

3세대 온실관제 시스템 운영모델 설계에 관한 연구¹⁾

장대진
계명대학교 산학협력선도사업단
e-mail:djjang@gw.kmu.ac.kr

A Study on the 3rd Operating model for the Crop-Management-System

Dae-Jin Jang
LINC Group, Keimyung University

요 약

ICT 기술의 발달과 농촌의 고령화로 인한 사회적 문제(노동력 부족)를 해결하기 위하여 스마트팜(Smart-Farm) 상품이 많이 운용되고 있다. 하지만, 대부분의 스마트팜 솔루션은 통신기술을 기반으로 개발 및 상품화되었다. 따라서, 시설재배 농가의 요구사항(일관된 생산품질 유지 및 돌발상황 대처 등)이 반영된 스마트팜 상품을 개발하기 위한 제품과는 거리가 멀다. 본 연구에서는 IoT 플랫폼 기반의 시설재배용 스마트 관제시스템 최적화 모델을 개발을 위한 설계 결과를 제시하고자 한다.

1. 서론

최근 스마트폰 및 LTE망, Wi-Fi 등을 이용해 사물인터넷(IoT)을 기반으로 하는 ICT 융합 기술의 사업모델은 이미 많이 제시되었다. 특히, 주변 사물들이 유·무선 네트워크로 연결되어 유기적으로 정보를 수집 및 공유하면서 상호작용하는 지능형 네트워킹 기술 및 환경 구축이 가능해지면서, IoT 패러다임으로 연결된 센서나 장비를 이용하여 상황을 인식하고 이러한 정보를 기반으로 사용자가 원하는 서비스를 제공할 수 있게 되었다.

본 연구에서는 미래의 주축인 IoT 패러다임을 기반으로 ICT(정보통신), BT(바이오), ET(환경) 등 첨단 기술과의 융합이 농업 문제(농업인구 고령화 및 농경지 감소) 해결 방안으로 빠르게 대두될 것으로 예측되어, 대량의 다양한 센서 데이터를 IoT 플랫폼에서 분석하여 의미있는 정보를 도출하여 클라우드 서버(Cloud Server)에 전달하고, IoT 클라이언트는 클라우드 서버에서 정보를 가져와 사용자에게 유용한 서비스를 제공할 수 있는 3세대 온실관제 시스템 운영모델을 설계하였다.

2. 3세대 온실관제시스템 개발의 필요성

○ 기술적 특성

첫째, 현대 농업은 선진국들의 주도 하에 기존 식량 생산 위주에서 벗어나 1차, 2차, 3차 산업과 결합되어 6차 산업으로 확대되고 있다.

둘째, ICT(정보통신), BT(바이오), ET(환경) 등 첨단 기술이 융합된 6차+a 산업으로 진화 중이다.

셋째, 고품질, 고효율화 지원이 가능한 IT 기반 스마트 농업이 노동인구 및 농지 감소, 기상이변 등의 문제해결 방안으로 대두되고 있다.

○ 경제적 특성

첫째, 생산 측면에서 정확한 정보로 생산성을 15~20% 향상시킬 수 있다. 즉, 농업인이 농장관리에 필요한 정보를 스마트폰으로 받아 작업일정, 필요한 자재량을 결정 및 실시간으로 토양의 습도, 기온, 풍량 등의 정보를 보면서 급수시기, 농약살포시기를 결정할 수 있다.

둘째, 유통 측면에서 스마트폰 속 농산물 경매 및 직거래 장터 가능하다.

셋째, 소비 측면에서 소비자가 농산물 생산정보를 직접 확인할 수 있다. 따라서, 잔류농약, 원산지 등 농산물 안전성에 대한 소비자의 확인요구가 증가함에 따라 많은 국가에서 GAP와 이력추적제를 시행하고 있다.

○ 산업적(정책적) 특성

농촌 환경의 고령화 가속화로 인한 인력부족 현상이 갈수록 심화되고 있으며, 국내의 스마트 및 모바일기기의 보급률은 세계최고 수준이며, 이는 다양한 콘텐츠 개발과 융합기술을 통한 6차 산업으로 확산을 기대할 수 있다.

○ 지역적 특성

경상북도 성주 지역은 국내 최고 참외산지이며, 구축된 시설 농가를 대상으로 스마트팜 기술을 적용함으로써, 출하되는 농산물의 품질을 항상 최고로 유지가 가능하다.

