

# 클라우드 기반 정밀 농업 관리 시스템 개발 요구사항

양 광 호\*, 이 명 훈<sup>o</sup>

## Development of a Cloud-Based Precision Agricultural Management System

Kwang-Ho Yang\*, Meong-Hun Lee<sup>o</sup>

요 약

정밀 농업은 작물이나 가축의 생육데이터와 환경 데이터를 수집하여 관리하고 이를 기반으로 최적의 생육 환경을 조성하는 농업으로 스마트팜과 유사한 개념의 농업을 말한다. 본 논문의 목적은 농촌진흥청의 품목별 관리 매뉴얼 공공데이터를 활용한 농가의 스마트팜에 클라우드 기반 정밀 농업관리 시스템을 결합하여 체계화된 운영이 가능하도록 하는 것에 있다. FaaS(Farm as a Service) 기술 개발은 팜클라우드 서비스를 위해서 필요하다. 스마트 베드 시스템으로부터 작물의 생육이나 병해 예측 관련 정보, IoT 장비의 이상 작동 등의 분석이나 수집 결과를 토대로 농가의 사용자나 생산자 등을 위한 병해관리·생육관리·자원관리 등 생산자 서비스를 클라우드 기반으로 제공한다. 클라우드 기반 정밀 농업 관리 시스템 개발을 통하여 궁극적으로 가격 장벽 해소를 통한 정보 및 시스템 불균형을 해소하고 지능형 배액 관리를 통한 친환경 정밀 농업 기반을 확보하고 클라우드 기반 공유형 서비스 등 수익 모델 확장 기반을 마련한다.

**키워드** : 스마트팜, 정밀 농업, 클라우드, 농업 관리 시스템, IT

**Key Words** : Smart farm, Precision agriculture, Cloud, Agricultural management system, IT

### ABSTRACT

Precision agriculture is an agriculture that collects and manages growth data and environmental data of crops or livestock, and creates an optimal growth environment based on it, and refers to agriculture with a concept similar to smart farms. The purpose of this paper is to combine the cloud-based precision agricultural management system with a farm's smart farm using public data from the Rural Development Administration's item management manual to enable systematic operation. Farm as a service (FaaS) technology development is necessary for farm cloud services. Based on the analysis or collection results of crop growth, disease prediction, and abnormal operation of IoT equipment from the smart bed system, producer services such as disease management, growth management, and resource management are provided based on the cloud. Through the development of a cloud-based precision agricultural management system, it ultimately resolves information and system imbalances by resolving price barriers, secures an eco-friendly precision agricultural foundation through intelligent drainage management, and lays the foundation for expanding profit models such as cloud-based shared services.

※ “본 결과물은 농림축산식품부 및 과학기술정보통신부, 농촌진흥청의 재원으로 농림식품기술기획평가원과 재단법인 스마트팜연구개발사업단의 스마트팜다부처융합기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(421021-03)”

• First Author : Suncheon National University Department of Smart Agriculture Major, yg8686@naver.com, 학생회원

o Corresponding Author : Suncheon National University Department of Smart Agriculture Major, leemh777@scnu.ac.kr, 종신회원  
논문번호 : 202208-163-0-SE, Received July 12, 2022; Revised August 22, 2022; Accepted September 23, 2022

## I. 서 론

정밀 농업은 작물이나 가축의 생육데이터와 환경데이터를 수집하여 관리하고 이를 기반으로 최적의 생육 환경을 조성하는 농업으로 스마트팜과 유사한 개념의 농업을 말한다. 시설 온실이나 축사 등에 ICT를 접목하여 운영하기 때문에 기존의 농업에 비해 노동력이나 소모되는 에너지, 양분과 같은 요소들을 적게 투입하면서 농·축·수산물의 생산성과 품질의 제고가 가능하게 된다<sup>4,5</sup>.

우리나라의 정밀 농업 기술은 농업 선진국에 비해 뒤쳐지는 상황이며, 현재 여러 선진 기업들은 다년간 축적된 경험과 데이터를 활용하여 정밀 농업을 선도하고 지속적인 사업영역의 확대를 진행하고 있다<sup>6,7</sup>.

정밀 농업에서 생육데이터와 환경데이터를 수집하고 활용하는 과정에서 중요한 개념이 클라우드인데 클라우드는 온라인 네트워크를 통해 액세스가 가능한 서버와 이러한 서버에서 작동이 가능한 소프트웨어, 그리고 데이터들을 저장할 수 있는 데이터베이스를 의미한다<sup>8-10</sup>. 공간의 구애를 받지 않고 언제든 데이터에 접근이 가능하기 때문에 효율적으로 농장에서 얻어진 데이터를 수집, 관리, 분석 및 활용하기 위해 필수적이며 작물의 생산성 향상을 위해서 매우 중요한 요소이다<sup>11</sup>.

