

스마트온실 서비스를 위한 데이터 요구사항에 관한 연구

윤성현, 최문환, 박주영

한국전자통신연구원 표준연구본부

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

A Study on the Data Requirements for Smart Greenhouse Service

Sunghyun YOON, Choi Mun-Hwan, Juyoung Park

Protocol Engineering Center, Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

스마트 온실의 IoT 장치들이 생성하고 소비하는 데이터는 기하급수적으로 증가하고 있다. 방대한 양의 데이터를 효율적으로 관리 및 분석하고, 분석된 데이터에 기반한 다양한 서비스를 창출하기 위해서는 데이터 수집 및 관리 체계를 포함하는 정형화된 데이터 모델이 필요하다. 특히, 이중 밴더간 상호 호환성을 보장하기 위해서는 이중 기기가 생성하고 소비하는 데이터의 호환성을 보장하여야 한다. 현재 활용되는 스마트 온실 데이터 모델은 각 제조사마다 특화되어 있기에, 장치 간 상호 호환성을 보장하지 않으므로 이중 장치간 실시간 데이터 통신뿐만 아니라 데이터셋 교환을 위한 데이터 공유 또한 어렵다. 본 논문에서는 스마트 온실 서비스를 위한 데이터 참조모델을 정의하기 위한 주요 데이터 항목과 이들에 대한 요구사항을 도출한다.

I. 서 론

스마트 온실은 작물의 생육환경을 제어함으로써 생산성을 향상시켜왔다. 스마트 온실이 지속적으로 확산됨에 따라, 축적되는 데이터는 기하급수적으로 증가하고 있다. 최근에는 빅데이터를 활용한 인공지능 기술을 스마트 온실에 적용하기 위한 시도가 대두되면서 데이터에 대한 중요성이 더욱 주목받고 있다. 예로, 병해충 방제, 농장 자율 제어 등 데이터 기반의 지능형 스마트 온실 서비스에 대한 요구가 매우 가파르게 증가하고 있다. 이러한 스마트 온실 지능화 요구에 부응하기 위해서는 데이터를 잘 축적하고, 축적된 데이터를 잘 활용할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 무엇보다도 스마트 온실의 다양한 장치들이 생성하고 소비하는 데이터들이 서로 잘 호환될 수 있게 하는 것이 중요하다.

II. 본 론

스마트 온실에서 생성되고 활용될 수 있는 작물생육 관련(Crop-growth related) 데이터는 크게 설정형과 측정형의 두 가지 유형으로 구분될 수 있다. 설정형 데이터(Configuration Data)는 스마트 온실 시설 및 작물 생육을 대상으로 스마트 온실 서비스를 활용하기 위해 데이터 사용자의 의해 자체적으로 설정하여 사용할 수 있는 데이터이다. 따라서 설정형 데이터는 일종의 정의형 데이터로서, 사용자 친화적인 특성을 가진다.

반면, 측정형 데이터(Measurement Data)는 스마트 온실 시설에 설치된 장치로부터 측정되거나, 또는 농장 외부의 제 3자로부터 제공받아 사용할 수 있는 데이터로서, 농장 외부로부터 제공받는 데이터는 외부의 장치를 통해 측정되어 인터넷 등과 같은 통신 네트워크 수단을 통해 전송받거나, 제 3자에 의해 구축된 데이터베이스를 구매하여 획득할 수 있다.

두 유형의 데이터는 별도의 데이터가 아닌 상호 연관성을 가진 상태로 관리되어야 하는데, 예로써, 과거 특정 기간 동안의 스마트 온실 상태를 알기 위해서는 온실의 형상 및 장치설치정보를 포함하는 온실 설정 정보, 온실 내 환경상태, 온실 내 장치들의 상태 등이 동시에 복합적으로 제공될 필요가 있다.

1. 스마트온실 서비스 데이터 일반 요구사항

스마트 온실에서 사용될 수 있는 데이터는 스마트팜을 운영하는 목적에 따라 다양하게 존재할 수 있다. 스마트 온실에서 활용되는 데이터는 특정 목적에 따라 다양하게 수집될 수 있으며, 추후 스마트 온실 데이터 분석을 통한 최적 생육 모델 발굴 등 스마트 온실 서비스에 활용될 수 있다.

이를 위해 스마트 온실 사용자 및 서비스 제공자는 서비스의 목적에 따라 저장된 데이터를 다양한 측면으로 분석하여 가공하여 활용할 수 있어야 한다. 결국 스마트 온실 데이터는 각 데이터 인스턴스가 관리될 수 있어야 의미 있는 데이터 분석이 가능해진다. 추후 각각의 식별자로 구분된 데이터 인스턴스들은 데이터 관리 시스템에 의한 상호 연계 작업을 통해 새로운 데이터 뷰가 제공될 수 있다. 또한, 스마트 온실 데이터는 다수의 사용자가 활용할 수 있으며, 각 사용자는 데이터의 종류에 따라 각기 다른 권한을 가진다. 예로 설정형 데이터의 경우 생성 및 수정은 데이터 관리자가 하며, 데이터 사용자는 사용 목적에 따른 일부 데이터에 대한 조회 권한만 가질 수 있다. 스마트 온실 데이터는 다음 일반 요구사항을 가진다.

