

온실환경 원격감시 및 정분석을 위한 데이터베이스 개발

Development of Database for Remote Monitoring and Information Analysis of Greenhouse Environment

유윤관*

류관희*

진제용*

정희원

정희원

Y. G. You

K. H. Ryu

J. Y. Jin

1. 서론

최근 정보통신의 기술의 발달은 산업 전 분야에 걸쳐 온라인 관리, 원격감시, 데이터베이스화를 통한 생산성 향상과 인건비 절감 및 시간절약이라는 변화를 가져왔다. 서비스, 금융, 공공, 제조업 등 모든 산업 분야에서의 이러한 움직임은 1차 산업인 농업분야에서도 예외는 아닐 것이다. 물론 지금까지의 농업분야에 대한 정보화는 미흡한 실정이지만 정보통신기술을 접목한 첨단농업시스템을 개발하려는 노력은 계속 이루어지고 있다.

농산물 수입개방 등에 대비해 우리나라 농업의 경쟁력 확보 방안으로 주목받고 있는 식물공장은 온실의 자동화, 정보화를 통한 최적의 생육 조건 유지와, 원격지에서의 감시 및 관리 시스템 개발을 통한 노동력을 절감에 그 목적이 있다.

이를 위해 본 연구는 차세대 농업생산시스템으로서 식물공장의 원격감시 및 정보분석을 위한 데이터베이스를 개발하고 정보 검색 및 표출 모듈을 개발하여 온실관리자에게 제공함으로써 첨단온실의 효율적인 운영방안에 도움을 주고자 수행되었다. 본 연구의 목적은 온실 내부의 생육환경, 재배작물의 생육상태, 온실외부의 대기환경, 온실에 설치된 제어장치의 작동상태, 재배이력, 장치관리이력 등의 정보 수집 시스템을 개선하고, 데이터 저장 시스템 및 데이터베이스 관리 시스템, 데이터 가공 및 분석 시스템, 실시간 감시 및 분석정보 검색 시스템을 개발하는 것으로 구체적인 목적은 다음과 같다.

1. 온실관리자의 요구조건을 분석하여, 원격감시 및 정보분석을 위한 데이터항목을 설정하고 개념적, 논리적, 물리적 데이터베이스 설계를 통한 데이터베이스 관리시스템을 개발한다.

2. 개발된 데이터베이스 관리 시스템의 실증 실험을 통하여 온실내부 생육환경정보, 제어장치의 작동상태정보, 재배작물의 생육상태정보, 이력정보, 온실관리정보를 데이터베이스로 구축한다.

3. 인터넷을 이용하여 실시간 원격 감시 모듈을 개발하고, 검색 및 분석 모듈을 개발하여 실증재배로 구축된 재배사례 정보를 온실관리자에게 제공함으로써 온실 제어장치들의 제어 전략 수립정보를 제공한다.

* 서울대학교 농업생명과학대학 농공학과 농업기계전공

4. 서버관리 프로그램을 개발하여 온실 데이터베이스를 관리하고 재배정보서비스를 온실관리자에게 작물재배정보를 제공한다.

2. 재료 및 방법

본 연구에서 개발된 데이터베이스 시스템과 통합한 첨단온실 감시 시스템(생육환경 감시 시스템, 생육상태 감시 시스템)의 개념적인 구상도는 그림 1과 같다.

계측 모듈은 온실내부 환경정보, 재배작물 생육상태정보, 제어장치 작동상태 정보, 온실외부 기상정보로 대별하여 구성하였고, 각각의 모듈에서 획득한 계측정보는 운영프로그램을 통해 서버에 저장되고 인터넷을 통해 클라이언트로 전달된다.

온실 내·외부의 환경정보는 하우스모니터와 외부기상 장비를 이용하여 계측하고 제어장치 작동상태정보는 기존 제어컴퓨터를 이용하여 획득하였다. 또한, 생육상태정보는 CCTV카메라를 이용하여 영상 및 영상분석 정보를 계측하였다.