본 논문의 목적은 클라우드 기반 정밀 농업관리 시스템을 개발하고 농촌진흥청의 품목별 관리 매뉴얼 공공데이터를 활용한 농가의 스마트팜과 결합하여 체계화된 운영이 가능하도록 하는 것에 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장 본론에서는 클라우드 시스템의 개요 및 클라우드 기반 온실 환경 시스템 개발 내용을 기술하고 제 3장에서는 연구내용에 대한 결론과 향후 연구 목표에 대하여 기술하였다.

## II. 본 론

### 2.1 클라우드 시스템 개요

FaaS(Farm as a Service) 기술의 개발은 팜클라우드 서비스를 위해서 필요하다. 스마트베드 시스템으로부터 작물의 생육이나 병해 예측 관련 정보, IoT 장비의 이상 작동 등의 분석이나 수집 결과를 토대로 농가의 사용자나 생산자 등을 위한 병해관리·생육관리·자원관리 등 생산자 서비스를 클라우드 기반으로 제공하기 위해 아래와 같은 시스템 개발이 필요하다<sup>12-14</sup>.

- IoT 기반 스마트베드 시스템으로부터 수집되는 여러 정보의 획득과 사용자 서비스 제공 등의 확

장성, 안정적 운용을 위해 개방형 인터페이스 기술 개발

- 클라우드 기반의 통합개발 환경 구성
- 클라우드 기반의 FaaS 서비스 기술 개발
- 클라우드 운영 관리 프로그램 개발

### 2.2 클라우드 기반 IoT 시스템 설계

첫 번째로 클라우드 기반의 단동온실환경 IoT 모니터링 시스템 개발에 앞서 클라우드 기반 시스템 환경 요구사항 발굴 및 인터페이스 설계가 필요하며 단동 온실 근권부 모니터링 시스템 화면과 DB의 설계 및 개발이 필요하다. 단동 온실의 근권부 센서 데이터로

표 1. 모니터링 시스템의 기능  
Table 1. Functions of the monitoring system

Primary function	Secondary Function	The third round Function	Detailed description
monitoring information	equipment information	equipment status information check	It shows information on the status of equipment in the greenhouse (equipment classification, equipment name, operation status, equipment status, abnormal cause, control status, current value, unit, collection cycle).
		greenhouse sensor information check	It shows the information of sensors in the greenhouse (equipment name, operation status, equipment status, abnormal cause, current value, unit, collection cycle, etc.).
	sensor collection information	real-time information value of greenhouse sensor search chart	The real-time measured average value of the selected greenhouse sensor is shown in chart format.
		greenhouse sensor maximum and minimum value inquiry chart	The maximum and minimum measurements of the selected greenhouse sensor are shown in chart format.
		check chart of greenhouse sensor measurements relative to the set value	The measured value of the selected greenhouse sensor is displayed in a chart format compared to the set value.
	equipment malfunction information	equipment malfunction information	It is shown in the chart and chart format of malfunction information of each equipment in the greenhouse.

표 2. 장비제어 시스템 기능  
Table 2. Functional of equipment control system

Primary function	Secondary Function	The third round Function	Detailed description
equipment control information	equipment control information	greenhouse equipment control	Information on control equipment in the greenhouse (equipment name, operation status, equipment status, abnormal cause, control status, date and time of final operation) and control equipment are manually controlled.
		greenhouse equipment control history inquiry	The details of the control history of the control equipment in the greenhouse (equipment classification, equipment name, final operation date and time, operation command, operation result) can be inquired.

는 함수율, 배지온도, 배지 EC, 급액량(EC, pH), 배액량(EC, pH) 등이 있다. 또한 단동 온실의 지상부 모니터링 시스템 화면과 DB의 설계 및 개발도 필요하며, 센서 데이터로는 일사량, 온도, 습도, CO2, 당도 등이 있다<sup>[15-17]</sup>.

모니터링되는 정보는 세 가지가 있는데 장비 상태 정보, 센서 수집 정보, 장비 오작동 정보로 이에 대한 기능 명세는 표 1과 같다.

두 번째로 클라우드 기반 단동온실환경 IoT 장비제어 시스템 개발에 앞서 클라우드 기반 시스템 환경 요구사항 발굴 및 인터페이스 설계가 필요하며 양액기 제어 시스템 화면과 DB 설계, 클라우드 기반 양액기 제어 시스템 설계 및 개발, 구축이 필요하다. 장비제어 시스템 개발에 따른 기능 명세는 표 2와 같다.

