의 구축에 관한 연구는 진행되지 못한 실정이다.

현재, 온실에는 많은 컴퓨터 시스템이 보급되어 있고, 이를 초고속 통신망과 연결하여, 데이터 베이스를 구축하면, 재배자, 시스템 전문가, 재배 전문가, 경영전문가들이 정보를 공유하고, 효율적으로 이용할 수 있는 데이터베이스의 구축이 용이 할 것으로 판단된다.

이를 위하여 본 연구에서는 온실의 환경정보와 종말작동장치의 작동상태를 계측하고 이를 전송하는 모듈화된 감시 시스템을 개발하고, 감시 시스템을 바탕으로 인터넷 통신을 이용하여 온실의 실시간 원격 감시를 구현하며, 감시 및 계측된 데이터를 바탕으로 온실의 생육환경 및 제어 정보를 대표할 수 있는 데이터 베이스 설계하고 구축하고, 실시간 원격 감시 및 정보 분석 가능한 클라이언트/서버 형태의 분산처리 시스템을 구축하는 것을 목적으로 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 온실 생육환경 및 제어상태 정보 수집 시스템

본 연구에서 개발된 온실생육환경 및 제어상태

감시 모듈은 “네트워크를 이용한 온실감시 시스템 개발” 연구에서 개발된 생육환경 및 제어상태 감시 모듈의 안정성과 데이터의 신뢰성을 향상시킨 것으로, 전체 구성도는 그림 1과 같으며, 감시항목은 표 1에 나타내었다.

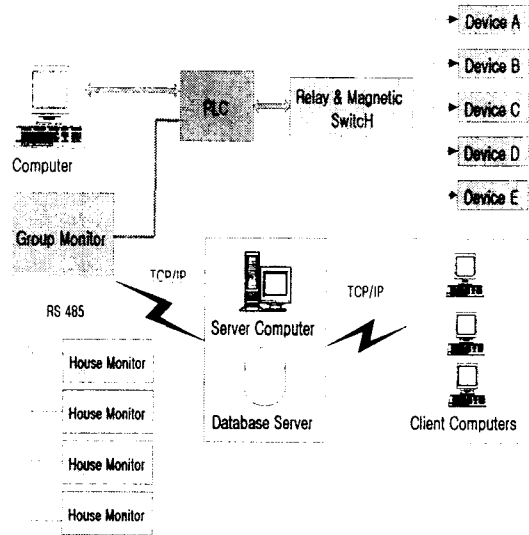


Fig. 1 Block diagram of green house monitoring and control system.

Table 1 Selection of measurement items

Category	Measurement items
Growing related environment	Temperature, Humidity, Nutrient temp., EC, pH, Solar radiation, CO ₂ concentration
Harmful environment	SO _x , NO _x concentration
Weather	Wind direction, velocity, temperature
Control equipment	Ceiling window, Side widow, Curtain, Nutrient equipment

개발된 시스템은 여러 개의 하우스 모니터로부터 계측된 신호를 RS-485 통신을 통해 그룹모니터에 전송하고, 다시 인터넷 TCP/IP통신을 통해 서버 모니터로 전송하여 데이터베이스 서버에 저장되도록 하였다. 클라이언트 모니터에서 요청이 들어오면 서버 모니터에서 데이터베이스 서버로 접속하고, 트랜잭션 과정을 거친 후 서버모니터에 사용자로부터 요청된 결과 데이터를 보내어 클라이언트에 전송하도록 구성하였다.

나. 데이터베이스 시스템

(1) 데이터베이스 설계 절차

데이터베이스 설계는 그림 2와 같이 온실이라는 현실세계에 대한 요구조건을 분석하고, 온실 생육 환경 및 제어 정보를 대표할 수 있는 데이터에 대해 개념설계의 과정을 거친 후 논리설계, 물리설계의 과정을 통하여 데이터베이스를 설계하였다. 프로그램 개발의 면에서 보면 온실 정보 데이터베이스의 기능적인 면을 분석한 후 분석과 상세화 과정을 거쳐 응용프로그램을 개발하였다.

데이터베이스 구축의 대상이 되는 온실을 대표하는 주요 데이터는 생육환경 데이터, 제어장치 상태 데이터, 온실 및 작물정보 데이터, 사용자 데이터, 재배계획 및 재배기록 데이터 등으로 선정하였고, 각 데이터에 대해 적당한 데이터 형태(Data Type)를 부여하였다. 데이터베이스 시스템의 기능적 면으로는 실시간 모니터링 및 과거 재배사례 분석, 재배 작업 정보, 재배계획, 작물정보 등을 조회 및 검색할 수 있도록 하였다.

