

발간등록번호

11-1543000-000794-01

u-IT 융복합기술 기반의
노지 과수 생산 관리 시스템 개발
(u-IT convergence and integration
management system for fruit production)

서울대학교

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “u-IT 융복합기술 기반의 노지 과수 생산 관리 시스템 개발” 과제(세부과제 “u-IT 융복합기술 기반의 노지 과수 생산 관리 시스템 개발” 연구기간 “2011.12.26. ~ 2014.12.25.”)의 보고서로 제출합니다.

2015 년 3 월 4 일

주관연구기관명 : 서울대학교

주관연구책임자 : 이 중 용

세부연구책임자 : 조 성 인

연 구 원 : 김 준 용

연 구 원 : 이 춘 구

연 구 원 : 박 성 민

협동연구기관명 : (주)농정사이버

협동연구책임자 : 정 석 기

협동연구기관명 : 경기도농업기술원

협동연구책임자 : 박 건 환

요 약 문

I. 제 목

1. 과 제 명 : u-IT 융복합기술 기반의 노지 과수 생산 관리 시스템 개발

2. 세부연구과제 구성

구분	연구기관	연구책임자	세부과제
제1세부 (주관)	서울대학교 생물환경시스템연구실	이중용	시스템 통합 및 클라우드 서비스 연구 개발
제2세부	서울대학교 바이오센서 및 전자연구실	조성인	품질 관리 및 생육 전문가 시스템 개발
제1협동	(주)농정사이버	정석기	노지 환경 및 저장고에 적합한 센서네트워크 기술 개발
제2협동	경기도농업기술원	박건환	과수의 생육정보화 및 효과 검증

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구의 배경 및 필요성

국내 과수 산업은 3조 5838억 수준의 생산액과 15.6만ha의 경지면적으로 전국의 경지면적의 10%를 차지하고 있는 중요한 분야이며, 과수는 소득이 높은 작목으로 농업분야에서 축산, 특작 농가의 뒤를 이어 세 번째로 소득이 높은 분야이다.

한편 정보통신기술은 빠르게 발전하였고 농어촌과 농업인도 정보화기기를 활용하는 수준에 이르렀으나 실질적으로 농업생산에 정보기술을 활용은 시설원예와 축산분야에서는 초기수준을 벗어나 보급단계에 이르렀지만 노지의 경우 여러가지 이유로 미비한 실정이다.

최근 과수원은 이상기후로 인한 동해와 서리피해 등이 증가하고 있으나 시설화가 미비하고, 시설이 있다 하더라도 적절한 운용에 어려움을 겪고 있다. 또한 고품질 과수 유통을 위한

저온저장고가 보급되고 있으나 저온저장고의 효율적인 활용을 위한 정보화기술이 적용은 매우 미비한 실정이다.

따라서 과수원에도 정보화기기와 센서네트워크 등을 보급한다면 이상기후와 시설미비화로 인해 발생하는 피해를 막는 것뿐만 아니라 좋은 품질의 과수를 생산이 가능하므로 유비쿼터스 정보기술과 인공지능망 등을 이용한 전문가시스템 등을 개발하여 보급할 필요가 있다. 또한 현대의 농업에 있어 식품의 안정성의 중요성이 내수는 물론 수출에서도 커지는 실정으로 과수원의 생산단계의 정보를 집적시켜 부가가치를 창출하게 하는 농장정보시스템의 개발과 보급이 필요한 실정이다.

한편 IT 기술을 활용한 농장관리정보시스템은 일정 수준의 컴퓨터관리기술을 요구하였으나, 최근 널리 보급되고 활용되기 시작한 클라우드컴퓨팅기술과 유비쿼터스센싱을 적용한다면 효율적으로 농업정보화를 이룰 수 있으므로 과수원에 IT기술을 적용할 필요가 있다.

2. 연구의 목적

과수 재배에 대한 공간적, 시간적 자료가 필요하고 정밀한 계측시스템을 바탕으로 한 운용을 위해 본 연구 과제에서 개발하고자 하는 것은 uIT 융복합 기술을 활용한 노지과수생산관리 시스템이다. 따라서 본 연구과제의 목적은 노지과수생산관리시스템은 과수생산에 필요한 기상환경정보와 수확후 저장고의 환경 정보를 수집·관리하고 이를 기반으로 과수생산관리를 쉽고 편하게 할 수 있는 시스템을 개발하는 것이다. 나아가 uIT 융복합 기술을 활용한 노지과수생산관리시스템을 개발하여 정밀한 센서 네트워크 구축 및 체계적인 생육 데이터 DB화가 가능한 고품질·저비용의 과수 생산 기반을 마련하는 것이다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 연구개발의 목표

노지 과수용 RFID-USN을 통한 환경 정보 수집 및 환경제어 기술을 포함하고, 환경 정보와 생육데이터 기반 스마트 전문가 시스템 및 전문가 연계 서비스를 개발하여, uFarm 클라우드시스템으로 통합하고, 기 개발된 국가 정보시스템과의 연동이 가능한 사용자 친화적인 u-IT과수생산관리시스템을 개발한다.