표 3. 스마트팜 모바일 서비스  
Table 3. smart Farm Mobile Services

Description	Detailed description
sensor service	sensor measurement value inquiry
	query sensor measurements by period
control services	control history inquiry
	enter equipment control information
monitoring services	check monitoring information
growth information	growth information inquiry
	inquiry of pest information

표 4. 농가 경영관리 시스템의 기능  
Table 4. Functional of Farm Management System

Primary function	Secondary Function	The third round Function	Detailed description
farmhouse production management information	disease and pest diagnosis	inquiry of information on pests	inquire pest information about cultivated crops
		a request for illness	after taking a picture of the cultivated plant, send it, and request a disease diagnosis of the crop
		inquiry on the result of illness	inquire the results of disease diagnosis received through the photo analysis algorithm
	farming work information	crop protection management	management of crop protection agent information (classification of protection agent, protection name, amount of manure, etc.) used by farmers
		other farming operations management	management of other farming activities (work name, work date, work details, etc.) used by farmers

스마트팜 모바일 서비스의 내용은 표 3과 같다.

마지막 관리 시스템으로 농가 경영관리 시스템을 개발하였는데 여기에는 농가의 영농일기(파종부터 수확, 출하), 농약 관리, 병해 관리 시스템이 포함된다. 농가 경영관리 시스템의 기능 명세는 표 4와 같다.

### 2.3 클라우드 기반 단동온실환경 IoT 모니터링 시스템 개발

작물의 생육 품질 서비스 모바일 앱의 구성과 데이터 이동에 대한 내용은 다음 그림 1과 그림 2와 같다.

Private Cloud 기반 통합 개발환경 구성의 개요는 그림 3에서 나타내고 있다. 통합 개발환경은 개발자 선택 기능과 필수 기능이 포함되어 있으며 모바일 개발환경 또한 포함된 구성이다. 그리고 효율적인 정보 수집을 위하여 전자정부 프레임워크를 사용한다.

개발자의 편의성을 위하여 모바일 어플리케이션 개발 시 eclipse 기반의 Menu, Perspective, 모바일 사이트 템플릿, 모바일 표준 소스 코드 생성 마법사를 제공한다. 또한 eGovFrame 기반 기존의 공통 웹 컴포넌트 219종 중 온라인 참여, 행사관리, 게시판 등과 모바일 공통 컴포넌트의 신규 설치 마법사가 개발자의

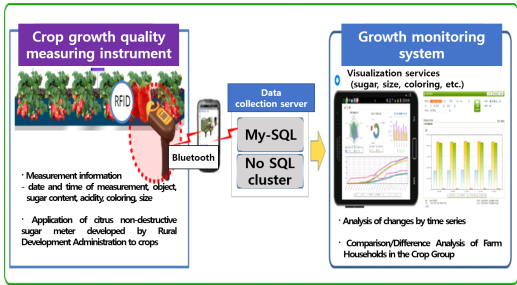


그림 1. 생육품질 서비스 측정 모바일 앱 기본 구상도  
Fig. 1. Basic Plan of Mobile App for Growth Quality Service Measurement

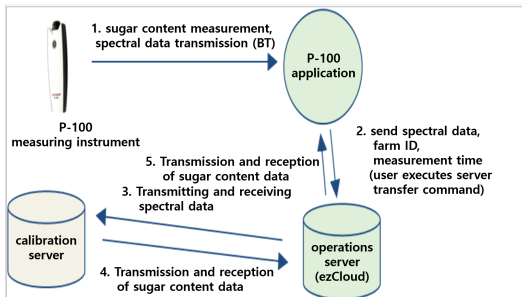


그림 2. 생육품질 서비스 측정 모바일 앱 서비스 흐름도  
Fig. 2. Growth Quality Service Measurement Mobile App Service Flowchart

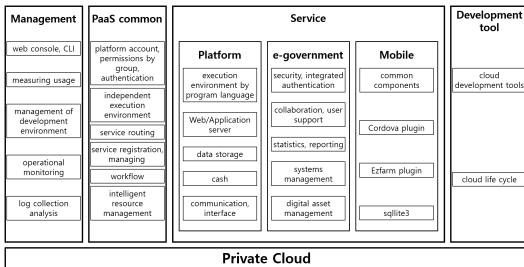


그림 3. Private Cloud 기반 통합 개발환경 구성 개요  
Fig. 3. Overview of Configuring a Private Cloud-Based Integrated Development Environment

편의성을 위하여 구성되어 있다. 전체 구조 및 구성요소는 표 5와 같다.

