

Client/Server에 기반한 온실 환경 모니터링에 관한 연구

서상진*, 김대업*, 정광하*, 엄현서*, 박흥식**, 박흥복*

*부경대학교 전자계산학과, **동아대학교 원예학과

A Study on Environmental Control Monitoring in Green-house based on Client/Server

Sang-Jin Seo*, Dea-Up Kim*, Kwang-Ha Jung*, Hyun-Seo Um*, Hung-Sig Park**, Hung-Bog Park*

*Dept. of Computer Science, PuKyong National University,

**Dept. of Horticulture, Dong-Aa University

요 약

기존의 환경 제어와 관련된 온실 환경 모니터링 기술은 온실의 비 표준화에 관련되어 정적 자원 모니터링에 국한되었다. 그리고 온실 환경 제어 시스템의 오작동으로 인한 재배 환경 파괴는 관리자로 하여금 치명적 피해를 입게 하였다. 본 연구에서는 비 표준화된 시스템 자원 관리와 환경 제어 모니터링을 수행하기 위해 객체화된 모니터링 제어 엔진을 설계 및 구현한다. 특히, 제어 시스템의 신뢰도 향상을 위해 반자동 제어 모드를 추가시켜 현재 온실 시스템의 운용에 대한 문제점을 보완했다. 추가적으로 사용자를 위한 화훼 정보 제공을 위한 DB 구축과 주문·판매 서비스를 통해 생산자와 소비자 사이의 투명한 유통망을 제공한다.

1. 서론

농산물 시장 개방에 맞춰 시설 원예 관련 종사자들은 좁은 국토 및 제한된 환경 속에서 작물 생산과 비용에 지대한 관심을 가지고 있다. 국내 시장에서도 관련 정부기관 및 연구, 생산업체에서 시설 원예 산업을 육성하여 왔지만, 현재 국제화라는 큰 흐름 앞에서 국제 경쟁력을 키울 수 있는 장·단기 계획이 미흡할 뿐만 아니라 노동 생산 인력조차도 점차적으로 감소되고 있는 실정이다. 더욱이 농촌 지역의 생산인력 고령화됨에 따라 공간 및 시간 제약적인 생산 환경에 적절한 대응을 하지 못하고 있다[1,2]. 시설 면적의 대부분을 차지하고 있는 비닐 온실은 재배 관리의 생력화 정도가 낮고 노동집약적 생산 체계이며, 광, 온도, 습도 환경이 불리하여 품질 및 생산성이 떨어지는 실정 이어서 관계 시설 생산 시장의 크기가 협소하며 제어 자원 모니터링에 대한 관련 연구도 아직도 많이 미흡하다[3,4]. 이러한 문제에 대한 적절한 해결책으로서 시설 원예 자동화 시스템의 개발은 필수적이다. 따라서, 작물 생산과정에 필요한 정보를 수집, 감시, 저장, 제어를 분석하여 효율적인 생산 시스템을 구성하고 환경을 최적화시키는 온실 환경 모니터링에 관한 연구의 필요성이 점점 증가하고 있다[5]. 특히, 현재의 불완전한 온실 자원 모니터링 기술 수준을 고려해 볼

때, 환경 모니터링 기술의 활용 여부는 기존 온실 장치 운용의 신뢰도의 향상과 수축된 자동 제어 기간 산업 육성의 활성화를 위한 많은 잠재 가능성을 가진다[9].

본 연구에서는 기존의 연구[6]에서 발견된 한정된 확장성 및 처리 능력을 보완하여 다동 온실에 대한 실시간 모니터링 및 제어가 가능한 시스템을 설계·개발하였다. 특히 온실 제어의 신뢰성 증가를 위해 기존의 수동과 자동 모드의 특성을 응용한 이용한 반자동 모드를 추가하여 온실 운용의 위험 부담을 최소화하도록 설계되었다. 그리고 온실의 각 장치를 자동 제어 하고 기존 시스템의 단순한 GUI를 통한 정보 제공 방식을 다른 시스템에 비해 효과적으로 구성하기 위해 각 온실 상태 정보를 그래픽화 하였다. 시설 원예에 관련된 화훼 및 제어 정보들은 계층화된 DB로 구축하여 사용자 요구시 원하는 정보를 신속히 제공함으로써 시스템 제어 정보 분석과 농업 관련 정보를 효율적으로 이용할 수 있도록 구성하였다. 또한, 주문·판매 서비스를 인터넷을 이용해 구축함으로써, 생산 작물에 대한 생산자와 소비자 사이의 신뢰성과 투명성을 제공한다.

