

## 스마트팜 장치 표준 기술 분석 및 검증

윤성현, 최문환, 박주영

한국전자통신연구원 표준연구본부

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

## SmartFarmDeviceStandardTechnologyAnalysisandVerification

Sunghyun Yoon, Mun-Hwan Choi, Jooyoung Park

Protocol Engineering Center, Electronics and Telecommunications Research Institute

## 요약

최근 IoT기술의 발전으로 인해, 예전에 기술적 제한으로 구현되지 못했던 다양한 많은 제품과 서비스들이 점차 실현 가능해짐에 따라, 농업분야 또한 IoT 기술의 활용을 통해 스마트팜 구현이 가능해지고 있다. 본 논문에서는 다양한 사물인터넷 유무선 연결기술 환경에서 사물들간 논리적인 상호연동성을 보장하는 미들웨어 표준 기술인 OCF가 제공하는 오픈소스 소프트웨어인 IoTivity를 활용한 스마트팜 장치 구현을 통해 스마트팜을 위한 표준기술 분석 및 장치 적용성을 검증하였다.

## I. 서론

사물인터넷(IoT)이 차세대 ICT산업의 핵심으로 주목 받으며 다양한 영역에 적용하려는 시도가 확대되고 있는 가운데 가장 주목받고 있는 분야 중 하나가 스마트팜이다. 스마트팜은 기존의 농업에 IoT 등 ICT 기술을 융합하여 생산성과 효율성을 제고함으로써 고부가가치 창출을 추구하는 첨단 농업 기술로서, 다양한 IT기기들이 활용된다[1].

스마트팜의 일반적인 구성은 생육 및 환경 정보를 모니터링 하기 위한 센서 장치(온도, 습도, CO<sub>2</sub>, 토양, 양분 등), 스마트팜 시설을 제어하는 구동기(창개폐기, 환기, 난방, 관수, 관비 등), 각 시설에 부착된 장치들을 제어하는 제어기, 그리고 이들을 통합적으로 관리하는 운영관리시스템 등으로 구성된다. 센서 및 구동기는 센서 및 구동기 장치와 이들과 연동되어 제어기를 통해 운영시스템까지 연결되는 센서 및 구동기 노드로 세분될 수 있다. 운영관리시스템은 인터넷을 통해 클라우드와 연결되어 원격에서 스마트팜 관리도 가능한 수준으로 진화하고 있다[2].

현재 보급되고 있는 스마트팜 장비는 생산업체마다 제품규격이 다르기 때문에 상호 호환성이 보장되지 않는다. 이는 농가의 입장에서는 다양한 기자재를 구비하는데 문제가 된다. 즉, 특정 기능을 가진 다른 생산업체의 장비를 새로이 도입하고 싶어도 기존 장비와 호환되지 않기 때문에 할 수가 없다. 또한 생산업체의 입장에서 호환성이 없는 경우 신규 구축이 아닌 이상 자사의 장비를 적용할 수 있는 여건이 안되기 때문에 자연스레 판매의 입지가 좁아지게 된다. 따라서 스마트팜 기자재의 상호호환성 확보는 사용자 및 제조사에 매우 중요한 요구사항이 된다.

본 논문에서는 OCF[3] 기반 스마트팜 데이터 모델 표준 기술을 분석하고, OCF가 제공하는 오픈소스 소프트웨어인 IoTivity[4]를 활용한 테스트베드를 구현함으로써, IoT 장치간 상호 호환성을 담보할 수 있는 표준기술의 스마트팜 적용을 위한 개념검증을 수행하였다.

## II. 본론

OCF (Open Connectivity Foundation)는 IoT관련 국제 표준화 기구로서 전세계의 많은 IoT기업들이 참여하고 있고, 표준개발과 동시에 오픈 소스 프로젝트도 동시에 진행함으로써, 규모뿐만 아니라 생태계 확장에서도 타 표준화 기구에 비해 비교우위에 있다.