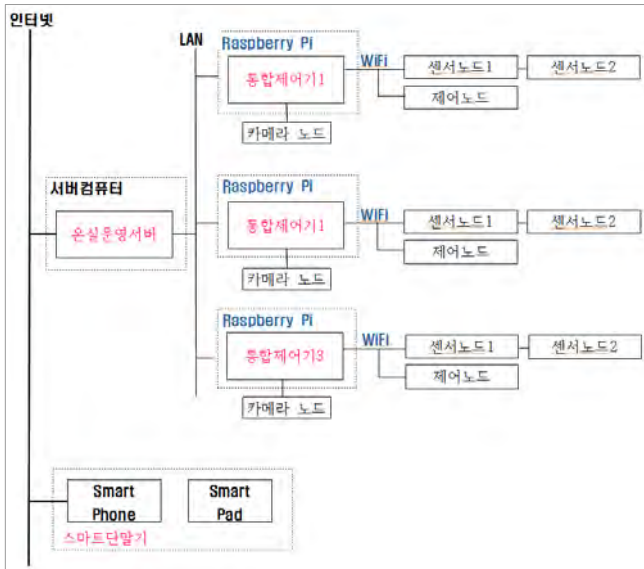
특히, 성주참외의 재배농가는 100% 단동하우스로 이루어

1) 본 연구는 2016년도 계명대학교 연구기금으로 이루어졌음

져 있으며, 그 수는 약 6만 동으로 단연 세계 최대의 단일 품목 집산지이다. 또한, 성주참외는 특히 타 제품보다 과일의 크기가 크고 당도가 높은 것은 일반적인 재배농가의 경험이나 노하우도 있겠지만 생산시설의 기계화와 과학적인 농작물 관리(온습도, 조도, Co2 및 관수관리)에 있다.

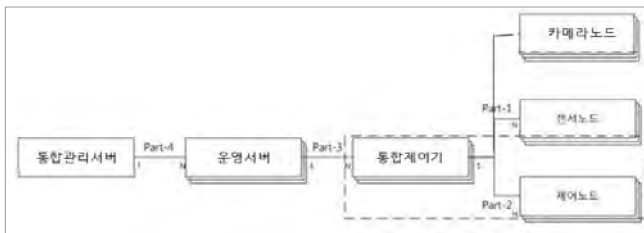
3. 제안 시스템 설계

본 연구에서 제안된 온실관계 시스템 구조 및 구성요소는 (그림 1)과 같다.



(그림 1) 제안된 온실관계시스템 구조

(그림 2)는 4계층 구조(통합관리서버-운영서버-통합제어기-센서/제어/카메라노드)로 구성하여 대규모 IoT 서비스 시스템 구성도이다.



(그림 2) 4계층 구조의 IoT 서비스 시스템 구성도

○ 제안된 온실관계 시스템 구성요소

- ① 온실 통합 관리 시스템과 온실 운영 시스템 간 그리고, 온실 운영 시스템과 온실 통합 제어기간의 통신
 - 인터넷과 같은 IP 기반의 통신을 사용
 - 온실 통합 제어기와 센서 노드/제어 노드 간의 통신은 이더넷, RS485, 계층 제어기 통신망(CAN, Controller Area Network) 등의 유선기반의 통신과 지그비, 무선 랜(WLAN) 등과 같은 무선 기반의 통신을 환경에 맞게 선택적으로 사용
- ② 센서 노드
 - 센서와 통신모듈이 하나로 결합된 구조로 측정된 센싱값을 온실 통합제어기에 전달하는 역할
- ③ 제어 노드
 - 액추에이터와 통신모듈이 결합된 구조로 온실 통합 제어기로부터 전달받은 메시지에 따라 액추에이터가 구동되며 온