2. 세부과제의 목표

제 1 세부과제 (주관) : 시스템 통합 및 클라우드 서비스 연구 개발
데이터 표준화 및 RFID-USN 적용 프로세스 개발
시스템 통합 및 국가 정보시스템 연동

노지 과수용 u-Farm 클라우드 센터 구축
노지과수생산관리시스템의 표준모델 및 확산방안 개발

제 2 세부과제 : 품질 관리 및 생육 전문가 시스템 개발
스마트 전문가 시스템 베이스 개발
스마트 전문가 학습 모델 개발
스마트 전문가 시스템 보완 및 전문가 연계 서비스 구축

제 1 협동과제 : 노지 환경 및 저장고에 적합한 센서네트워크 기술 개발
환경 테스트 및 1차 농가 인프라 구축/운영
RFID-USN 모니터링 시스템 구축 및 2차 농가 인프라 구축/운영
RFID-USN을 이용한 환경 제어 및 네트워크 호환성 검증

제 2 협동과제 : 과수의 생육정보화 및 효과 검증
기술원내 인프라 구축 및 생육정보 수집
생육 환경 분석 및 예측 모델 개발
클라우드 시스템 검증 및 농가 수준의 실증 테스트

3. 연구 개발의 범위

가. 대상 과수 및 농장

연구 대상 과수는 배, 복숭아로 하며, 경기도와 충남지역의 배, 복숭아 과수원에 다양한 조합의 시스템을 설치 운영하였다.

나. 연구 개발 시스템의 기능 범위

본 연구에서 개발하는 노지과수생산관리시스템은 클라우드 기반의 센서네트워크 관리를 주목적으로 하며, 농장관리정보시스템의 기본적인 기능을 추가적으로 제공하는 것으로 한다.

다. 하드웨어 및 소프트웨어적 제약사항

클라우드 시스템을 구축하기 위한 하드웨어(컴퓨터 및 저장장치, 네트워크 장치 등)들은 비용을 고려하여 시스템 구현을 위한 최소 사양으로 하였다. 활용되는 소프트웨어도 비용적인 문제를 고려하여 오픈소스 소프트웨어를 사용하였다. 단 화상회의 솔루션의 경우 본 과제의 개발 영역으로 판단되지 않기 때문에, (주) 엘림넷에서 제공하는 상용 프로그램을 사용하였다.

라. 연동농업정보시스템과 농업정보의 종류

본 연구에서는 연동 농업정보의 메쉬업을 고려하여 필요한 정보만을 연동하였으나, 연동을 위한 소프트웨어는 정보의 종류나 형태를 정의할 수 있는 유연한 형태로 구현하였다.

IV. 연구개발결과

1. 제 1 세부과제 (주관) : 시스템 통합 및 클라우드 서비스 연구 개발

각 연구팀에서 연구 개발한 내역을 통합하고, 클라우드 센터를 구축하기 위한 연구를 수행하였다. 문헌 리뷰, 설문조사, 인터뷰를 수행하여 기존 시스템의 문제점을 파악하였다. 파악된 문제점을 바탕으로 3대 설계요구사항과 해당 요구사항을 반영한 uFarm 클라우드 개발 컨셉을 정의하였다. 이를 바탕으로 총 9개의 모듈이 포함된 노지과수생산관리시스템(OFIS)이 설계, 개발하였다. 개발된 노지과수생산관리시스템의 보급방안을 검토한 결과, 약 100농가를 대상으로 하는 수준의 중규모 정부주도적 정책사업이 적절한 것으로 판단되었다.

2. 제 2 세부과제 : 품질 관리 및 생육 전문가 시스템 개발

과거의 전문가시스템과 현대의 전문가시스템 생성 시스템 모델을 분석하였고, 시스템 구조를 작성하였다. 농가의 개별적인 정보를 모아 종합 처리하는 솔루션을 설계하였고, 전문가 인터뷰를 토대로 기초적인 룰을 개발하였다. 프로토타입 개발을 통해 문제점을 파악한 후 경기도 농업기술원 등의 전문가 협업을 통해 가상 시나리오 시스템과 전문가 연계서비스, 그리고 적합시기 예측 위젯을 OFIS 시스템 내에 구축하였다. 그리고 시스템 구동을 위한 인터페이스와 데이터베이스를 구축하였고, 이를 바탕으로 PC 웹페이지와 모바일 페이지를 설계하였다.