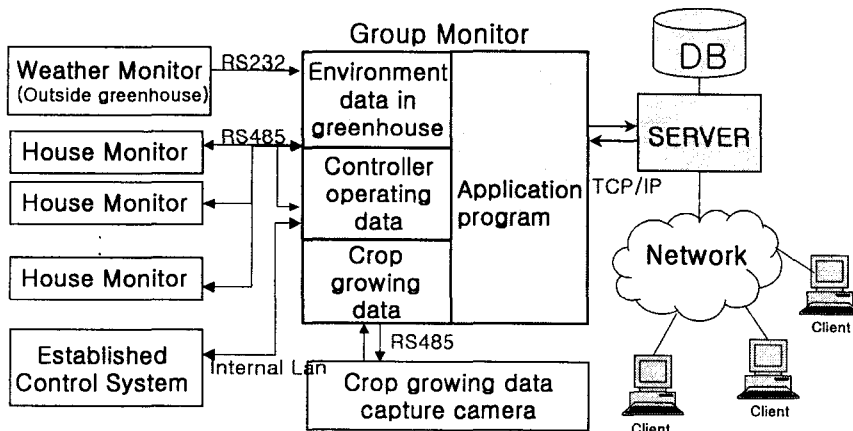


Fig. 1 Block diagram of integrated system

시스템의 안정성을 고려하여 서버컴퓨터의 운영체제는 윈도우 2000서버(Windows 2000 Server)를 사용하였고 데이터베이스 관리 시스템(DBMS : Database Management System)은 윈도우 환경으로 사용자 인터페이스가 뛰어나고 관리가 비교적 쉬운 MS-SQL Server 2000을 선택하였다. 개발 툴(Tool)은 컴포넌트(Component) 기반의 데이터베이스 개발 툴(Tool)인 델파이(Delphi 5.0)을 사용하였다. 그룹모니터와 하우스모니터와의 통신은 일대다 통신(최대32)이 가능하고, 10Mbps로 최대 1200m까지 신호를 전송할 수 있는 RS-485 통신을 채택하였고, 그룹모니터와 서버모니터와의 통신은 초고속 인터넷 전용선 환경의 TCP/IP 통신에 기반한 클라이언트/서버 시스템을 구성하였다.

그림 2는 온실 데이터베이스 시스템의 개념 구상도를 나타내는 것으로 생육환경, 생육상

태, 제어장치 작동상태정보의 데이터 수집 시스템과 수집된 정보를 그룹모니터에서 통합하여 데이터를 저장하고 분석하는 데이터 저장 및 분석 시스템과 온실 데이터베이스 서버를 관리하는 서버관리 시스템으로 구분하였고, 저장된 데이터를 온실관리자가 원격지에서 정보 검색 및 감시를 할 수 있도록 서비스 시스템을 구성하였다.

계측 모듈은 온실내부 환경정보, 재배작물 생육상태정보, 제어장치 작동상태 정보, 온실외부 기상정보로 대별하여 구성하였고, 각각의 모듈에서 획득한 계측정보는 운영프로그램을 통해 서버에 저장되고 인터넷을 통해 클라이언트로 전달된다.

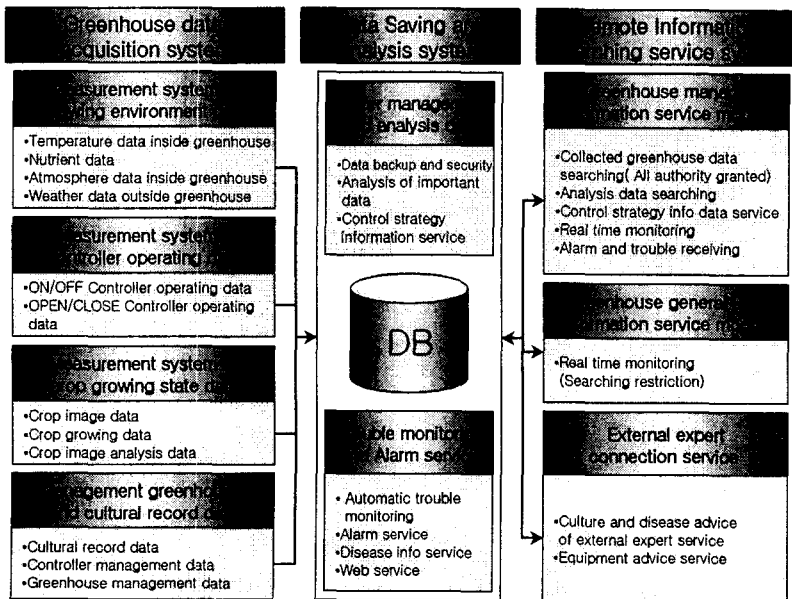


Fig. 2 Logical system architecture of greenhouse database

온실 데이터베이스 시스템의 개념 구상도를 설계하고 각각의 감시 시스템을 실증실험을 하기 위하여 온실에 설치하였다. 그림 3은 온실에 설치된 감시 시스템의 일부를 나타낸 것이다

