

IoT 기반 스마트온실 서비스 프레임워크 표준 소개

최문환, 윤성현, 박주영

한국전자통신연구원

mhchoi@etri.re.kr, shy72@etri.re.kr, jypark@etri.re.kr

Introduction of standard for IoT based smart greenhouse service framework

Mun Hwan Choi, Sung Hyun Yoon, Ju Young Park

Electronics and Telecommunications Research Institute

요약

농업기술과 IoT 기술이 융합된 스마트팜에 대한 기술개발 및 표준화에 대한 요구가 급증하고 있다. 본 논문은 스마트온실 서비스를 위한 프레임워크를 다루고 있는 ITU-T Y.4466 표준에 대하여 소개한다. 온실의 환경상태 및 작물의 생육상태의 감시와 제어를 위한 다양한 센서와 구동기, 제어기 및 운용시스템으로 구성된 스마트온실 및 스마트온실 서비스의 개념을 설명하고 스마트온실, 스마트온실 서비스 이용자 및 제공자가 갖추어야 할 요구조건, 스마트온실 서비스 참조모델과 각 기능객체의 역할 및 상호간 인터페이스에 대하여 설명한다.

I. 서론

최근 IoT(Internet of Things) 기술의 비약적인 발전과 함께 농업 분야에 IoT 기술을 접목한 스마트팜(smartfarm) 기술개발 및 표준화를 위한 노력이 본격화 되고 있다. ITU-T Study Group(SG) 13에서는 2012년부터 스마트팜에 대한 기준모델, 서비스 및 네트워크 성능에 대한 표준화를 진행하여 2015년 Y.4450을 개발한 바 있다. 또한 스마트팜 생산 전 단계의 서비스 모델을 규정하고 있는 Y.2244, 네트워크 기반의 스마트팜 질병관리 서비스 모델을 다루는 Y.2243 등 지속적인 표준화 연구가 진행되었다. 이후 IoT 및 스마트 시티에 대한 표준화 중요성에 강조됨에 따라 2016년 설립된 SG20에서는 온실과 같은 시설원예 분야에 IoT 기능을 적용하기 위한 표준인 Y.4466이 2020년 1월 개발이 완료되었으며 스마트축산 분야에 대한 서비스 모델 표준인 Y.SLF(Smart Livestock Farming based on Internet of Things) 개발이 진행 중에 있다[1]. 본 논문에서는 IoT 기반의 스마트온실(smart greenhouse) 서비스에 대한 요구조건, 레퍼런스 모델, 기능구조 및 인터페이스와 부록으로 스마트온실 서비스 유즈케이스 및 최적 생육 모델의 예시를 다루고 있는 ITU-T Y.4466 표준의 주요 내용에 대하여 소개한다.

II. 스마트온실 서비스 프레임워크

1. 스마트온실 및 스마트온실 서비스의 개념

전통적인 온실은 수동적인 환경조건 제어, 환경상태 모니터링을 위한 지속적인 인력투입 및 경험부족에 따른 시행착오 등의 단점을 가지고 있으며, 이를 극복하기 위하여 센서, 구동기와 같은 IoT 디바이스, 제어기 및 관리시스템 등이 접목된 스마트온실이 도입되고 있다. 스마트온실은 작물의 생육환경 상태와 작물재배 상태를 관찰하고 환경조건을 자동적이고 지능적으로 제어함으로써 작물재배를 위한 시공간적인 자유와 인건비의 절감, 에너지 등의 리소스 소비를 최소화할 수 있도록 한 것으로[2], 최적 생육 모델 기반의 작물 생육조건 설정, 센서 디바이스를 이용한 환경 상태 및 생육 상태 감시/제어, 구동기를 통한 생육 환경 제어 등의 기능을 갖는다. 또한 스마트온실 서비스는 정밀농업을 수행하는 스마트온실, 다양한 환경조건 및 작물 재배조건에 따른 관리 전략을 제공받는 스마트온실 서

비스 이용자 및 이를 위한 다양한 서비스를 제공하는 스마트온실 서비스 제공자로 구성되며, 다음과 같은 기능을 통해 생산성의 극대화 및 이용자 편의를 제공을 도모한다[3]. 그림 1은 스마트온실 서비스에 대한 개념도를 보인다.