3. 제 1 협동과제 : 노지 환경 및 저장고에 적합한 센서네트워크 기술 개발

노지환경과 저장고환경에 적합한 센서 네트워크 기술을 연구하였다. 1차년도에는 노지와 저장고 환경에서 센서태그의 작동 특성을 파악하고, 태그의 수와 거리, 배치 등을 연구하여 효율적인 네트워크 구성에 대한 연구를 진행하였다. 2차년도를 통해 농가 실증 설치를 통하여 네트워크를 보완하고 관리 프로그램을 개선하였다. 3차년도에는 저장고 생리 장애 및 중량감소율 예측 프로그램을 검증하며, 환경 제어 프로그램을 개발하여 테스트 하였다.

4. 제 2 협동과제 : 과수의 생육정보화 및 효과 검증

과수 생육정보화 및 효과를 검증하기 위하여 과수 생육모델링을 수행하였다. 사과(홍로, 후지)의 숙기를 예측할 수 있는 모델, 복숭아의 동해 피해 모델, 배(신고)의 개화기 예측 모델 등을 개발하였고, 이를 제 2 세부팀과 협업하여 OFIS 외부 확장 서비스로 개발하여 uFarm 클라우드와 연동하였다.

V. 연구 성과 및 성과활용 계획

1. 연구 성과

본 연구 과제를 통해 다음과 같은 핵심기술들이 개발되었다.

구분	핵심 기술 명	설명
①	클라우드 기반 농장관리정보시스템	기존의 PC 기반의 농장관리시스템을 클라우드 컴퓨팅 기반에서 활용할 수 있도록 개발한 시스템이다.
②	다용도의 데이터 수집기	농업정보시스템으로부터 데이터를 수집하기위해서 OpenAPI를 활용하는 것이 필요한데, 데이터 수집기를 활용하면 간단히 데이터 수집, 처리, 저장이 가능하다.
③	센서-중계기간 장거리(500-600m) 통합 통신 컨트롤러	과수원과 같은 노지 환경에서 센서와 중계기간 장거리 통신이 필요한데, 본 기술을 활용하면 장거리 통신이 가능하다.
④	저온저장고내 생리장해 예측 및 진단이 가능한 신선도 관리 시스템	(주)농정사이버에서 가지고 있던 저온저장고내 생리장해 예측 기술을 한단계 업그레이드하였다. 무선센서노드를 활용하여 저장박스별로 생리장해를 예측할 수 있도록 한 시스템이다.
⑤	노지 환경 센싱 및 제어기술	과수원과 같은 노지에서 활용할 수 있는 센서노드는 내후성이 중요한데, 개발된 센서노드는 1년이상 노지에 설치되어 활용되고 있다.
⑥	저가형 기상대 및 모니터링 소프트웨어	시중에서 판매되고 있는 기상대는 가격이 비싸지만, 개발된 저가형 기상대는 약 100만원 이하로 설치 및 사용이 가능할 것으로 기대되며, 관리용 소프트웨어도 개발하였다.
⑦	태양전지를 활용한 하이브리드형 센서노드	태양전지를 전원으로만 활용하는 것이 아니라 일사량 측정용으로 활용하는 센서노드를 개발하였다.

정량적인 성과로 4가지 소프트웨어가 저작권 등록되었으며, 2건의 국내외 논문 발표, 16건의 국내외 학술 발표, 1건의 해외 학술발표상 수상, 3건의 영농지도성과를 거두었다.

2. 성과 활용 계획

본 연구 과제를 수행하면서 개발된 여러 가지 핵심기술 중 2건의 기술은 (주) 농정사이버에서 상용화 할 예정이며, 그 외의 기술들도 추가적인 연구를 수행하여 상용화에 이를 수 있을 것으로 기대한다.

개발된 노지과수생산관리시스템을 확대 적용하기 위한 방안을 노지과수생산관리시스템의

특징과 정책변화, 농가조직 구성 및 정책사업의 추진방법을 고려한 결과, 노지과수생산관리 시스템의 보급방안은 100농가를 대상으로 하는 정부주도적 정책사업이 적절한 것으로 판단되었다.