실 환경을 제어하는 역할

- ④ 온실 통합 제어기
 - 센서 노드로부터 정보를 수집하고 온실 운영 시스템으로 전달하는 역할과 온실 운영 시스템으로부터 받은 명령을 제어 노드로 전달하는 역할
 - 필요에 따라 프로토콜을 변환하는 역할도 하며 간단한 제어로직을 포함
 - USN에서 게이트웨이의 역할과 유사하며 기능이나 망 구조에 따라 온실 운영 시스템과 통합하여 운영 가능
 - ⑤ 온실 운영 시스템
 - 온실 내·외부 센서로부터 환경 및 작물 생장정보를 모니터링 할 수 있으며, 온실 환경 제어 알고리즘을 통한 운영과 이를 통한 제어가 가능
 - 수집된 데이터를 데이터베이스에 기록 보관하며 저장된 데이터를 바탕으로 영농일지를 작성
 - 온실 운영에 필요한 서비스 및 제어 소프트웨어를 온실 통합 관리 시스템으로부터 다운받아 사용
 - 센서 노드 및 제어 노드의 동작주기 및 장애를 관리
 - ⑥ 온실 통합 관리 시스템
 - 다른 사이트에 위치한 온실 운영 시스템과 데이터 서버를 연동하여 작물 생육 정보를 피드백
 - 센서 노드 및 제어 노드에 따라 필요한 소프트웨어를 온실 운영 시스템에 설치시켜 주는 역할
- 세부적인 기능 개발 항목
- ① 운영 관리 요소
 - 여러 온실에서 설치된 센서 노드 및 온실 통합 제어기를 적합한 각 온실 설치 환경에 맞게 설치 및 통합 관리하며, 환경 및 작물 생장 데이터 등의 수집을 위하여 외부 데이터서버와 연동
 - ② 연결 승인 요청 기능 (온실 통합 제어기 → 온실 운영 시스템)
 - 온실 통합 제어기가 온실 운영 시스템에 연결 승인을 요청하는 기능으로 연결 요청 메시지는 온실 통합 제어기 구성 정보 및 온실 통합 제어기의 프로파일을 포함할 수 있음
 - 온실 통합 제어기의 연결 요청 메시지의 온실 통합 제어기의 프로파일 정보를 보고 온실 운영 시스템은 자신이 가지고 있는 정보(온실 통합 제어기 ID, 제조일련번호 등)를 바탕으로 승인
 - 연결 요청 메시지는 온실 통합 제어기의 전원이 꺼졌다 다시켜지는 경우, 온실 통합 제어기의 구성 정보가 변경되는 경우 등이 있음. 예를 들면, 온실 통합 제어기의 구성 정보가 변경된 경우 연결 요청 메시지를 통하여 변경된 구성 정보를 포함한 메시지를 전송함
 - ③ 정보 알림 기능 (온실 통합 제어기 → 온실 운영 시스템)
 - 온실 통합 제어기는 온실 운영 시스템에게 자신을 포함한 센서 노드 및 제어 노드의 상태 정보 변경 시 알림하는 기능과 환경 정보를 알림하는 기능이 있다. 상태 정보는 각 장치가 서비스 가능한 정상 상태인지 혹은 서비스가 불가능한 장애 상태인지 등의 물리적 상태를 의미
 - 환경 정보는 각 장치의 현재 값을 의미하는 것으로 센서인 경우 센싱값을 의미하고 액추에이터인 경우는 장치의 현재 동작 상태로써, ON/OFF로 제어되는 액추에이터라면 현재

- ON상태인지 OFF 상태인지를 나타냄
- 천창/측창 등의 비례제어가 가능한 액추에이터의 경우, 환경 정보는 천창 위치 값이 됨
- ④ 프로파일 설정/조회 기능 (온실 운영 시스템 ↔ 온실 통합 제어기)
 - 온실 통합 제어기/센서 노드/제어 노드의 프로파일(구성 정보/속성 정보) 설정 및 조회할 수 있는 기능
 - 상태 정보 요청 기능 (온실 운영 시스템 → 온실 통합 제어기)
 - 온실 운영 시스템이 온실 통합 제어기/센서 노드/제어 노드의 상태 정보를 요청할 수 있는 기능
- ⑤ 환경 정보 요청 기능 (온실 운영 시스템 → 온실 통합 제어기)
 - 온실 통합 제어기/센서 노드/제어 노드의 상태 정보를 조회할 수 있는 기능
- ⑥ 액추에이터 제어 기능 (온실 운영 시스템 → 온실 통합 제어기)
 - 환경 제어를 위해 제어 노드에게 제어 명령을 송신하는 기능
- ⑦ 장애 관리 기능(온실 운영 시스템 → 온실 통합 제어기)
 - 온실 통합 제어기/센서 노드/제어 노드의 장애 발생 시 초기화 하는 기능과 기기 전원을 ON/OFF 기능을 제공
- ⑧ 네트워크 상태 체크 (온실 통합 제어기 → 온실 운영 시스템)
 - 온실 통합 제어기가 온실 운영 시스템 간 네트워크의 상태를 주기적으로 모니터링 하는 기능
- ⑨ 연결 승인 요청 기능(온실 운영 시스템 → 온실 통합 관리 시스템)
 - 온실 운영 시스템이 온실 통합 관리 시스템에 연결 승인을 요청하는 기능
 - 연결 요청 메시지에는 온실 운영 시스템의 구성 정보 및 온실 운영 시스템의 프로파일을 포함가능
 - 온실 운영 시스템의 연결 요청 메시지의 온실 운영 시스템의 프로파일 정보를 보고 온실 운영 시스템은 자신이 가지고 있는 정보(온실 운영 시스템 ID 등)를 바탕으로 승인
 - 연결 요청 메시지는 온실 운영 시스템의 전원이 꺼졌다가 다시 켜지는 경우, 온실 운영 시스템의 구성 정보가 변경되는 경우 등이 존재. 예를 들면, 온실 운영 시스템의 구성 정보가 변경된 경우 연결 요청 메시지를 통하여 변경된 구성 정보를 포함한 메시지를 전송
 - 구성 정보가 변경된 경우에는 온실 통합 관리 시스템 변경 구성 정보를 반영
- ⑩ 이력 요청 기능(온실 통합 관리 시스템 → 온실 운영 시스템)
 - 상태 정보는 각 장치가 서비스 가능한 정상 상태인지 혹은 서비스가 불가능한 장애 상태인지 등의 물리적 상태를 의미
 - 환경 정보는 각 장치의 현재 값을 의미하는 것으로 센서인 경우 센싱값을 의미하고 액추에이터인 경우는 장치의 현재 동작 상태로서, ON/OFF로 제어되는 액추에이터라면 현재 ON 상태인지 OFF 상태인지를 나타냄
 - 천창/측창 등의 비례 제어가 가능한 액추에이터의 경우, 환경 정보는 천창 위치 값임
- ⑪ 프로파일 조회 기능(온실 통합 관리 시스템 → 온실 운영 시스템)
 - 온실 통합 제어기/센서 노드/제어 노드의 프로파일(구성 정보/속성 정보)을 조회할 수 있는 기능