2.4 스마트팜 모바일 서비스 아키텍처 설계

스마트팜 모바일 서비스 아키텍처는 Web app으로 기본 비즈니스 로직이 구성되며 HTML Rendering Engine을 통해 모바일폰의 네이티브 기능이 구현된다. 모바일 웹앱의 구현 방법은 그림 4, 모바일 웹앱의 구성은 그림 5와 같이 나타낼 수 있다.

표 5. 클라우드 기반 통합 개발환경의 전체 구조 및 구성요소 Table 5. The overall structure and components of a cloud-based integrated development environment

Overall structure and components													
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Implementation Tool</th> </tr> <tr> <td>Editor</td> <td>Common Component</td> </tr> <tr> <td>Debug</td> <td>Mobile IDE</td> </tr> <tr> <td>IDE</td> <td>Batch IDE</td> </tr> </table>	Implementation Tool		Editor	Common Component	Debug	Mobile IDE	IDE	Batch IDE	<table border="1"> <tr> <th>Test Tool</th> </tr> <tr> <td>Test Reporting</td> </tr> <tr> <td>Unit Test</td> </tr> <tr> <td>Batch Test</td> </tr> </table>	Test Tool	Test Reporting	Unit Test	Batch Test
Implementation Tool													
Editor	Common Component												
Debug	Mobile IDE												
IDE	Batch IDE												
Test Tool													
Test Reporting													
Unit Test													
Batch Test													
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Conf. &amp; Change Mgt. Tool</th> </tr> <tr> <td>Configuration Management</td> <td>Change Management</td> </tr> </table>	Conf. & Change Mgt. Tool		Configuration Management	Change Management	<table border="1"> <tr> <th>Deployment Tool</th> </tr> <tr> <td>Build</td> </tr> <tr> <td>Deploy</td> </tr> </table>	Deployment Tool	Build	Deploy					
Conf. & Change Mgt. Tool													
Configuration Management	Change Management												
Deployment Tool													
Build													
Deploy													
Implementation Tool	provide development environment for each developer, such as debug, test, and program development												
Test Tool	helps create programs for individual batch tests and unit tests for development programs												
Configuration & Change Management Tool	provides issue management, shape identification, version management and monitoring tools for development programs												
Deployment Tool	provides continuous integration (CI) and server transfer-related tools												

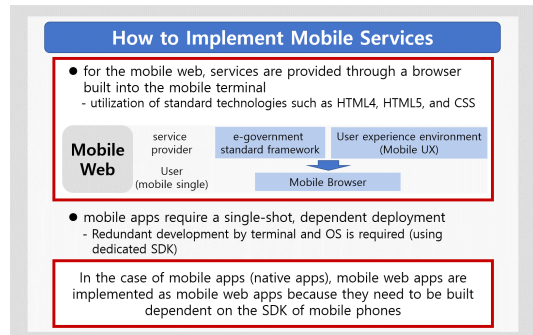


그림 4. 모바일 웹앱 구현 방법  
Fig. 4. How to Implement Mobile Web App

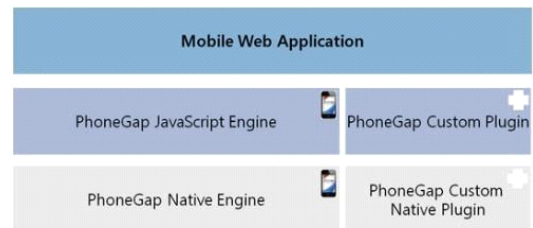


그림 5. 모바일 웹앱 구성도  
Fig. 5. Mobile Web App Configuration Diagram

그리고 PhoneGap(CSS, HTML5, JavaScript를 사용한 오픈소스 프레임 워크로 디바이스 하이브리드 어플리케이션 구축에 사용) 구성의 확장은 사용자가 임의로 정의한 커스텀 플러그인을 통해 가능하다. 모바일 웹앱의 구성 컴포넌트에 대한 내용은 표 6과 같다.

모바일 웹앱을 사용시 cordova 및 html rendering engine OS API를 통해 안드로이드 및 아이폰 별개의 앱 개발 없이 동일한 서비스 기능을 가지게 된다.

스마트팜 모바일 어플리케이션 제작에 대한 내용은 그림 6과 같이 나타낼 수 있다.

생육정보 수집 및 모니터링 시스템 설계와 개발을 위해서는 먼저 생육정보 수집 입력 서비스를 정의해야 한다. 생육정보 수집 입력 서비스는 농가에서 재배하는 작물의 생육 정보를 입력하고 관리하는 서비스이며 작물의 생육데이터를 모니터링하고 가시화하여 관리하는 서비스이다. 입력되는 데이터의 구조는 그림 7과 같다. 여기에서 생장 관리 데이터는 농장 작물의 재배 관리에서 직접적으로 획득, 수집, 관리되는 데이터를 말하며, 생육상태 데이터는 작물의 생장 진행에 따라 작물을 구성하고 있는 각 부분(기관)의 변화량을 측정하는 것에 대한 데이터를 말한다.