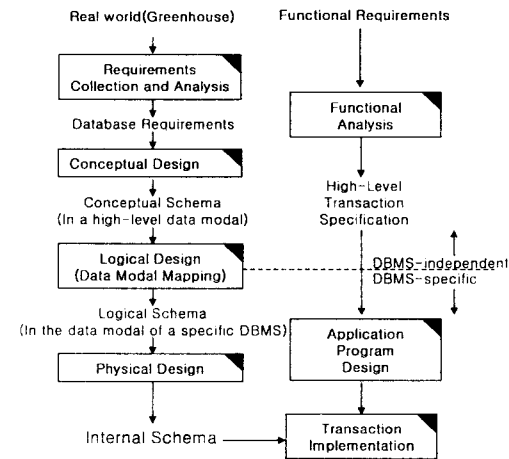


Fig. 2 A simplified diagram to illustrate the main phase of database design.

(2) 개발환경, 통신 및 데이터베이스 시스템 구성
개발환경으로 운영체제는 마이크로소프트사의 Windows2000 서버, DBMS는 윈도우 환경 DBMS로서 사용자 인터페이스가 뛰어나고 관리가 비교적 쉬우며 XML 서비스까지 지원하는 MS-SQL SERVER 2000을 선택하였다. 개발 툴은 컴포넌트 기반 데이터베이스 개발 툴인 Delphi 5.0을 사용하였다.

통신은 그림 3과 같이 그룹모니터와 하우스 모니터간은 RS-485통신을 채택하였고, 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, Multitier Distributed Application Service)를 이용하였다.

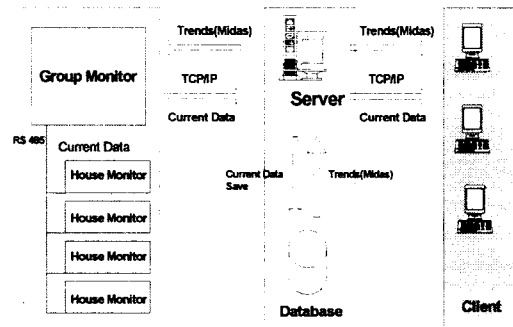


Fig. 3 Flow of the data communication.

(3) 모듈화된 정보 시스템

인터넷 TCP/IP SOCKET 통신을 통해 원격지에서 현재 및 과거 온실 환경 및 제어 정보를 공유할 수 있는 클라이언트/서버 모델을 개발하였다.

개발된 데이터베이스 시스템은 사용의 편리성 및 향후, 데이터베이스의 개선 및 유지를 용이하게 하기 위하여, 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 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 구성하여 모듈화 시켰다.

3. 결과 및 고찰

가. 데이터베이스 스키마

온실 데이터베이스를 구성하는 각 개체의 속성을 고려하여 표 2와 같이 고정형 데이터 및 가변형 데이터로 분류하였다. 고정형 데이터는 1회 재배기간 동안 변경되지 않는 정보로 온실 정보, 사용자 정보, 재배작물 정보 등으로 사용자 및 관리자가 입력하도록 하였고, 가변 데이터는 재배기간 중에 지

속적으로 변경되며, 수집되어야 하는 정보로 온실 생육환경 데이터, 온실 제어정보 데이터, 작물 생육 상태 데이터, 작물 재배기록 데이터 등으로 하우스 모니터에서 자동으로 수집되는 데이터와 사용자가 입력하는 데이터로 구성하였다.

Table 2 Classification of entity

Data type	Description	Input method
Fixed type	Greenhouse data	user key in
	User data	user key in
	Crop data	user key in
	Culture plan	user key in
	Culture operation	user key in
	Production data	user key in
	Resource data	user key in
Variable type	Environment and control device status	automatic
	Crop status	automatic user key in
	Culture record	user key in
	Greenhouse management	user key in

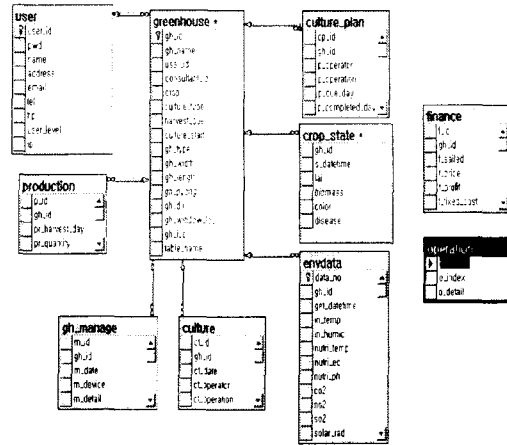


Fig. 4 Database diagram.

나. 데이터베이스 다이어그램

개념 설계 및 논리적 설계과정에서 수립된 관계형 데이터 모델을 기준으로, 본 연구에서 선정된 데이터베이스 관리 시스템인 MS SQL Server 2000의 내부 데이터모델로 변환하여 구축하였다. 그림 4는 MS SQL에 구축된 각 테이블간의 관계와 전체 데이터베이스의 구조를 나타낸 것이다. 사용자(USER)는 그린하우스를 선택하여 해당 온실의 각 항목에 연결된다. 또한 개체관계도(Entity relation diagram)는 그림 5와 같다. USER와 CROP은 GREENHOUSE와의 관계는 1:N관계이고 나머지는 N:1관계로 구성하였다.