OCF는 다양한 IoT 유/무선 연결 기술을 활용하여, 상호 연동성을 이용하여 구축하고 있으며, 스마트홈, 자동차, 물류, 헬스케어 등 다양한 IoT 서비스를 개발할 수 있도록 구성되어 있다. OCF는 IoT을 구현하는 REST 구조 기반으로, 경량의 프로토콜(coap)로 디바이스들을 연결하고, 서로 연동시킬 수 있다. 특히, OCF의 가장 큰 장점은 무상특허정책으로, OCF 회원으로 가입하면 회원사간 OCF 관련 기술들의 모든 소유 특허는 무상으로 사용 가능하다.

OCF는 리소스 모델에 의해 클라이언트-서버 모델로 동작하게 되는데, 리소스를 제공하는 장치는 서버로, 리소스를 요청하는 장치는 클라이언트로 동작한다. 스마트팜 환경에 적용되는 일례로서, 센서 및 구동기 등의 스마트팜 기자재는 서버로서, 사용자 인터페이스를 통해 스마트팜 시설을 제어할 수 있는 운영관리시스템은 클라이언트로서의 기능이 탑재될 수 있다. 이는 OCF를 지원하는 모든 기기들간 상호 호환성에 따라 스마트폰, 태블릿 등을 포함하여 TV 등과 같은 가전대 가전들까지도 연결될 수 있음을 의미한다.

그림 1은 본 논문에서 구현한 OCF 기반 스마트팜 시스템의 구성이다. 스마트팜 시스템은 센서와 구동기의 역할을 담당하는 노드(서버)와 제어기의 역할을 담당하는 컨트롤러(클라이언트)로 구성된다.

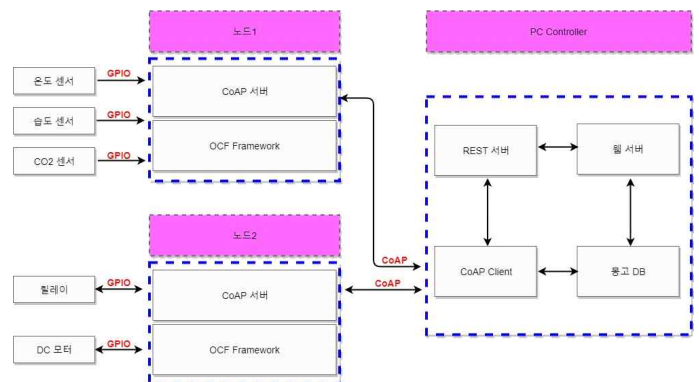


그림 1 - 스마트팜 시스템 구성

리소스를 제공하는 서버의 역할을 담당하는 노드는 온도, 습도, CO<sub>2</sub> 등의 센서모듈과 연결되는 센서노드와 릴레이, DC모터가 연결되는 구동기노드로 구성된다. 센서노드 및 구동기노드는 라즈베리파이에 구현하였으며, 센서 및 구동기 모듈은 GPIO를 통해 동작한다.

센서 노드는 부팅 후 정기적으로 상태를 DB서버로 전달한다. 센서 노드는 웹서버로부터(사용자UI) 상태를 요구하는 메시지가 수신되면 현재의 센서값을 즉시 응답한다. 구동기 노드는 부팅 후 정기적 또는 비정기적으로 상태를 DB서버로 전달한다. 구동기 노드는 제어 메시지를 수신하면 정해진 동작을 수행한다. 메시지 전달은 CoAP을 통해 전달된다.

서버 노드에는 IoTivity 기반의 CoAP 서버가 탑재되어 센서모듈이 생성하는 리소스 데이터를 주기적으로 CoAP 클라이언트로 전송한다.