- 스마트 온실 데이터는 데이터 관리 시스템 (Data Management System; DMS)에 저장되어 관리되어야 한다.
- 스마트 온실 데이터의 생성, 검색, 삭제, 수정 (Create, Retrieve, Update, Delete; CRUD) 등의 연산이 가능해야 한다.
- 작물 생육 과정 분석을 위해서는 과거 특정 기간 동안의 스마트 온실 내 환경 및 작물의 상태에 관련된 데이터를 분석할 수 있어야 한다.
- 스마트 온실 데이터의 효율성을 제고하기 위해서는 시간 및 공간 데이터와 결합될 수 있어야 한다.
- 시간 데이터는 연, 월, 일, 시, 분, 초 단위로 관리될 수 있어야 한다. 또한, 시간을 다루는 일관된 형식의 표기가 지정되어야 한다.
- 시간 데이터 초 단위의 경우 장치가 지원하는 소숫점 이하 자리까지 표기될 수 있다.
- 시간 데이터의 표현 방법에 있어서 기본적으로 데이터 관리 시스템이 사용하는 시간 표기를 준용하는 것이 권고된다.
- 공간 데이터는 절대적 위치와 상대적 위치를 구분하여 관리될 수 있어야 한다.

- 야 한다. 또한, 2차원 공간과 3차원 공간을 모두 표기할 수 있어야 한다.
- 절대적 위치는 GPS 등 장치에 의해 측정하며, 상대적 위치는 관리자가 지정한 기준 위치로부터 상대적인 방향과 거리로 정의하는 것이 권고된다.
- 데이터 관리 시스템에 의해 관리되는 모든 스마트 온실 데이터는 각 데이터 인스턴스를 구분할 수 있는 식별자가 함께 관리되어야 한다.
- 식별자의 표기는 ITU-T X.667 권고안을 준용하는 것이 권고된다.
- 모든 스마트 온실 데이터는 사용자에게 따라 접근, 사용, 관리 권한이 구분되어야 한다.
- 모든 사용자 권한을 포함하는 최상의 관리자 권한이 보안이 확보된 특정 사용자에게 부여되어야 한다.
- 사용자 권한은 관리 편의 및 복잡성 해소를 위해 사용자 그룹별로 관리되는 것이 권고된다.

2. 설정형 데이터 요구사항

- 설정형 데이터는 스마트 온실 관련 기본적 정보를 나타내며 특정 기준에 따라 농가에서 직접 입력하여 활용할 수 있는 데이터이다. 설정형 데이터는 초기 입력 이후에는 정보의 변경 작업이 거의 수행되지 않는 특성이 있다. 설정형 데이터는 데이터 관리자에 의해 입력되어 활용되는 특성상 데이터와 정보의 성격을 함께 가지고 있다. 데이터와 정보의 구분은 목적 및 의도의 반영 여부에 따른다. 데이터가 현실 세계에서 측정되고 수집된 사실 또는 값이라면, 정보는 특정 목적이나 의도가 반영되도록 가공된 데이터이다. 설정형 데이터는 다음과 같은 요구사항을 가진다.
- 설정형 데이터는 데이터의 변경(생성, 수정, 삭제)에 대해 이력이 관리되어야 한다.
 - 데이터의 변경 이력에는 변경시간, 수정내용, 변경을 수행한 사용자 정보 등이 포함하는 것이 권고된다.
 - 데이터의 변경 이력에 따른 버전별 데이터가 관리 되는 것이 권고된다.
 - 설정형 데이터의 종류에는 농장정보, 온실정보, 장치정보, 장치설치정보, 사용자정보 등이 포함되어야 한다.