- 센서를 통해 수집된 환경정보 및 생육정보의 상관성 분석
- 특정 작물에 대한 최적 생육 모델 도출 및 공유
- 최적 생육 모델을 통한 생산성과 품질 개선
- 이용자 경험 공유를 통한 시행착오 감소
- 자원 관리 전략 및 마케팅 전략 수립

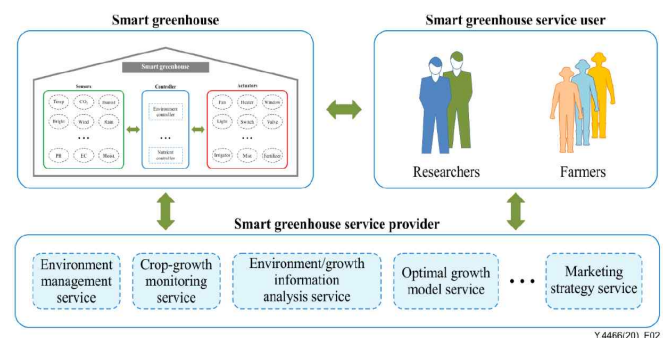


그림 1. 스마트온실 서비스의 개념도

2. 스마트온실 서비스 요구조건

스마트온실은 최적 생육 조건 설정과 생산성, 품질 개선을 위해 다양한 센서와 구동기를 필요로 하며 환경조건 및 생육조건 감시기능, 이용자와 서비스 제공자에 대한 환경 및 생육상태 정보의 실시간/비실시간 제공 및 보고기능, 환경조건 제어기능 및 제어를 위한 센서 및 구동기 동시처리기능, 이용자 요구에 따른 특정 구동기 조작기능, 제어명령에 대한 실행결과 보고기능, 작물 재배 활동 기록기능 및 환경상태 이력데이터 유지기능이 요구된다. 또한 필요에 따라서 감시와 조절이 필요한 생육조건과 환경조건 특정기능과 서비스 제공자의 지시에 따른 특정 구동기 조작기능, 서비스 제공자에 대한 작물 재배정보 제공기능과 스마트온실의 원활한 운용을 위해 센서 및 구동기, 제어기 등의 디바이스 상태를 이용자나 사업자에게 제공할 수 있는 기능 또한 요구된다.

아울러 스마트온실 서비스 제공자는 최적 생육 모델 도출을 위한 특정 스마트온실의 실시간/비실시간적인 환경 및 생육상태 정보 수집기능, 수집된 정보 기반의 최적 생육 모델 수립 및 제공기능, 이용자의 수익성 극대화를 위한 시장정보(예측 시장가격 등) 제공기능이 요구되며, 필요에 따라서는 스마트온실 관리전략 수립을 위한 이용자의 리소스(전력, 물, 비료 등) 투입 정보나 생산 정보를 수집할 수 있는 기능을 가져야 한다.

스마트온실 이용자는 스마트온실의 자동적인 운용을 위해 서비스 제공자로부터의 최적 생육 모델 중 하나를 선택하고 이를 적용할 수 있으며, 서비스 제공자와의 통신장애 상황에 대비하여 수동적으로 스마트온실을 조작할 수 있어야 한다. 또한 이용자의 리소스 투입정보와 생산정보를 서비스 제공자에게 제공할 수 기능을 갖추어야 한다.

3. 스마트온실 서비스 참조모델 및 각 기능의 역할과 인터페이스

그림 2는 스마트온실 서비스 참조모델을 보이는 것으로 기존의 IoT 참조모델(Y.4000)을 기반으로 하고 있으며 다음과 같은 6가지 기능을 추가하였다.

- 센싱기능(sensing function) : 환경 및 생육 상태정보 수집 및 제어기능으로의 전달, 각 센서에 대한 정보(타입, 위치, 및 센스값의 단위 등)를 관리기능으로 전달
- 구동기능(actuating function) : 제어기능으로부터의 제어명령에 따른 구동기 동작, 각 구동기에 대한 정보(타입, 위치, 운용상태 등)를 관리기능으로 전달
- 제어기능(control function) : 운용기능으로부터의 생육 모델 정보 또는 구동기의 운용상태 정보에 따른 구동기 제어명령의 생성, 제어명령을 구동기능으로 전달, 센싱기능 및 구동기능으로부터의 환경 및 생육상태 정보를 운용기능으로 전달
- 운용기능(operating function) : 이용자의 경작 경험에 기반을 둔 특정 작물에 대한 최적 환경제어 조건의 생성, 제어기능으로부터의 환경 및 생육상태 정보를 통합기능으로 전달
- 통합기능(integration function) : 운용기능으로부터의 스마트팜(스마트온실들로 구성된) 환경 및 생육상태 정보의 축적과 최적 생육 모델 도출, 도출된 최적 생육 모델을 운용기능으로 전달
- 관리기능(management function) : 환경 및 생육상태 정보의 관리, 정보전달을 위한 제어기능, 운용기능 및 통합기능과의 상호작용