(1) 그룹모니터/클라이언트 모니터

그룹모니터는 그림 6과 같이 다수의 하우스 모니터로부터 받은 계측 데이터와 영상을 각 온실의 상태 표시창에 표시하고 서버에 데이터를 전송하였다.

클라이언트 모니터는 서버에 접속해서 사용자 로그인 과정을 거쳐 Midas 기술을 통해 DBMS와 연

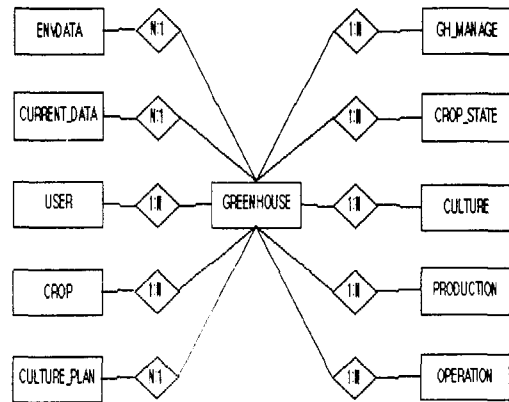


Fig. 5 E-R diagram.

결하여 데이터 셋을 가져와서 이용하도록 하였다. 개발된 각 모듈들은 그룹모니터와 클라이언트 모니터에서 실행되며, 각 모듈의 주요 내용 및 기능은 표 3과 같고, 그림 7은 개발된 각 모듈을 나타낸 것이다.

그림 7의 (A)는 실시간 모니터링 모듈을 나타낸 것으로, 좌측에 있는 그래프로, 현재 온실의 환경변화를 표시하고, 우측에 온실 작동장치의 상태를 표시하며, 하단의 상태 정보창에 주고받는 데이터의 종류와 상태를 표시하였다.

그림 7의 (B)는 과거재배사례모듈을 나타낸 것으로 상단에 있는 검색창을 이용하여 온실과 기간을 선택하면, 검색결과가 표와 그래프의 형태로 표출되도록 하였다.

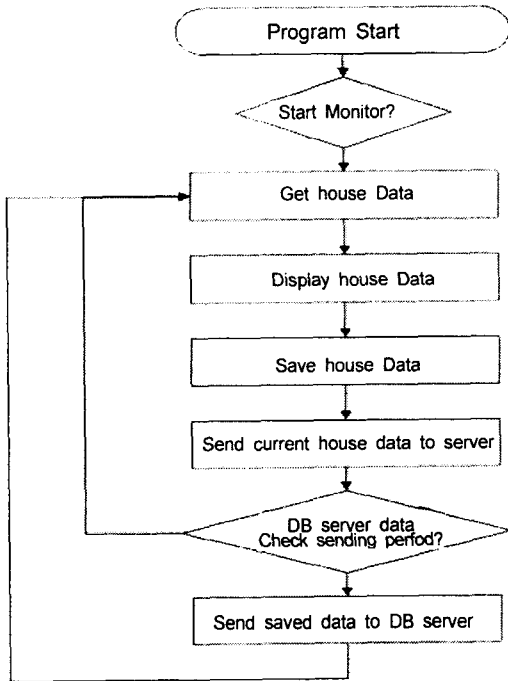
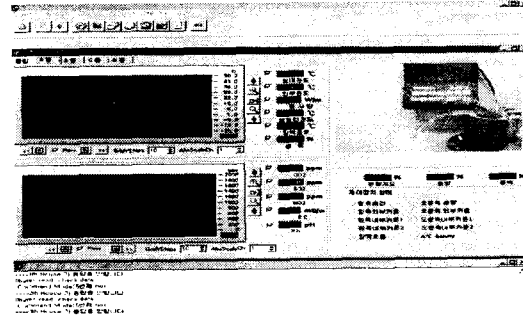


Fig. 6 Flow chart of the Group Monitor.