단기적으로는 다가올 빅데이터 시대의 농업 데이터 플랫폼으로 활용이 가능하다. 빅데이터 시대에 발맞춰 정부 3.0 계획이 발표되었고, 창조경제 비타민 프로젝트가 추진될 예정이다. 이중 농업분야의 ‘비타민 A 프로젝트’는 센서 기술과 빅데이터를 접목시켜 농산물 및 축산물의 생육을 관리하는 것을 골자로 한다. 농장관리정보시스템은 센서정보 이외에도 여타 다른 농장내 정보를 수집 저장할 수 있기 때문에, 이를 기반으로 한 빅데이터 플랫폼으로의 연구 개발을 진행할 계획이다.

장기적으로는 사물인터넷과 결합된 자동화 플랫폼으로 발전가능성이 있다. 미래에는 농장내 생육정보, 기상정보, 토양정보를 자동으로 수집하여 의사결정을 수행하고, 무인자율주행형 농작업기가 스스로 농작업을 수행할 것이다. 이러한 구상의 한 가운데 농장관리정보시스템이 존재하며 각각의 사물들을 연동할 것으로 기대된다.

SUMMARY

I. Project Title & Research Teams

1. Project Title

u-IT convergence and integration management system for fruit production

2. Research Teams

	Institute / Company	Chief of research	Sub-project title
1st sub-team (supervision)	BioEnvironment System Engineering Lab., Seoul National University	Rhee, Joong-Yong	Research and development of system integration and cloud service
2nd sub-team	Biosensors and Electronics Lab., Seoul National University	Cho, Sung-In	Development of quality control and growth expert system
1st collaborative team	NongJung Cyber Co.	Jung, Suk-Gi	Development of sensor network technology suitable for outdoor environment and storage facility
2nd collaborative team	Gyeonggido Agricultural Research & Extension Services	Park, Geon-Hwan	IT implementation and efficacy testing of orchards

II. Purpose and Necessity of R&D

1. Background and necessity of R&D

The fruit industry in South Korea, which produces about 3.6 trillion won in production value, represents an important sector that makes up 10% of the nation's arable land, occupying approximately 15.6 million ha. Following livestock and specialty crops, the fruit industry is the third most profitable agricultural sector.

Meanwhile, information and communications technology has rapidly advanced to the extent that farming and fishing communities are now using various IT devices.

Although IT utilization in horticulture and livestock sectors has advanced beyond the initial stage to reach the deployment stage for actual agricultural production, open field production still suffers from inadequacies due to various reasons.

Orchards have experienced recent increases in frost damage from abnormal climates because they lack the proper infrastructure for coping. Although cold storage facilities are available for distribution of high-quality fruits, skills of IT to use the facilities effectively is still inadequate.

Therefore, if IT devices and sensor networks are also deployed in orchards, farmers not only can mitigate damage from abnormal climate changes and inadequate facilities but they may also be able to produce high-quality fruits. Thus, there is a need to develop and deploy an information system that uses a ubiquitous sensing technology and artificial intelligence network.

Furthermore, today's agricultural industry places greater emphasis on the importance of food safety for both domestic consumption and export; with this emphasis comes a greater need for development and deployment of a farm management information system (FMIS) that integrates information from the production stages of orchards for .

To handle FMIS used to demand a certain level of computer management skills, but by using cloud computing technology and ubiquitous sensing, both of which are readily available, the need to implement IT in orchards and farms can effectively be fulfilled.

2. Purpose

The present study aims to develop an open field fruit production management system that uses uIT convergence technology for operating a precision instrumentation system to meet the needs of spatial and temporal data for pomiculture. Therefore, in the present study, we will develop an open field production management system that can store and manage weather and environmental information from storage facilities, by which fruit production can be managed more easily and conveniently. Furthermore, in this study, we will develop an open field production management system that uses uIT convergence technology to construct a precise sensor network and to establish a systematic growth database to serve as the foundation for high-quality and low-cost fruit production.

III. R&D content and scope

1. R&D goals

Develop a user-friendly u-IT fruit production management system that includes to develop technologies for collecting environmental information of outdoor orchard and for control the environment, to develops smart expert systems and professional network services on the basis of environmental information and growth data and then to integrate them into the uFarm cloud system, which can also be run jointly with the national information system.

2. Team tasks

1st team task (supervision): Research and development of system integration and cloud service

Development of standardizing data and RFID-USN application process

System integration and link to national information system

Establishment of u-Farm cloud center for outdoor orchards

Development of a standard model and expansion measures for an OFIS

2nd team task: Development of quality control and growth expert system

Development of smart expert system base

Development of smart expert learning model

Construction of smart expert system supplement and expert liaison service

1st collaborative team task: Development of sensor network technology suitable for outdoor environment and storage facility

Environmental testing and establishment/management of preliminary agricultural infrastructure

Establishment of RFID-USN monitoring system and establishment/management of secondary agricultural infrastructure

Environmental control using RFID-USN and verification of network compatibility

2nd collaborative team task: Verification of implementation and efficiency

Establishment of intra-institution infrastructure and collection of growth data

Analysis of growth environment and development of prediction model

Verification of cloud system and practical testing at the farm level

3. Scope of R&D

A. Target orchards and farms

The target fruits are pears and peaches from Gyeonggi Province and Southern Chungcheong region, and various combinations of systems were installed and operated in the pear and peach orchards.