입력된 생육정보를 바탕으로 생육품질 측정 서비스

표 6. 모바일 웹앱 구성 컴포넌트 설명  
Table 6. Describe mobile web app configuration components

Sortation	Description
Mobile Web Application	custom JavaScript, HTML, CSS
PhoneGap JavaScript Engine	implemented and delivered in JavaScript (for device API control) cordova(PhonGap).js
PhoneGap Native Engine	Native Code for inheriting WebView by platform and linking with Mobile Web Application cordova(PhonGap).jar, cordova(PhoneGap).framework
Phone Gap Custom plug-In	JavaScript code for Plug-In (adding for extension) include JavaScript Plug-In (Custom) each platform has a different Native code configuration for the plug-in. JavaScript configuration might be more different.
PhoneGap Custom Native Plug-In	platform Native code for Plug-In (additional to enhance functionality)

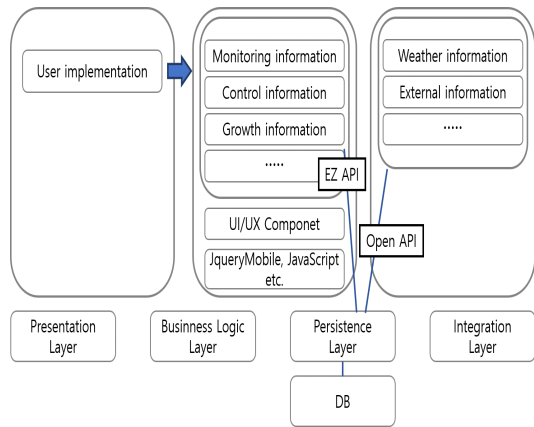


그림 6. 스마트팜 모바일 어플리케이션 제작 기본 구성도  
Fig. 6. Basic configuration diagram for smart farm mobile application creation

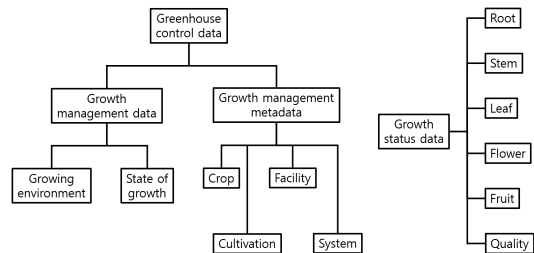


그림 7. 온실 관제 데이터 구조  
Fig. 7. Greenhouse Control Data Structure

를 개발하였는데 이는 과일류의 내부품질을 분광을 이용하여 비파괴적 방법으로 실시간 측정이 가능한 서비스이다. 주요 구성으로는 당도 측정기, 스마트폰 어플리케이션(데이터 수집, 서버 전송), PC용 프로그램(데이터 수집/저장, 서버 전송, 검량식 업데이트), 생육품질정보시스템 웹(생육정보, 병해충, 토양, 기상, 생산개황)등이 있다.

앞서 말한 여러 서비스 간의 관계도는 그림 8과 같다.

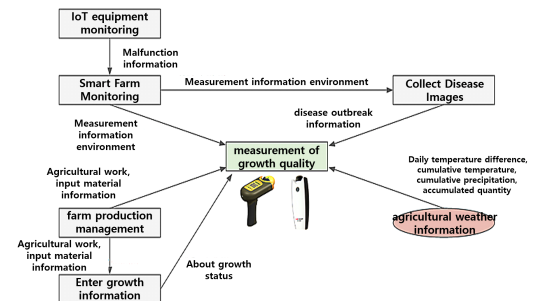


그림 8. 농업관리 서비스 간 관계도  
Fig. 8. Relationship between Agricultural Management Services

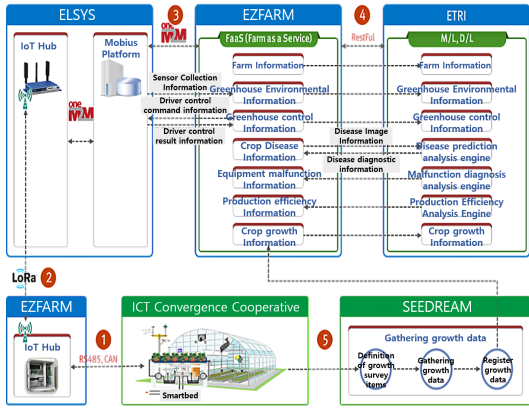


그림 9. 클라우드 기반 단동온실 환경 모니터링 시스템 관련 API  
 Fig. 9. API for cloud-based single-acting greenhouse environmental monitoring system

위 정보들을 바탕으로 모니터링 시스템을 만들게 되며 클라우드 기반 단동온실 환경 모니터링 시스템 관련 API는 그림 9와 같다. 1번은 RS485와 CAN방식을 통한 연결, 2번은 IoT 노드와 IoT 허브와의 연결, 3번은 모비우스 플랫폼과의 연결 API, 4번은 한국전자통신연구원의 연결 API, 5번은 스마트베드에서 생육 데이터를 수집하는 과정을 의미한다.