본 연구의 시스템 개발 환경은 개인용 컴퓨터, 멀티 미디어 재생 장치와 시스템 제어를 위한 제어 인터페이스

이 시스템은 하드웨어로 구성되며, 소프트웨어는 DB구축을 위한 InterBase 5.0, 시스템 구축을 위한 BC++ 3.0, MS-SQL, IIS 4.0, ASP, 그리고 Windows NT, Windows 98 환경하에서 운용될 수 있도록 구성하였다.

2. 구현방법

전체 시스템은 다동 온실 운용과 주문·판매 기능 처리를 위해 클라이언트와 서버로 나누어 구성된다. 서버는 주문·판매 인터페이스 기능 처리를 위해 Active Server Page 모듈과 웹 서버 서비스 제공을 위한 Internet Information Server 4.0, 그리고 데이터베이스 운용을 위한 MS-SQL 7.0과 자료 저장을 위한 물리적 DB로 구성된다. 클라이언트는 다동 온실 제어와 환경 정보 제공을 위한 MPC와 실제 제어 자원인 다동 온실 자원으로 나누어진다. MPC는 웹 서비스를 제공받기 위한 Web Browser, 사용자 요구를 처리하기 위한 사용자 인터페이스, 시스템 주요 제어 처리를 위한 Client Control/Processing Logic, 그리고 모니터링을 위한 Monitor 모듈로 구성되어 있다. 이외에 MPC와 온실 제어반 사이의 제어 신호 처리를 위한 Controller, 물리적 온실 자원 등으로 클라이언트 시스템이 구성된다. 시스템 전체 구성도는 그림 1과 같다.

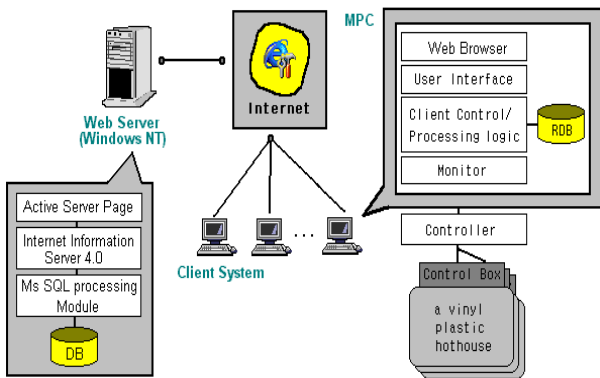


그림 1. 시스템의 전체 구성도

클라이언트 제어 시스템은 Client Control/Processing Logic에 의해 온실 제어를 수행한다. 온·습도에 따른 환경 제어는 수동/반자동 제어 모드 설정을 통해 처리된다. 수동 모드는 사용자 요구시 수동식 제어 반 조작과 동일한 기능을 제공한다. 반자동 모드는 재배 환경에 따른 온·습도 등의 환경 제어 설정 범위를 유지하기 위해 사용된다. 특히 기존 온실의 제어 시스템에서는 온실의 각 장치의 결함으로 신뢰도가 저조하므로, 본 연구에서는 실제 환경 변화에 따른 각 자원 수행의 결정은 사용자에게 맡기는 방법을 추가한 것이다.

다동 온실에 대한 환경 제어는 각 단위 온실 특성에 기인되어야 한다. 특히, 각 단위 온실 환경 제어를 위한 동적 환경을 실행 시간에 구성하기 위해서, 시스템은 클래스화된 동적 온실 환경 구성이 필요하다. 따라서, 본 연구에서는 각 단위 온실을 계층적 클래스로 표현한다. 온실 환경 제어를 위한 각 자원들은 해당

온실 클래스의 멤버 클래스로 캡슐화시켜 자원 접근시 계층화된 구조 제공이 가능하다. 이러한 동적 온실 환경 구성을 위한 단위 온실의 클래스를 이용하여 다동 온실에 대한 환경 제어는 알고리즘 1과 같다.