B. Functional scope of the developed system

The open field fruit production management system being developed in the present study has the primary objective of managing a cloud-based sensor network, along with providing the basic functions from the farm management information system.

C. Hardware and software limitations

Minimum hardware requirements—such as a computer, storage devices, and network devices—were chosen to implement the cloud system, in consideration of cost. We used open source software, again in consideration of cost. However, because the video conference solution was not judged to be within the scope of our development efforts, we used a commercial program from Elimnet Co. (Korea).

D. Interworking farming information systems and types of farming information

In the present study, we considered a mesh up of linked farming information systems to create links only to data deemed necessary, but the software for interworking was implemented with flexibility such that it can define all types and forms of information.

IV. Results

1. 1st sub-team (supervision): Research and development of system integration and cloud service

R&D work from each research team was integrated and research was conducted on establishment of a cloud center. Problems with existing systems were identified through literature review, surveys, and interviews. We defined the uFarm cloud development concept by reflecting the three major design requirements on the basis of the problems identified. With this information, we designed and developed the open farm information system (OFIS) which includes a total of nine modules. After examining the deployment plan for the developed OFIS, a medium scale, government-led initiative that targets approximately 100 farms was deemed suitable.

2. 2nd sub-team: Development of quality control and growth expert system

We analyzed production system models of both previous and current expert systems and created a system framework. We designed a solution that collects data from individual farms and integrates them, and developed basic rules on the basis of interviews with experts. After assessing problems through the prototype development and with expert collaboration from Gyeonggi Provincial Agricultural Research & Extension Services, a virtual scenario system, expert liaison service, and prediction widget were built into the OFIS. Additionally, an interface and database for system operation were constructed, on the basis of which, PC and mobile web pages were designed.

1st collaborative team: Development of sensor network technology suitable for outdoor environment and storage facility

We researched sensor network technology that is suitable for outdoor and storage facility environments. In the first year, we identified the operating characteristics of sensor tags in both the outdoor and storage facility environments, and studied the number, distance, and positioning of the tags to construct an efficient network. Through practical implementation in farms in the second year, the network was supplemented and improvements were made to the management program. In the third year, we tested a program that forecasts physiological disorders and weight loss rates of the storage facility, and created and tested an environmental control program.

2nd collaborative team: Verification of implementation and efficiency

For IT implementation and efficacy testing of orchards, we conducted orchard growth modeling. We created models that can predict the maturing season of apples (Hongro, Fuji), frost damage to peaches, and flowering of pears (Shingo) and in collaboration with the 2nd sub-team, we developed the OFIS external extension service and linked it to uFarm cloud.

V. Study Outcomes and Future Directions

1. Outcomes

Through the tasks in the present study, the following key technologies were developed.

	Name of Key Technology	Description
①	Cloud-based farm management information system	A system developed to use a cloud computing-based system from the existing PC-based farm management system.
②	Multi-purpose data collector	In order to collect data from the farming information system, use of OpenAPI is necessary, but using a data collector can simplify data collection, processing, and storage.
③	Integrated sensor-relay long distance (500-600 m) communications controller	Outdoor environments, such as orchards, require long distance communication between the sensor and relay, which our technology can make possible.
④	Freshness management system that diagnoses and predicts physiological disorders in cold storage facilities	The existing technology that predicts physiological disorders inside the cold storage facility possessed by Nongjung Cyber Co. was upgraded. This system uses wireless sensor nodes to predict physiological disorders in individual storage boxes.
⑤	Outdoor environment sensing and control technology	Weather resistance is important for sensor nodes that are used outdoors, such as in orchards. The developed sensor nodes are operational for over a year after outdoor installation.
⑥	Low-cost weather station and monitoring software	Weather software sold on the market is expensive, but the newly developed low-cost weather software is expected to be installed and used for less than 1 million won, and management software was also developed.
⑦	Hybrid sensor node that uses solar energy	We developed sensor nodes that not only use solar energy exclusively but also detect solar radiation.

Quantitative outcomes include; 4 types of software were copyrighted; 2 dissertations were published domestically and abroad; 16 scientific papers were published domestically and abroad; 1 international presentation award; and 3 farming advancement outcomes.