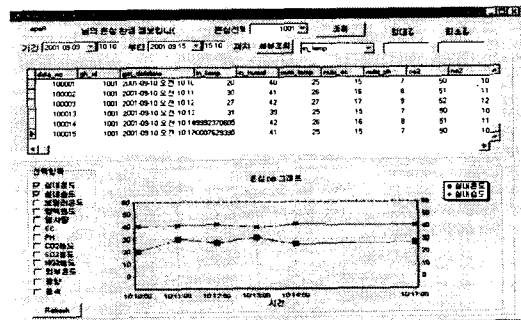
Table 3 Module of the Client Monitor and the Group Monitor

Module	Description
Real time monitoring module	Displaying the current status of environment and control device Show the current image of greenhouse
Review precedent culture module	Displaying the precedent culture status by selecting the searching range and greenhouse
Culture plan and record viewing module	Planning culture by the user Viewing and recording the culture actions
Greenhouse and plant viewing module	Showing the greenhouse information and cultured plant information. Discussing with expert, if the greenhouse has some problems

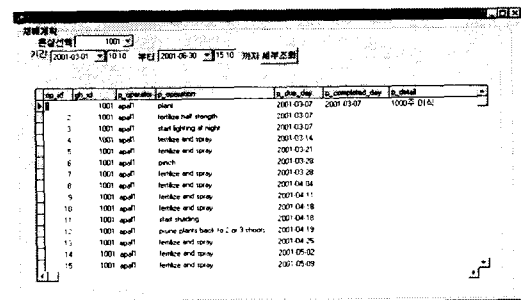
재배계획 및 기록 검색 모듈은 그림 7의 (C)에 나타난 것과 같이 대상온실과 기간을 선택하면, 재배계획을 수립할 수 있고, 검색할 수 있으며, 실제 재배기록은 상황은 그림 7의 (D)와 같이 검색하여 조회할 수 있도록 하였다.



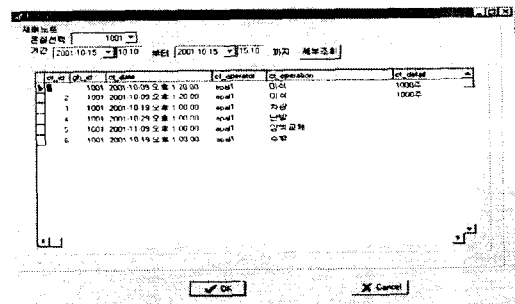
(A) Module of real time monitoring



(B) Module of the past greenhouse culture



(C) Module of culture plan



(D) Module of culture operation record

Fig. 7 Typical display of developed modules.

4. 요약 및 결론

본 연구는 온실의 합리적 운용을 위하여 생육환경 정보, 제어정보 및 관리 정보 등을 모두 기록하고 분석할 수 있는 데이터베이스를 구축하는 것을 목적으로 수행되었으며 그 결과는 다음과 같다.

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

2) 구축된 데이터베이스는 생육환경 데이터, 제어 장치 상태데이터, 온실 및 작물정보 데이터, 사용자 데이터, 재배계획 및 재배기록 데이터 등으로 구성하였으며, 데이터의 속성을 고려하여 고정형, 가변형으로 구분하여, 데이터를 수집할 수 있도록 하였다.

3) 개발된 데이터베이스 시스템은 사용의 편리성 및 향후, 데이터베이스의 개선 및 유지를 용이하게 하기 위하여, 실시간 모니터링 모듈, 과거 재배사례를 조회 및 분석할 수 있는 재배사례 모듈, 재배계획 및 일지 모듈, 온실 및 작물 정보 모듈로 구성하여 모듈화 시켰다.

4) 클라이언트 모니터를 통하여 인가된 사용자들은 해당 온실의 상황을 원격지에서 파악할 수 있었으며, 분산환경 기술을 이용하여 서버를 경유하여 데이터베이스 서버에서 데이터 셋을 가져와 과거 재배 사례 등을 조회 및 이용 가능하였다.

5) 개발된 시스템을 온실에 적용하여, 축적된 작물의 재배 사례 데이터베이스를 활용하면, 작물 특성 및 재배 연구에 도움을 줄 수 있으며, 제어 장치들의 운영실적을 분석함으로써 제어 시스템의 효율적이고 경제적인 제어가 가능하도록 할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. Pincirolì, F., L. Portoni, C. Combi and F. F. Violante. 1998. WWW-based access to object-oriented clinical databases. the KHOSPAD project. Computers in Biology and Medicine 28:531-552.
2. Jacobson, B. K., P. H. Jones, J. W. Jones and J. A. Paramore. 1989. Real-Time Greenhouse Monitoring and Control with an Expert System. Computer and Electronic in Agriculture. 3:273-285.
3. Pan, X., J. D. Hesketh and M. G. Huck. 1998. A web interface to databases associated with a plant growth simulator. Computers and Electronics in Agriculture 21:207-217.
4. Lee, J. S. 1999. Development of inference engine & user interface for agricultural expert system using CGI in World Wide Web. Master thesis, Seoul National University (In Korean).
5. Choi, T. H., H. Hwang and S. C. Kim. 1999. Remote system control and management via internet / networking. Proceedings of the KSAM 1999 winter conference Vol. 4(1):726-733 (In Korean).
6. Lim, J. H. 2001. Development of a Greenhouse Monitoring System Using Internet. Master thesis. Seoul National University (In Korean).