서버노드로부터 데이터를 수신하고 서버로 제어메시지를 송신하는 제어기에 해당하는 클라이언트의 역할을 담당하는 컨트롤로는 CoAP메시지 수신을 위한 CoAP 클라이언트, 운영관리시스템과의 통신을 위한 REST 서버, 센서 및 구동기 노드가 제공하는 리소스를 저장하기 위한 몽고DB, 사용자 인터페이스를 위한 웹 서버 등으로 구성된다. 컨트롤로 또한 라즈베리파이에 구현되었으나 센서 및 구동기 모듈과 연결될 필요가 없기 때문에 리눅스 커널을 사용하는 PC에서 구동될 수 있다.

웹서버는 주기적으로 몽고 DB에서 데이터를 읽어낸다. 다만 실시간 데이터를 필요할 경우에는 REST 서버를 통하여 얻어오게 된다. 편의상 웹서버가 동일 시스템에 구현하였지만, 웹서버는 운영관리시스템의 역할을 담당하기 때문에 논리적으로는 별도의 시스템에 탑재된다.

CoAP Client는 주기적으로 센서 및 구동기 노드(CoAP 서버)에 데이터를 요청하고, CoAP 서버에서 얻어온 데이터를 DB에 저장한다. REST 서버는 CoAP Client를 통하여 실시간 데이터를 얻어온다.

그림 2는 스마트팜 시스템의 센서 및 구동기 노드가 생성하는 리소스 정보를 저장하기 위한 몽고DB 컬렉션이다. 컬렉션은 센서 및 구동기 등이 탑재는 노드와 각 센서에 대한 컬렉션으로 구분될 수 있다. 노드 컬렉션은 각 장치들을 구분하기 위한 식별자로서 id, 센서 및 구동기 노드를 구분하기 위한 장치 type, 데이터로서 노드이름, 노드에 할당된 주소, 노드의 상태, 저장시간 등이 포함되며, 센서컬렉션은 각 장치를 구분하기 위한 식별자로서 id, 장치를 구분하기 위한 장치 type, 데이터로서 연결된 노드의 id, 센서의 타입, 센서의 값, 센서 값의 단위, 센서의 상태, 센서의 정상여부, 저장시간 등이 포함된다.

Collection ocf - Document <node>	Collection ocf - Document <sensor>
<pre>{   "uniqueKey":"number", // 각 장치들을 구분   "id": "number", //id   "type":"string", //node, sensor 두가지 중 하나   "data":{     "name":"string", //노드 이름     "ip":"string", //노드에 할당된 ip     "status":"string", //노드 상태     "timestamp":date //저장시간   } }</pre>	<pre>{   "uniqueKey":"number", // 각 장치들을 구분   "id": "number", //id   "type":"string", //node, sensor 두가지 중 하나   "data":{     "nodeid":"number", //연결된 노드의 id     "type":"string", //센서의 타입     "value":"string", //센서의 값, 없으면 null     "unit":"string", //센서 값의 단위, 없으면 null     "status":"string", //센서의 상태 (on/off)     "device status":"string", //센서 정상 동작 여부     "timestamp":date //저장시간   } }</pre>

그림 2 - 노드 및 센서 컬렉션

스마트팜 시스템 장치 상호연동을 위해 기존 리소스 타입을 기반으로 일부 리소스 타입을 신규로 정의하여 활용 하였다.

- 1) CO<sub>2</sub> 센서: 기존 이산화탄소 센서 리소스 타입에서 일정 농도의 CO<sub>2</sub> 초과 여부만 표시에서 이산화탄소의 농도 값을 대기질 리소스 타입과 같이 조합해서 사용.
- 2) 릴레이: 바이너리 스위치 리소스 타입을 기반으로 신규 리소스 타입을 정의하여 활용(onewayrelay)
- 3) DC 모터: 기존 바이너리 스위치 리소스 타입을 기반으로 신규 리소스 타입을 정의하여 활용(dcmotor)

그림 3은 웹서버 및 REST 서버 연동을 나타낸다. 웹서버와의 연동은 운영관리시스템을 구현하기 위한 것이며, 운영관리시스템에 탑재될 수 있는 시범적 응용을 구현하기 위한 것이다. 일례로, 웹서버에서 모든 노드의 상태를 모니터 하거나, 특정 조건의 노드들 또는 센서들의 값을 확인하고자 하기 위해 REST API는 다음과 같이 정리하였다.