2. Future directions

Among the various key technologies developed while conducting this study, Nongjung Cyber Co., plans to commercialize two technologies and other technologies are expected to be commercialized through additional research.

After considering the features of the open field production management system, policy changes, composition of farm organization, and execution method of policy initiatives, it was determined that the most suitable deployment plan for the open field production management system was a medium scale, government-led policy initiative that targets 100 farms.

In the short term, it is possible to use it as a farming data platform for the upcoming big data era. In line with the big data era, the Korean Government announced its 3.0 Plan and there are plans to proceed with “Creative Economy Vitamin Projects.” Among them, an agriculture sector project, “Vitamin A Project,” aims to integrate sensor technology and big data for management of crop and livestock growth. Because a farming management information system can collect and store other farming information besides sensor information, there are plans to conduct R&D of a big data platform on the basis of this information.

In the long term, the system can potentially advance into an automated platform that links to the Internet of Things (IoT). In the future, decisions will be made through growth data within the farm, weather, and soil information that is automatically collected, and unmanned, autonomous agricultural machines will be able to perform agricultural works on their own. The farming management information system lies among these concepts, and it is expected to create interworking between each object.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	1
Section 1. Necessities of Project	1
Section 2. Objectives and Content of Project	6
Section 3. Scope of Project	7
Chapter 2. Review of Previous Studies	9
Section 1. Agricultural Sensor Network	11
Section 2. Farm Management Information System	18
Section 3. Standards for Agricultural Use	23
Section 4. Agricultural Information System	26
Chapter 3. Content and Result of Project	44
Section 1. Summary of Result	44
Section 2. System Integration and Development of uFarm Cloud Service	52
Section 3. Development of Expert System for Growth and Quality	175
Section 4. Development of Sensor Network for Outdoor and Storage	233
Section 5. Informatization of Fruits Growth and Verification	281
Chapter 4. Achievement of Project	300
Section 1. Annual Achievement of Project	300
Section 2. Contribution of Project	303
Chapter 5. Application Plan of Achievement	304
Section 1. Achievement of Project	304
Section 2. Application Plant of Achievement	309
Chapter 6. R&D Information from Oversea	311
Section 1. Cloud Service for Agricultural Use	313
Section 2. Agricultural Big Data	315
Section 3. Other R&D Information	320
Chapter 7. Equipment Status	322
Chapter 8. References	323

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요	1
제 1 절 연구 개발의 필요성	1
1. 국내 과수산업	1
2. 과수산업 IT 기술 접목하는데 있어서 문제점	3
제 2 절 연구 개발 목표 및 내용	6
1. 최종 목표	6
2. 과제별 연구개발 목표 및 내용	6
제 3 절 연구 개발의 범위	7
1. 대상 농장	7
2. 연구 개발 시스템의 기능 범위	7
3. 하드웨어 및 소프트웨어적 제약사항	8
4. 연동농업정보시스템과 농업정보의 종류	8
제 2 장 국내외 기술개발 현황	9
제 1 절 농업용 센서네트워크	11
1. 센서 네트워크 활용기술	11
2. 센서 네트워크 구성 기술	15
제 2 절 농장관리정보시스템	18
1. 국외 연구 및 기술개발	18
2. 국내 연구 및 기술개발 현황	21
제 3 절 농업용 데이터 전송 표준	23
1. 농업 데이터용 표준	23
2. 비농업용 데이터 표준	24
3. 농장관리시스템과 관련 표준의 관계	24
제 4 절 농업정보서비스	26
1. 농업정보의 정의 및 분류	26
2. 국가 정보서비스 연계를 위한 사이트 분석	26
3. 국내 농업기반 정보시스템의 Open API 비교평가	36
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	44
제 1 절 총괄 연구 수행 내용	44
1. 노지과수생산관리시스템 요구사항 분석	44
2. 노지과수생산관리시스템 설계	45
3. 노지과수생산관리시스템 구현 및 구축	47
4. 노지과수생산관리시스템 구축 결과	48
제 2 절 시스템 통합 및 클라우드 서비스 연구 개발	52