3. 측정형 데이터 요구사항

- 측정형 데이터는 스마트 온실에 활용되는 장치에 의해 측정되거나 또는 기존 데이터를 단순 가공하여 획득할 수 있는 데이터이다. 여기서 단순 가공이 의미하는 바는 스마트 온실에 활용되는 장치에 추가적인 사양 변경이 필요 없이 기존 장치를 그대로 활용하여 데이터의 변형을 가할 수 있는 수준으로, 예로서 데이터 단위 변환 등이 될 수 있다. 측정형 데이터의 종류는 다음과 같은 유형으로 세분될 수 있다.
- 환경상태 데이터: 스마트 온실 내외의 환경을 나타내는 데이터로서, 센서와 같이 스마트 온실의 환경을 측정하는 장치에 의해 획득되거나, 날씨 데이터와 같이 제 3자로부터 제공될 수 있다.
 - 생육상태 데이터: 스마트 온실에서 생육되는 작물의 상태를 나타내는 데이터로서, 작물의 종류에 따라 다양한 특성을 가진다. 작물의 생육상태는 작물의 종류에 따라 측정 방법 및 대상이 상이하므로 통상 작물별로 다루게 된다.
 - 장치상태 데이터: 스마트 온실의 환경 및 작물의 생육상태를 측정하고 제어하기 위한 장치의 상태를 나타내는 데이터로서, 제어 명령에 따른 장치의 수행 결과를 나타낸다.
 - 차원 데이터: 기존 데이터와 융합 또는 비교하여 데이터의 가치 제고 및 새로운 가치를 창출하기 위해 활용될 수 있는 데이터로서, 시점(timestamp), 좌표(coordinate) 등 별도의 장치 또는 시스템에 의해 측정될 수 있는 데이터뿐만 아니라, 우선순위(priority), 가중치(weight) 등 인접요인이 적용된 데이터도 포함된다.

측정형 데이터는 우선적으로 데이터관리시스템(DMS)에 의해 관리되고

데이터 분석 작업에 원활하게 활용될 수 있도록 컴퓨터연산(computing)이 가능한 형태로 표현되고 다루어져야 하며, 이를 위해 컴퓨터연산이 가능한 형태인 수치(numeric), 불리언(Boolean) 등으로 다룬다.

스마트 온실 데이터의 유의미성을 확보하고 데이터의 가치를 제고하기 위해서는 각 측정 데이터가 언제 그리고 어떤 장치를 통해 (또는 어디서) 측정되었는지에 따라 구분될 필요가 있다. 장치에 의해 기계적으로 생성되는 측정형 데이터에는 수많은 무의미한 데이터가 섞여 있을 가능성이 크기 때문에, 데이터의 유효범위를 벗어난 측정값은 측정오류로 무시함으로써 데이터 저장공간 및 컴퓨터 자원의 효율을 높이고, 데이터 분석 시 통계적 오류를 줄일 수 있다. 아울러 서로 다른 데이터 단위를 가진 장치가 생성하는 데이터는 지정된 데이터 단위로 치환하여 사용될 필요가 있다. 측정형 데이터는 장치의 특성에 따라 동일 유형의 데이터라 하더라도 측정값이 다를 수 있다. 측정값의 오차범위 내 차이는 무시할 수 있다. 측정형 데이터는 다음과 같은 요구사항을 가진다.

- 측정형 데이터는 측정되는 시점과 연결되어야 한다. 즉, 측정형 데이터는 시간 데이터가(timestamp) 함께 관리되어야 한다.
- 측정형 데이터는 장치설치정보와 연결되어야 한다. 즉, 측정형 데이터를 생성하는 장치의 설정 데이터와 함께 관리되어야 한다.
- 측정형 데이터는 측정값, 측정시간, 측정위치, 측정장치정보가 동시에 함께 관리되는 것이 권고된다.
- 측정형 데이터는 유효범위가 관리되어야 한다.
- 측정형 데이터는 데이터의 단위가 관리되어야 한다.
- 측정형 데이터의 단위는 온실 또는 농장 내 모든 장치들에 일관된 단위로 적용될 수 있도록 하는 것이 권고된다.
- 측정형 데이터는 오차범위가 관리되어야 한다.

III. 결론

미래의 스마트 온실은 현재보다 더욱 더 많은 다양한 장치들이 설치될 것이다. 이에 따라, 클라우드, 인공지능, 빅데이터 기술과 연계되어 다양한 신규 스마트 온실 서비스들이 창출되어, 농가 및 농업연구자들에게 제공될 것이다. 이 논문은 스마트 온실 서비스를 위한 데이터 참조 모델을 정의하기 위해 주요 데이터 항목과 이들에 대한 요구사항을 정의하였고, 이를 통해 미래 스마트 온실의 상호호환성을 보장하고 특정 벤더에 대한 의존성을 해결하며, 아울러 스마트 온실 서비스를 위한 데이터 수집 및 관리가 보다 용이하게 진행될 것으로 전망한다.

ACKNOWLEDGMENT

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림수산식품기술기획평가원, (재)스마트팜연구개발사업단의 스마트팜다부처패키지혁신기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(421021-03)

참 고 문 헌

- [1] 윤성현 외, “스마트팜”, ETRI Insight, pp. 29-30, 2019.02..
- [2] 윤성현 외, “오픈 소스 기반 스마트팜 플랫폼 표준기술 검증에 관한 연구”, 한국통신학회 하계학술발표회, 2021.08.
- [3] 윤성현 외, “데이터 기반 스마트팜 전망”, 한국통신학회 동계학술발표회, 2022.02.
- [4] 윤성현 외, “엣지클라우드 기반 스마트팜 진화구조”, 한국통신학회 하계학술발표회, 2022.06.