가) /data/nodes: GET, 모든 노드의 정보 요청

나) /data/nodes/sensor/type: GET, 모든 노드의 선택된 센서의 정보 요청

다) /data/node/<int:id>: GET, ID를 사용하여 노드의 정보 요청

라) /data/node/<string:name>: GET, 이름을 사용하여 노드의 정보 요청

마) /data/node/<int:id>/sensor/type: GET, 대상 노드(ID)의 해당(type) 센서 정보 요청

바) /data/node/<string:name>/sensor/type: GET, 대상 노드(Name)의 해당(type) 센서 정보 요청

야) /data/node/<int:id>/sensor/type/status: POST, 대상 노드(ID)의 해당(type) 장치 제어 정보 송신(릴레이)

차) /data/node/<string:name>/sensor/type/status: POST, 대상 노드(Name)의 해당(type) 장치 제어 정보 송신(릴레이)

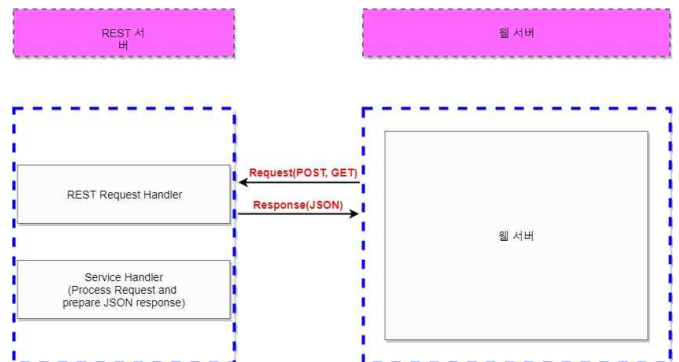


그림 3 - 웹 서버 및 REST 서버 연동

### III. 결론

스마트팜에 설치되는 IoT 장치들은 빈번한 급수와 높은 온도·습도 등의 농작물 양육 환경 등으로 인해 전달되는 상당량의 데이터에 오류와 누락이 발생한다. 현재의 스마트팜 관련 장치 제조사들은 이러한 문제점을 해결하기 위하여 자신만의 노하우로 자신만을 위한 제품을 개발하고 있는 실정이기 때문에, 스마트팜용 IoT 장비 제조사들이 자신만을 위한 제품이 아니라 상호 호환성을 담보할 수 있는 개방형 제품을 제조한다면 규모의 경제를 만들 수 있다.

본 논문에서는 OCF에서 제공하는 오픈소스를 활용한 스마트팜 장치 구현을 통해 스마트팜 적용을 위한 PoC를 검증함으로써, 일반 스마트팜 장치 제조사 혹은 설치 업체들이 쉽게 IoT 장치를 이용하고 운영 관리할 수 있도록 하는 기술적인 가능성을 확인하였고, 향후 스마트팜 기자재간 호환성을 담보하는 개방형 스마트팜 확산에 활용될 수 있으리라 기대한다.

### ACKNOWLEDGMENT

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림수산식품기술기획위원회의 첨단생산기술개발사업사업의 지원을 받아 연구되었음(317015-6)

### 참 고 문 헌

- [1] ICT Standard & Certification Special Theme: 스마트팜, TTA저널, vol.180, Dec. 2018.
- [2] 한국형 스마트팜 기술개발, 농촌진흥청, 2018.
- [3] Open Connectivity Foundation (<https://openconnectivity.org/>).
- [4] IoTivity (<https://iotivity.org/>)