[알고리즘 1] 다동 온실 환경 제어 알고리즘

```

Starting System
제어 대상 온실 선택
온실제어 정보 Loading
Timer Reading
선택 온실 정보 Reading
IF(사용자 예약 작업 존재)
    사용자 예약 작업 처리
END OF IF
WHILE(환경 고려 대상 자원수)
    IF(현재 샘플링 데이터가 설정 샘플링 데이터 범위를 벗어남)
        IF(현재 샘플링 데이터 > 현재 설정 데이터)
            IF(반자동 모드)
                사용자에게 작업 수행 메시지 출력
            ELSE
                활성 동작 수행
            END OF IF
        ELSE
            IF(반자동 모드)
                사용자에게 작업 수행 메시지 출력
            ELSE
                비활성 동작 수행
            END OF IF
        END OF IF
    END OF WHILE
Terminating System
    
```

본 연구에서 온실내 자원 수행 상태 모니터링을 위해 객체화된 모니터링 제어 엔진을 제공한다. 각 온실은 객체화된 제어 엔진이 클래스 단위로 할당되어 처리된다. 모니터링 제어 엔진은 제어 대상이 되는 온실 자원을 온실 환경 특성에 따른 동적 리스트로 구성하여 모니터링을 수행한다. 각 자원의 모니터링 수행은 [알고리즘 2]와 같다.

[알고리즘 2] 자원 모니터링 수행 알고리즘

```

감시시작
DO
    IF(동작리스트에 수행할 동작 존재)
        모니터링 정지 메시지 화면 출력
        모니터링 모듈 초기화
        모니터 정지
    RETURN
END OF IF
동작 리스트에 작업 수행을 위한 인덱스 작업 Loading
IF(동작에 할당된 자원 사용 불가능한 상태)
    IF(사용 가능 플래그가 FALSE)
    
```

경고 메시지 출력
 플래그 설정
 다음 동작 Indexing
 CONTINUE

END OF IF

END OF IF

IF(해당 작업이 완료)

IF(해당 동작의 다음 세부 동작이 존재)

현재 동작 완료

다음 세부 동작 수행을 위한 인덱스 조정

ELSE

동작 감시 리스트에서 제외

END OF IF

ELSE

IF(해당 작업이 제한시간을 넘지 않았다)

작업 시간 Overflow 메시지 출력

해당 장치 오류 발생 플래그 설정

다음 동작으로 이동

ELSE

시간 카운터 증가

END OF IF

END OF IF

LOOP

각 단위 온실에 대한 환경 제어는 모니터링 제어 엔진의 적용에 따라 자원 스케줄링과 모니터링 모듈을 독립시킬 수 있다. 모니터링 제어 엔진은 모니터링 개체 생성시 활성화되어 개체에 대한 목적 작업이 종료될 때까지 감시를 수행하게 된다. 개체 모니터링 주기는 이벤트와 타이머를 결합하여 적용시킴으로써, 시스템 감시 주기를 최소화한다. 이는 자원 모니터링과 시스템 처리 능력에 따른 효율을 극대화시킬 수 있다.

또한, 주문·판매 서비스는 인터넷에 기반한 웹 서버 구축을 통해 기능을 수행한다. 생산자와 소비자는 회원 단위로 관리하여 운영의 효율성을 높인다. 서비스 구성은 사용자 입력을 위한 클라이언트 웹 페이지와 서버의 처리 연동을 위해 ASP로 처리한다. 그리고 웹 서버의 DB 운용을 위해 MS-SQL 모듈로 제어하며, 웹 서버의 처리 서비스 이용을 위해 IIS를 참조하여 범용적 웹 서버를 안전하게 구축할 수 있다.

3. 구현 결과

본 연구에서 구현한 환경 모니터링 시스템은 Windows 95/98, Windows NT에서 시분할 이벤트 복합 방식으로 대상 온실에 대한 자원을 모니터링 및 제어한다. 그리고 사용자 서비스를 위한 환경 정보를 DB로 구성하여 제공하며, 추가적으로 재배 작물에 대한 DB를 환경 모니터링 시스템은 포함하고 있다. 그리고 작물 매매를 위한 주문·판매 시스템도 이에 추가되었다.