1. uFarm 클라우드 요구사항 분석	52
2. uFarm 클라우드 설계	65
3. uFarm 클라우드 인프라 구축	72
4. uFarm 클라우드 서비스 개발	80
5. uFarm 클라우드 연결노드 개발	128
6. uFarm 클라우드 시스템 평가	142
7. 기타	166
제 3 절 품질관리 및 생육전문가시스템 개발	175
1. 전문가 시스템 설계	175
2. 전문가 시스템 학습모델 개발	193
3. 시스템 구동 인터페이스 개발	215
4. 전문가 시스템 개발	221
제 4 절 노지 환경 및 저장고에 적합한 센서네트워크 기술 개발	233
1. 센서 및 RFID 태그 환경 테스트	233
2. 과수원 및 저장고 RFID-USN 모니터링 시스템 구축	246
3. RFID-USN을 이용한 환경 제어 및 네트워크 호환성 검증	273
제 5 절 과수의 생육정보화 및 효과 검증	281
1. 사과 숙기 예측모델 개발	281
2. 복숭아 동해피해 양상조사 및 구명	288
3. 복숭아 재배 안전지대 구분	293
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	300
제 1 절 연차별 연구개발 목표 달성도	300
1. 1차년도 (2011.12.26. ~ 2012.12.25.)	300
2. 2차년도 (2012.12.26. ~ 2013.12.25.)	301
3. 3차년도 (2013.12.26. ~ 2014.12.25.)	302
제 2 절 관련 분야의 기여도	303
1. 국가적 기여	303
2. 학술적 기여	303
3. 경제적 기여	303
제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획	304
제 1 절 연구개발의 성과	304
1. 연구성과요약	304
2. 프로그램 등록 성과	304
3. 논문 게재성과	304
4. 국내 및 국제학술대회 발표	305
5. 수상	308

제 2 절 연구성과 활용 계획	309
1. 연구성과 활용실적	309
2. 연구성과 활용계획	309
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	311
제 1 절 농업용 클라우드 서비스	313
1. 클라우드 서비스의 정의	313
2. 클라우드를 활용한 농업용 어플리케이션	313
3. 클라우드 서비스 적용의 해외 사례	314
제 2 절 농업용 빅데이터	315
1. 빅데이터의 정의	315
2. 빅데이터 처리 기술	315
3. 농업용 빅데이터	316
4. 농업분야 빅데이터에 대한 관심	317
5. 빅데이터 적용의 해외 사례	318
6. 농업분야에서 빅데이터와 클라우드 서비스 활용사례가 주는 시사점	318
제 3 절 그 외의 해외 과학기술정보	320
1. 해외 과학기술	320
제 7 장 연구시설장비 현황	322
제 8 장 참고문헌	323

표 목 차

표 1	정보화 기본계획 추진성과	9
표 2	FMIS와 연동가능한 표준 및 준표준	25
표 3	국내 농업정보 사이트	28
표 4	국내 농업 정보사이트의 Open API	37
표 5	가격유통API 서비스 및 상세내용	39
표 6	병해충예측 API 제공서비스 및 상세내용	40
표 7	조회서비스 목록 및 상세내용	40
표 8	Open API 비교자료	43
표 9	농업정보시스템의 문제점	44
표 10	OFIS 모듈 구성	46
표 11	OFIS 모듈 개발	48
표 12	FMIS의 10가지 요구사항과 OFIS 과수농가관리정보시스템의 비교	49
표 13	시스템 요구도 조사	62
표 14	농업정보시스템의 문제점	64
표 15	uFarm 클라우드 서버팜 하드웨어 구성	75
표 16	OFIS 과수농가관리정보시스템 개발환경	86
표 17	농업 Open API 서비스의 데이터 형식과 방법에 대한 요약	91
표 18	옥답에서 제공하는 농산물 관련 API	97
표 19	NCPMS에서 제공하는 Open API 서비스	98
표 20	예측서비스에서 검색가능한 병해충 및 대상작물	99
표 21	품목별 분류 검색을 통한 코드 조회	101
표 22	요청변수(Request Parameters)	103
표 23	사과, 배 병해충코드	104
표 24	응답결과(Response Element) 와 데이터 저장여부	105
표 25	데이터 응답 예시	105
표 26	모형 데이터 저장용 테이블	106
표 27	이론데이터 저장용 테이블	106
표 28	데이터 공유를 위한 데이터 그룹	108
표 29	데이터 공유서비스를 위한 RESTful 인터페이스	109
표 30	서비스 도입 및 취소를 위한 RESTful 인터페이스	114
표 31	외부 확장서비스 접근을 위한 RESTful 인터페이스	114
표 32	조건에 따른 GetObservation 명령의 응답시간	136
표 33	OFIS ROSE 2 시험을 위한 농가 정보	138
표 34	FMIS의 10가지 요구사항과 OFIS 과수농가관리정보시스템의 비교	143
표 35	시스템 평가를 위한 농장리스트	145
표 36	데이터 수집률 평가 결과	146