클라우드 기반 정밀 농업 관리 시스템의 구현은 다음 표 7과 같이 API를 개발하여 데이터를 연동한다.

표 7. 시스템 구현을 위한 API 개발  
 Table 7. API development for system implementation

No	Description	API Format
1	Equipment Common Container Equipment list, operational status inquiry (Recent Status)	[response body] <m2m:cin xmlns:m2m="http://www.onem2m.org/xml/protocols" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" m="4-20161121073245108712V"> <pi>/mobius/10.10.10.1/status</pi> <ty>4</ty> <ri>/mobius/10.10.10.1/status/4-20161121073245108712V</ri> <ct>20161121T073245</ct> <lt>20161121T073245</lt> <st>0</st> <mni>9007199254740991</mni> <cs>84</cs> <con>BAgACQAYADMAAA=====</con> </m2m:cin>
2	Controller container Control	[request body] <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?> <m2m:cin xmlns:m2m="http://www.onem2m.org/xml/protocols" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" m="4-20161121063650781CVCe">

No	Description	API Format
3	Command Registration Request Controller container Control Command Registration Response	w.3.org/2001/XMLSchema-instance"> <con>AGQyAAACEAoAA=====</con> </m2m:cin> [response body] <m2m:cin xmlns:m2m="http://www.onem2m.org/xml/protocols" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" m="4-20161109171315716j4Q6"> <pi>/mobius/10.10.10.1/ctrlres</pi> <ty>4</ty> <ri>/mobius/10.10.10.1/ctrlres/4-20161109171315716j4Q6</ri> <ct>20161109T171315</ct> <lt>20161109T171315</lt> <st>0</st> <mni>9007199254740991</mni> <cs>84</cs> <con>AAyAAABAB4AA=====</con> </m2m:cin>
4	Controller container Control Command Status Request	[request body] <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?> <m2m:cin xmlns:m2m="http://www.onem2m.org/xml/protocols" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"> <con>AGQyAA=====</con> </m2m:cin>
5	Controller container Control Command Status Response	[response body] <m2m:cin xmlns:m2m="http://www.onem2m.org/xml/protocols" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" m="4-20161121063650781CVCe"> <pi>/mobius/10.10.10.1/ctrlstres</pi> <ty>4</ty> <ri>/mobius/10.10.10.1/ctrlstres/4-20161121063650781CVCe</ri> <ct>20161121T063650</ct> <lt>20161121T063650</lt> <st>0</st> <mni>9007199254740991</mni> <cs>84</cs> <con>AGQyAAABAA=====</con> </m2m:cin>

본 논문에서는 앞에서 구현한 시스템을 활용하여 여러 온실 작물 중에서도 딸기의 생육 정보를 모니터링하고 관리할 수 있는 시스템을 개발하고자 한다. 클라우드 서비스 시스템은 그림 10과 같다.