온실 환경 모니터링 시스템은 온실 내·외부 자원 모니터링 상태를 그림 2와 같이 나타낸다. 온실 내부 상태 윈도우는 사용자 편의를 위해 온실 상태를 도시적 형태와 텍스트 형태로 구분하여 화면에 표시한다.

Client Control/Processing Logic은 환경 제어에 따른 자원 수행 요구 이벤트 발생시 활성 자원과 시스템 제어 엔진의 모니터링 결과를 GUI와 연동시켜 실시간 화면 구성을 처리한다.

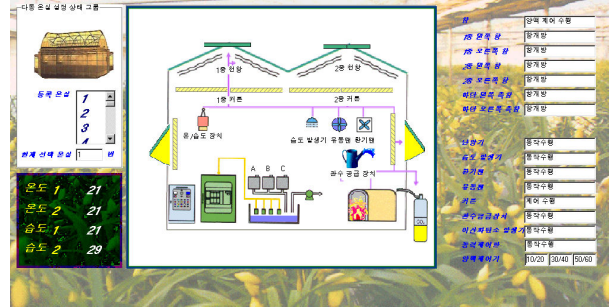


그림 2. 온실 내부 상태 윈도우

온실 내부의 작물 재배 환경은 온실 외부의 기상 환경에 밀접한 관계를 가진다. 환경 모니터링 시스템은 최적화된 작물 재배 환경 조성을 위해 외부 기상 상태를 점검하여 환경 제어에 반영한다. 외부 기상 상태 확인을 위해 환경 모니터링 시스템은 그림 3과 같이 기상 상태 표시 윈도우로 현재 기상 상태에 대한 정보를 제공한다. 이러한 온실 외부 자원 역시 모니터링 제어 엔진에 의해 감시된다.



그림 3. 기상 상태 표시 윈도우

환경 모니터링 시스템은 각 단위 온실에 대한 다양한 자원 상태 정보를 그림 4와 같이 표시한다. 온·습도 정보 윈도우를 통해 온·습도를 포함한 온실 내 각 자원의 샘플링 수치를 텍스트나 그래프 형태로 참조 가능하다.

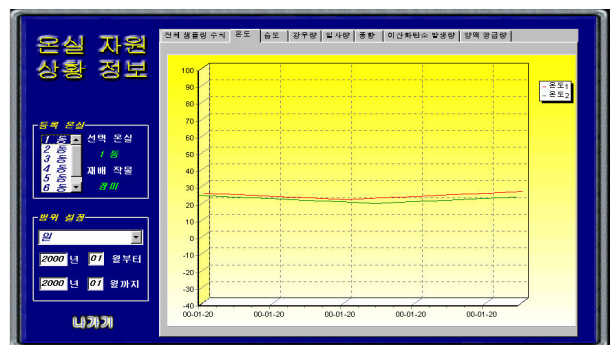


그림 4. 온실 자원 상황 윈도우

재배 작물에 대한 정보 제공을 위해 환경 모니터링 시스템은 화훼 정보 DB를 가진다. 화훼 정보 DB를 통해 재배 작물에 대한 정보를 획득할 수 있으며, 환경 모니터링 시스템이 현재 관리 작물에 대한 부수적인 정보를 화훼 정보 DB를 통해 참조 가능하다. 그림 5는 화훼 정보 조회 윈도우이다.



그림 5. 화훼 정보 조회 윈도우

본 연구의 온실 모니터링 시스템에 추가된 주문·판매 시스템은 ASP를 이용한 웹서버로 구축되었다. 이는 생산과 판매 체계 기능을 하나로 통합하여 신속하고 투명한 생산물 유통 경로를 확립할 수 있다. 주문·판매 시스템은 생산자와 판매자를 회원 단위로 관리한다. 그림 6은 서버에서 제공되는 클라이언트 GUI이다.