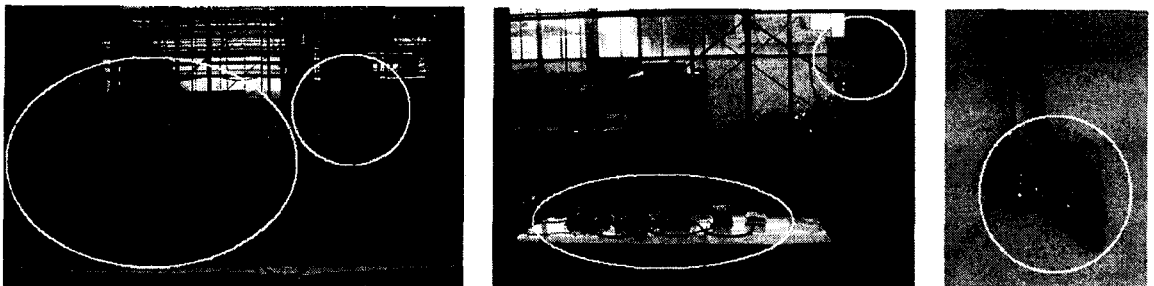


Fig. 3 Group Monitor, House Monitor and sensors in greenhouse I

온실 데이터베이스를 개발하기 위하여 데이터 계층 시스템의 특성과 데이터의 특성에 따라 데이터 처리군을 구성하여 테이블을 설계하였고, 입력방법 및 표출방법에 따라 세부항목을 구성하였다. 표 1은 온실내부 생육환경 테이블이다.

Table 1 Data table of growing environment

Field Name	Data Type	Note
EnvironmentDataSeqNo_Number	int	PK
EnvironmentTime_Number	datetime	
GreenhouseID_Text	char	FK
DryTemp_Number	real	℃(-50.0~100.0)
WetTemp_Number	real	℃(-50.0~100.0)
BoilerTemp_Number	real	℃(-50.0~100.0)
NutrientTemp_Number	real	℃(-50.0~100.0)
NOx_Number	real	ppm
SOx_Number	real	ppm
CO2_Number	real	ppm
EC_Number	real	mS/cm
PH_Number	real	pH
InsideSolar_Number	real	kw/m ²

3. 결과 및 고찰

본 연구를 통하여 개발된 첨단온실의 감시 시스템을 데이터베이스 구축에 적합하도록 개선하고 작물재배를 통한 실증 실험을 통하여 안정성을 확인하였다. 또한, 입출력 방법에 따라 데이터 항목을 분류하였고 개념적, 논리적, 물리적 설계를 통하여 클라이언트/서버 형태의 온실 데이터베이스를 개발하였다. 인터넷을 이용하여 실시간 모니터링 모듈을 개발하였고, 정보 검색 및 분석 모듈을 개발하였다. 온실 데이터베이스를 관리를 쉽게 위하여 서버관리 프로그램을 개발하였고, 온실 관리자를 위하여 정보 서비스 모듈을 개발하였다.

그림 5는 온실이라는 현실세계에 대한 데이터베이스 설계절차와 데이터베이스의 응용 프로그램의 설계절차를 통한 트랜잭션(Transaction)의 구현을 나타낸 것이다.

시스템을 데이터베이스 구축에 적합하도록 개선하고 안정성을 확인하였다. 또한, 입출력 방법에 따라

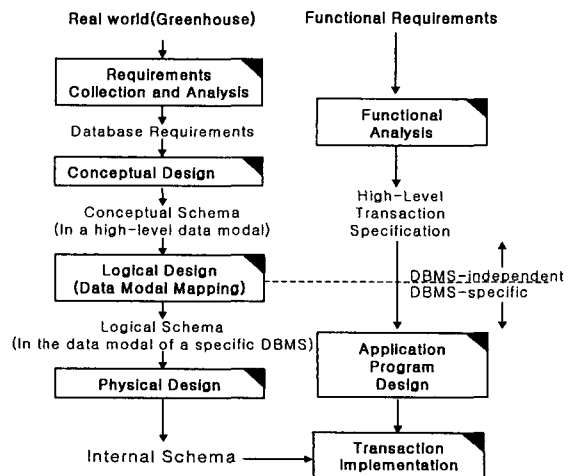


Fig. 5 Database design procedure

데이터베이스로 구축된 데이터를 원격지에서 실시간으로 온실을 감시할 수 있고, 재배 사례로 구축된 데이터를 분석 모듈을 이용하여 표출하게 하였다. 그림 6은 생육환경정보, 그림 7은 제어장치상태정보, 그림 8은 생육상태정보를 나타내는 모듈로 사용자 인터페이스를 설계하였다.

또한, 온실 데이터베이스를 관리하는 모듈을 개발하여 데이터베이스 관리자가 쉽게 데이터를 수정하고, 정보서비스 모듈을 개발하여 병충해와 생육장애 등의 작물재배에 필요한 정보를 온실관리자에게 제공하게 하였다. 그림 9는 정보서비스 모듈중 하나이다.