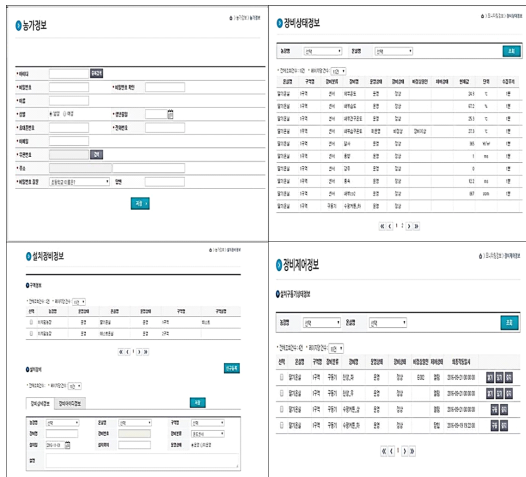


그림 10. 클라우드 서비스 구성 예시  
Fig 10. Example of a Cloud Service Configuration

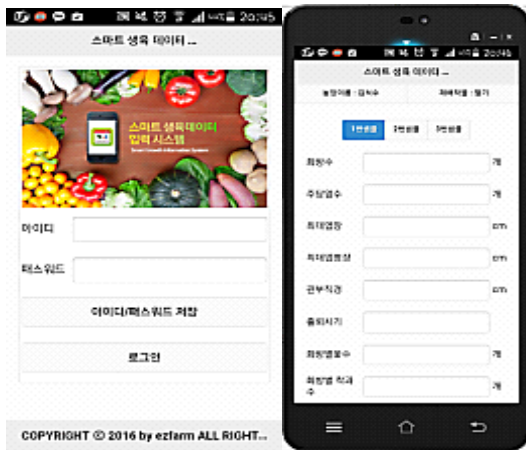


그림 11. 생육 정보 모바일 입력 시스템  
Fig. 11. Growth Information Mobile Input System

이러한 시스템은 모바일에서도 가능하며 먼저 딸기 생육 정보 모바일 입력 시스템 화면과 DB 설계를 했다. 모바일 입력 시스템에 대한 예시는 그림 11과 같다.

생육 품질측정 모바일 앱은 휴대용 비파괴 과일 품질 측정지 장비를 대상으로 한 모바일 앱으로 클라우드를 이용한 데이터 측정 서비스를 제공한다. 또한 클라우드의 지속적인 데이터 업데이트를 통하여 다양한 품목의 품질측정이 가능하며 영농작업에 필요한 날씨를 세분화하여 제공하며 기상 및 품질측정 데이터를 다양한 데이터 차트로 제공하게 된다.

### III. 결 론

본 논문의 목적은 공공데이터를 활용하여 농업 관리의 자원절약과 클라우드 기반 정밀 농업관리 시스템을 통해 지능화 서비스 모델을 개발하는 것이다. 진문적 작물 연구 및 재배 노하우가 집대성된 ‘품목별 관리 매뉴얼’의 농가 접근성과 활용성을 제고하며 정밀 양액 공급 관리 기능 고도화를 통한 자원절약 및 친환경 영농 서비스 구현을 하는 것이다. 최종적으로는 사용자 기반 클라우드 농업관리 시스템을 도입하여 스마트팜 초기 투자 부담 해소를 통한 서비스 확산 보급을 지원하는데 목적을 둔다. 클라우드 기반 정밀 농업 관리 시스템 개발을 통하여 궁극적으로 가격 장벽 해소를 통한 정보 및 시스템 불균형을 해소하고 지능형 배액 관리를 통한 친환경 정밀 농업 기반을 확보하고 클라우드 기반 공유형 서비스 등 수익 모델 확장 기반을 마련한다.

### References

- [1] M. H. Lee, S. J. Kim, K. H. Yang, and H. Yoe, “Standardization of Smart Agriculture in Korea,” in *Proc. KICS Conf.*, vol. 38, no. 7, pp. 3-10, Aug. 2021. (<https://www.dbpia.co.kr/pdf/pdfView.do?nodeId=NODE10586672>)
- [2] S. I. Cho, Y. C. Chang, and W. Y. Yeo, “Construction of a spatial database for realizing precision” *Korean Soc. for Agric. Mach.*, vol. 27, no. 2, pp. 161-172, Apr. 2002. (<https://doi.org/10.5307/jbe.2002.27.2.161>)
- [3] H. C. Lee and Y. Y. Choo, “Automatic drone flight algorithm for precision agricultural forecasting based on cadastral map,” *J. KICS*, vol. 43, no. 9, Sep. 2018. (<https://doi.org/10.7840/kics.2018.43.9.1461>)
- [4] J. Kim, B. J. Lee, and Y. S. Kwak, “Implementation of the smart IoT system for analysis of environmental factors for precision agriculture,” *2021 Proc. KIIT Conf.*, pp. 172-174, Nov. 2021. (<https://doi.org/10.14801/jkiit.2022.20.2.63>)
- [5] D. S. Seo, Y. J. Kim, and E. J. Kim, “A plan to establish precision agricultural system to enhance agricultural competitiveness,” Korea