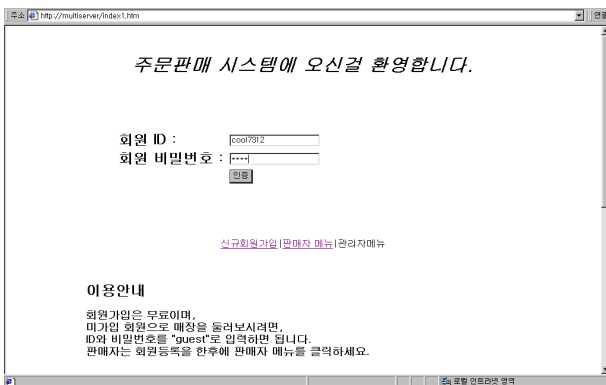


그림 6. 주문·판매 시스템 GUI

기존 연구[6]에서 구현된 환경 모니터링 시스템은 제한된 환경에서 정적 제어 자원을 운영함에 따른 제약을 본 연구에서 실행 시간에 동적으로 재구성하여 해결하였다. 그리고 자동 환경 제어에 대한 신뢰성을 높이기 위해 수동/자동식 제어의 특성을 현실화한 반자동 제어 모드로 자동 제어 모드를 보완하여 실제 운영에 따른 문제점을 보완하였다. 즉, 컴퓨터에 완전 의존하는 방법을 사용함으로써 발생하는 불의의 사고에 대처하기 위해, 이와는 다른 방법으로 온실의 환경 정보를 사용자에게 제공하여 각 장치의 개폐 여부 판단을 사용자에게 맡김으로써 기계적인 오류를 최소화 방지하는 것이다. 기존의 시스템에서 주로 사용되었던 주기식 온실 상태 점검은 타이머 주기에 따른 최적화

된 작물 모니터링을 수행할 수 없었으나, 본 연구에서는 타이머 주기 발생을 자원 수행시 이벤트 흐름에 기반한 동적 모니터링을 수행하여 시스템 처리 부하와 모니터링 주기를 최소화하였다. 특히, 제어 시스템의 성능에 따른 모니터링 효과를 극대화할 수 있었다. 이에 주문·판매 시스템을 환경 모니터링 시스템에 추가하여 기존의 부분화된 시스템 기능을 생산자로부터 소비자 영역까지 확장하였다.

4. 결론

본 연구에서는 온실 환경 모니터링을 위해 최적화된 모니터링 엔진과 이를 기반으로 한 온실 환경 제어를 수행하였다. 그리고 온실 환경 모니터링 정보와 재배 작물에 관한 정보를 DB로 구축하였다. 특히, 관련 제어 하드웨어 개발 기술 미비에 따른 온실내 기계적 부품 결함으로 인한 오작동이 빈번하였다. 이에 따른 신뢰도를 높이기 위해 자동 제어 모드를 반자동 제어 모드로 보완하였으며, 주문·판매 시스템을 추가하여 생산자와 소비자를 단일 시스템에서 운용 가능하게 하였다.

또한, 컴퓨터의 사용이 미숙한 사용자들을 위해 GUI 방식으로 터치 스크린을 사용하여 쉽게 사용할 수 있게 구현하였다.

참고문헌

- [1] 박홍복, "시설 원예를 위한 비닐 온실 자동화 관리 시스템 개발", '99년도 부경대학교 산학연 컨소시엄, 1998. 10.
- [2] 권영삼, "국내 원예시설의 유형별 특성과 발전 방향", 국내외 원예 시설의 특성과 시스템에 관한 심포지엄, 한국시설원예연구회, pp.111-125, 1995.
- [3] 민영봉, 박중훈, 이상옥, 정대상, "온실의 복합환경 제어 시스템의 구성", 경상대 시설 원예 연구, pp.151-165, 1994.
- [4] 김문기, "마이크로 컴퓨터를 이용한 온실 환경 제어", 경상대학교 시설 원예 연구, pp.261-331, 1994.
- [5] 조성연, 이병래, 백광진, 김태운, "클라이언트/서버에 기반한 공장 자동화 시스템의 설계와 구현", 정보처리학회 발표회, pp.851-854. 1998.
- [6] 서상진, 박홍식, 박홍복, "온실 환경 자동화 시스템의 설계 및 구현", 한국정보처리학회 제12회 추계학술대회, 1999. 10.
- [7] 홍순호, "Automatic Control of Growth Environment for Plant Factory", 서울대학교 박사학위 논문, 1995. 1