- ⑫ 정보 조회 기능(온실 통합 관리 시스템 → 온실 운영 시스템)
 - 온실 통합 관리 시스템이 온실 통합 제어기/센서 노드/제어 노드의 상태 정보를 요청할수 있는 기능
- ⑬ 정보 알림 기능(온실 운영 시스템 → 온실 통합 관리 시스템)
 - 온실 운영 시스템은 온실 통합 관리 시스템에게 자신을 포함한 센서 노드 및 제어 노드의 환경 정보가 특정 임계치를 초과하는 이벤트가 발생하는 경우 알리는 기능. 단 사용자가 설정하는 기능은 온실 운영 시스템의 응용 프로그램 설정 기능에 포함하여 메시지를 정의하지 않음
 - 환경 정보 알림 메시지 : 센서 측정값 및 액추에이터의 동작 값의 현재 환경 정보 값을 온실 운영 시스템으로 전달하기 위한 메시지
- ⑭ 서비스 설치 기능(온실 운영 시스템 ↔ 온실 통합 관리 시스템)
 - 온실 운영 시스템은 온실 통합 제어기에 장애가 발생하였거나 소프트웨어의 업그레이드가 필요한 경우 온실 통합 관리 시스템에서 온실 통합 제어기의 소프트웨어 목록을 조회 가능

4. 결론

본 연구에서는 다음과 같은 연구과제 최종 목표를 가지고 있다. 첫째, 상황인식 기술을 적용한 액추에이터 최적화 운영모델 개발, 둘째, ICT 기술 기반의 농작물 생산성과 품질 향상, 셋째, 빅데이터 분석과 지능적 처방으로 재배 기술의 상위 평준화 기여, 마지막으로, 연구 성과에 대한 현장 이식을 통한 기술상품화에 목적을 두고 있다. 본 논문은 이러한 최종 연구목적의 첫 단계로써 시설재배용 3세대 온실관제 시스템 운영모델에 대해서 설계 결과를 제시하였다.

참고문헌

- [1] 한국정보통신기술협회, “온실관제시스템 요구사항 프로파일 : TTA.KO-06.0286”, TTA Standard, 2012.06.12.
- [2] 한국정보통신기술협회, “온실관제시스템 - 제1부 센서 노드와 온실통합제어기 간 인터페이스 : TTA.KO-06. 0288-Part1”, TTA Standard, 2012.06.12.
- [3] 한국정보통신기술협회, “온실관제시스템 - 제1부 센서 노드와 온실통합제어기 간 인터페이스 : TTA.KO-06. 0288-Part1/R1”, TTA Standard, 2015.04.13.
- [4] 한국정보통신기술협회, “온실관제시스템 - 제2부 제어 노드와 온실통합제어기 간 인터페이스 : TTA.KO-06. 0288-Part2”, TTA Standard, 2012.06.12.
- [5] 한국정보통신기술협회, “온실관제시스템 - 제2부 제어 노드와 온실통합제어기 간 인터페이스 : TTA.KO-06. 0288-Part2/R1”, TTA Standard, 2015.04.13.
- [6] 한국정보통신기술협회, “온실관제시스템 - 제3부 온실통합제어기와 온실운영시스템 간 인터페이스 : TTA.KO-06.0288-Part3”, TTA Standard, 2012.06.12.
- [7] 한국정보통신기술협회, “온실관제시스템 - 제4부 온실운영시스템과 온실통합 관리시스템 간 인터페이스 : TTA.KO-06.0288-Part4”, TTA Standard, 2012.06.12.