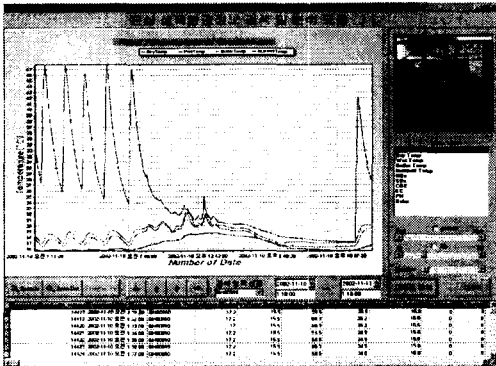


Fig. 6 Module of temperatures

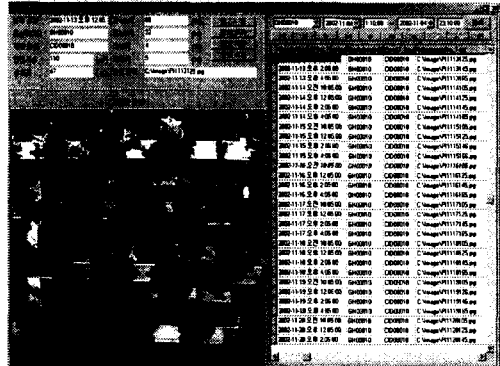


Fig. 7 Module of crop growth

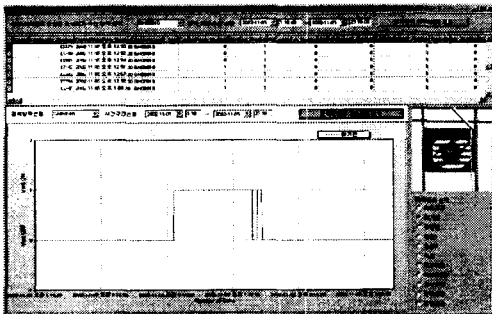


Fig. 8 Module of ventilator operation

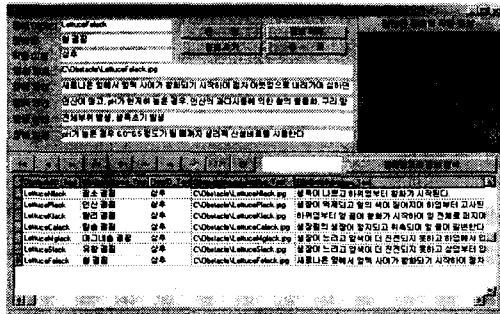


Fig. 9 Module of information service

4. 요약 및 결론

본 연구는 개발된 첨단온실의 감시 시스템을 데이터베이스 구축에 적합하도록 개선하고 작물재배를 통한 실증 실험을 하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 온실관리자의 요구조건을 분석하여 원격감시 및 정보 분석에 필요한 데이터 항목을 선정하였다.

2. 선정된 데이터 항목을 입출력 방법 및 데이터 특성에 따라 분류하고 개념적, 논리적, 물리적 데이터베이스 설계를 통한 온실 데이터베이스를 개발하였다.
3. 개발된 감시 시스템을 설치하여 클라이언트/서버 형태의 온실 데이터베이스를 구축하고 실증실험을 통해 시스템 안정성을 확보하였다.
4. 인터넷을 이용하여 실시간 원격 감시 모듈을 개발하고, 실증재배로 구축된 재배사례정보를 검색·분석하는 모듈을 개발하였다.
5. 서버관리 프로그램을 구성하여 온실 데이터베이스의 관리를 쉽게 할 수 있도록 하였고, 재배정보서비스를 제공하여 온실관리자에게 작물재배에 도움을 주는 모듈을 개발하였다

5. 참고문헌

1. 공대광. 2001. 온실생육환경·제어정보 수집 및 데이터베이스 개발. 서울대학교 석사 학위 논문
2. 이민호. 2000. 설계지식 데이터베이스의 자료구조 규명과 자연어처리를 이용한 인터페이스 프로그램 개발에 관한 연구. 서울대학교 석사학위 논문
3. 임정호. 2000. 인터넷을 이용한 온실 감시 시스템의 개발. 서울대학교 석사 학위 논문
4. 허원석 등. 2002. 웹 기반의 온실 원격 제어 시스템의 개발, 한국농업기계학회지 제 27권 제 4호, pp349-354.
5. Hooper, A.W. 1998. Computer control of the environment in greenhouse. Computer and Electronics in Agriculture, 3, pp11-27
6. Jacobson, B.K., Jones, P.H., Jones, J.W. and Paramore, J.A., 1989. Real-time greenhouse monitoring and control with an expert system. Computer and Electronics in Agriculture, 3, pp272-285
7. Xiaokang Pan, John D. Hesketh, Morris G. Huck, 1998, A web interface to databases associated with a plant growth simulator, Computers and Electronics in Agriculture, Vol(21), pp207-217