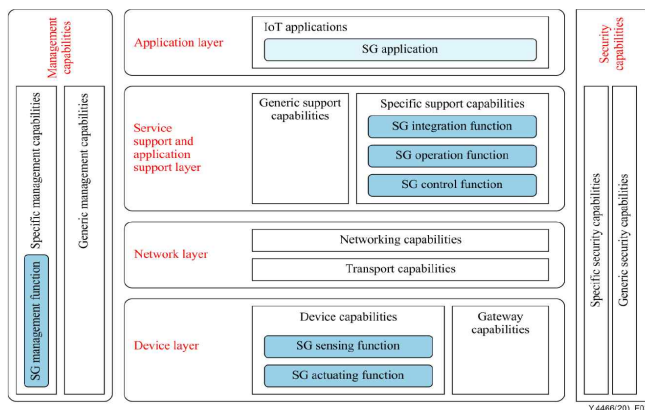


그림 2. IoT 참조모델 기반 스마트온실 서비스 참조모델

이와 같은 각 기능들의 역할에 따라 스마트온실 서비스는 크게 각 스마트온실의 환경 및 생육상태 정보의 전달과 스마트온실에 대한 제어명령 전달의 두 가지 형태의 정보 흐름을 제공한다.

- 환경 및 생육상태 정보의 생성과 소비 : 센싱기능이 생성한 환경 및 생육상태 정보는 제어기능, 운용기능, 통합기능 및 이용자에게 전달

- 생육조건의 생성과 제어명령의 수행 : 바로 이전의 정보흐름에 따른 정보는 각 작물에 대한 최적의 생육조건 도출을 위해 활용되며, 통합기능은 이러한 최적 생육 조건을 유지하고 관리하며 운용기능에 이를 전달, 운용기능은 전달된 최적 생육 조건을 이용자의 요구에 따라 수정하고 이를 제어기능에 전달, 제어기능은 전달된 정보에 따른 적절한 제어명령을 구동기에 전달

이와 같은 일련의 기능을 효율적으로 수행하기 위해 그림 3과 같이 스마트온실 서비스 제공자와 사용자간 16개의 인터페이스를 정의한다.

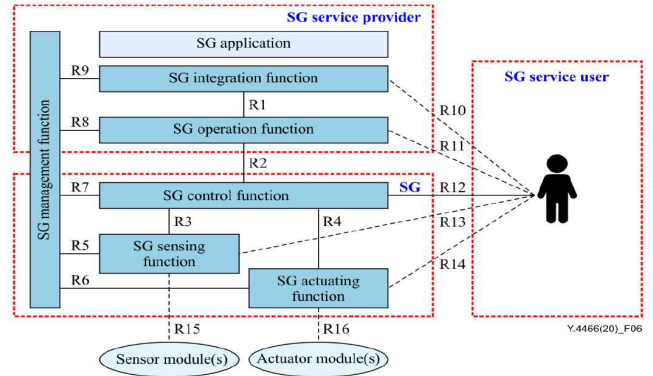


그림 3. 각 기능간 인터페이스 포인트

III. 결론

최근 스마트온실과 같은 스마트팜의 중요성이 날로 증가하고 있으며 국내외에서는 관련 기술시장을 선점하기 위한 노력을 기울이고 있으나 이를 위한 표준의 부재로 제조사별 상이한 규격을 갖는 제품들이 개발되고 있어 상호호환성과 연동에 많은 문제점들이 드러나고 있다. 특히 클라우드(cloud) 기반의 스마트팜 관제의 필요성이 대두되면서 단독형 스마트온실은 물론 클라우드 기반의 스마트온실 관제 서비스에 대한 필요성이 높아지고 있다. 이에 본 논문에서는 IoT를 접목한 스마트온실 서비스에 대한 프레임워크를 다루는 ITU-T Y.4466 표준의 스마트온실 서비스 제공을 위한 구체적인 기능과 요구사항, 각각의 기능 개체간 상호 인터페이스를 소개함으로써 이중 형태를 갖는 스마트온실 서비스간 상호연동 가능성을 확대하고 향후 국내 시장은 물론 해외 시장에서의 경쟁력 향상을 위하여 활용될 것으로 기대한다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원 첨단생산 기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(317015-6)

참 고 문 헌

- [1] 윤성현, 박주영, 최문환, 이창규, 강신각, “스마트팜”, ETRI Insight, pp. 29-30, 2019.2.
- [2] 박주영, “ITU-T SG13, SG20 스마트팜 표준화 동향” pp.37, SEP Inside, 2020.06.
- [3] ITU-T Y.4466, “Framework of smart greenhouse service” 2020.01.