- Rural Economic Research Institute Basic Research Report, pp. 38-42, 2021.  
(<https://www.dbpia.co.kr/pdf/pdfView.do?nodeId=NODE10558617>)
- [6] K. H. Yang, U. G. Hong, S. E. Park, H. Yoe, and M. H. Lee, "Design of a precision agricultural management system based on PaaS," in *Proc. KICS Conf.*, pp. 743-744, Jun. 2021.  
(<https://www.dbpia.co.kr/pdf/pdfView.do?nodeId=NODE10587142>)
- [7] Y. J. Kim and S. M. Baek, "A study on the status and diagnosis of major technologies and agricultural equipment in precision agriculture," Korea Rural Economic Research Institute Basic Research Report, pp. 1-118, 2020.  
(<https://www.dbpia.co.kr/pdf/pdfView.do?nodeId=NODE10558616>)
- [8] B. G. Cho and G. H. Ho, "A conceptual design of cloud-based ground station service," *KSAS 2022 Spring Conf.*, pp. 705-706, Apr. 2022.  
(<https://www.dbpia.co.kr/pdf/pdfView.do?nodeId=NODE11077077>)
- [9] H. S. Jin and K. S. Park, "A study on the international trade in cloud services and the model contract clauses," *The Korean Res. Inst. of Int. Commerce & Law*, vol. 93, no. 1, pp. 1-25, Feb. 2022.  
(<https://doi.org/10.35980/KRICAL.2022.2.93.1>)
- [10] C. H. Yun, B. C. Tak, and J. I. Kim, "A review study on hybrid cloud computing for public-sector cloud platform," *The Soc. Convergence Knowledge Trans.*, vol. 9, no. 4, pp. 33-42, Aug. 2021.  
(<https://doi.org/10.22716/sckt.2021.9.4.041>)
- [11] D. I. Kim and H. C. Chung, "Education service model of smart farming based on cloud," in *Proc. Korean Inst. Inf. and Commun. Sci. Conf.*, pp. 359-361, Oct. 2020.  
(<https://www.dbpia.co.kr/pdf/pdfView.do?nodeId=NODE10490552>)
- [12] B. H. Shin and H. K. Jeon, "ICT-based smart farm design," *J. Convergence for Inf. Technol.*, vol. 10, no. 2, pp. 15-20, Oct. 2020.  
(<https://doi.org/10.22156/CS4SMB.2020.10.02.015>)
- [13] C. H. Lee and S. G. Hwang, "Design of environmental control system for smart farm cultivation," *J. KIIS*, vol. 32, no. 2, pp. 110-116, Apr. 2022.  
(<http://dx.doi.org/10.5391/JKIIS.2022.32.2.110>)
- [14] S. H. Kim and M. H. Lee, "Standard of service model for protection of farmcloud devices," *Secur. Eng. Res. Paper*, vol. 15, no. 5, pp. 369-378, 2018.  
(<https://doi.org/10.14257/jse.2018.10.02>)
- [15] K. Y. Lee, J. H. Jeong, S. H. Kim, C. M. Lim, and S. S. Lee, "A study on the design of data collection system for growing environment of crops," *The J. Korea Inst. Inf., Electr., and Commun. Technol.*, vol. 11, no. 6, pp. 764-771, Dec. 2018.  
(<http://dx.doi.org/10.17661/jkiect.2018.11.6.764>)
- [16] G. L. Choi, K. H. Yeo, S. H. Choi, H. J. Jeong, N. J. Kang, and H. G. Choi, "Effect of EC level of irrigation solution on tomato growth and inorganic ions of root zone in soilless culture of tomato plant using coir substrate," *Protected Horticulture and Plant Factory*, vol. 26, no. 4 pp. 418-423, Oct. 2017.  
(<https://doi.org/10.12791/KSBEC.2017.26.4.418>)
- [17] G. L. Choi, K. H. Yeo, S. H. Choi, H. J. Jeong, S. Y. Kim, S. C. Lee, and N. J. Kang, "Effect of irrigation volume on ions content in root zone in soilless culture of tomato plant using coir substrate," *Protected Horticulture and Plant Factory*, vol. 27, no. 1 pp. 1-6, Jan. 2018.  
(<https://doi.org/10.12791/KSBEC.2018.27.1.1>)



**양 광 호 (Gwang-Ho Yang)**



2015년 : 전북대학교 이학사  
2015년 : 국립농업과학원 농업  
공학부 수확후관리공학과 연  
구원  
2018년~2021년 : 국립농업과학  
원 농업공학부 스마트팜개발  
과 연구원

2021년~현재 : 순천대학교 스마트농업전공 석사과정  
재학

2021년~현재 : 지능형 스마트 농업 Grand ICT 연구  
센터 연구원

<관심분야> 스마트농업, 빅데이터, 스마트농업 표준  
[ORCID:0000-0002-4682-457X]

**이 명 훈 (Meong-Hun Lee)**



2004년 : 순천대학교 정보통신  
공학 공학사  
2006년 : 순천대학교 정보통신  
공학 공학석사  
2011년 : 순천대학교 정보통신  
공학 공학석사  
2010년~2013년 : 한국전자통신

연구원 임베디드시스템연구팀  
선임연구원

2017년~2021년 : 농촌진흥청 국립농업과학원 농업연  
구사

2021년~현재 : 순천대학교 스마트농업전공 조교수  
<관심분야> 유무선통신, 농업 ICT융합, 통신표준,  
인공지능 등

[ORCID:0000-0001-8863-7580]