표 37 농업생산 기반 주요 통계자료 추이	148
표 38 기존 작목반과 공선출하회의 특성 비교	150
표 39 공선출하회 연도별 현황	151
표 40 지역별 공선출하회 현황 (2012)	151
표 41 노지과수생산관리시스템 보급 예산 추정 : 제1안 (10명)	160
표 42 노지과수생산관리시스템 보급 예산 추정 : 제2안 (100명)	161
표 43 노지과수생산관리시스템 보급 예산 추정 : 제3안 (1,000명)	162
표 44 노지과수생산관리시스템 대안별 소요예산 비교	163
표 45 자동기상대를 위한 센서 스펙	169
표 46 블루투스 모듈의 특징	170
표 47 현재 전문가시스템의 문제점과 대책	180
표 48 본 전문가시스템의 입출력 항목	181
표 49 과수농민 설문조사 결과	184
표 50 과수농민 설문조사 결과	184
표 51 범용 도구와 지식공학용 언어의 장단점	197
표 52 개발도구 선정을 위한 체크리스트	197
표 53 전문가 인터뷰 질문사항	198
표 54 전문가 인터뷰 요약	201
표 55 과수농가 인터뷰 질문사항	202
표 56 농민 인터뷰 요약	204
표 57 농작업 그룹화에 사용된 퍼지 정보	213
표 58 MATLAB 1차 개발 시스템의 추천 작업 적중률	224
표 59 MATLAB 2차 개발 시스템의 추천 작업 적중률	225
표 60 JESS 기반 시스템의 추천 작업 적중률	226
표 61 C++ 기반 작업 추천 프로그램의 추천 적중률	227
표 62 Calibration Equation [unit: %]	235
표 63 Sensor Specification	236
표 64 실험용 토양 성분 분석결과	237
표 65 Calibration Equation [unit: %]	238
표 66 1차 실내실험 RMSE 값	239
표 67 2차 실내실험 후 RMSE 값	240
표 68 1,2차 실내실험 후 RMSE 값	241
표 69 센서 내후성 판정 결과	243
표 70 내후성 등급별 판정기준	243
표 71 실험에 이용한 태그와 허브	245
표 72 과수원 내 설치된 태그들의 거리	247
표 73 인공지능망 학습 설정	256
표 74 상위 10개의 테스트 결과	257

표 75 가장 좋은 결과를 보였던 ANN 모델의 설정	258
표 76 하이브리드 모듈을 구성하는 태양전지모듈과 관련 품목 제원과 외관	266
표 77 저장고 환경변온관리 적용 프로그램	274
표 78 미세분무 제어 개요	278
표 79 경기지역 사과 홍로의 만개기, 숙기, 생육일수(2002~2012)	282
표 80 만개후 생육단계별 기상과 생육일수와의 상관관계	283
표 81 만개기, 누적일평균기온과 생육일수와의 다중선형회귀 분석	283
표 82 모델식에 의한 추정 생육일수와 실측값의 비교	284
표 83 경기지역 사과 후지의 만개기, 숙기, 생육일수(2002~2012)	285
표 84 만개후 생육단계별 기상과 생육일수와의 상관관계	286
표 85 만개기, 누적일평균기온과 생육일수와의 다중선형회귀 분석	286
표 86 모델식에 의한 추정 생육일수와 실측값의 비교	287
표 87 홍로의 수확소요일수와 주요 생육정보의 상관관계	288
표 88 이천지역 최근 동해 현황	289
표 89 이천지역 2013년 1월중 기온이 -20°C 이하로 내려간 시간	290
표 90 복숭아 피해조사 현황(설문 및 현지조사)	290
표 91 이천지역에서 재배되고 있는 품종의 내한성 정도	291
표 92 품종별 동해피해 현황	292
표 93 지역별 복숭아 당도 특성(2011~2014년)	294
표 94 복숭아 당도와 생육기간별 기상요소와의 상관	295
표 95 복숭아 품종별 저온발생시 동해피해 발생 50% 발생 기준온도	295
표 96 복숭아 동해가 발생할수 있는 빈도(경기도)	296
표 97 복숭아 재배 적지 구분을 위한 산출요인	296
표 98 토양통별 복숭아 재배적지	297
표 99 기후적인 요소와 토양도가 중첩된 최종 복숭아 재배 적지	298
표 100 시군별, 등급별 재배적지 면적	299

그 립 목 차

그림 1 영농형태별 소득/가계지출	1
그림 2 해외의 과수원 환경 제어 시설	2
그림 3 귀농 통계 조사 (해럴드 경제)	3
그림 4 노지 과수 생산 프로세스	7
그림 5 노지형 IT 융합기술 (김동일 et al., 2012)	12
그림 6 농업 융합 서비스 플랫폼 아키텍처 (강성수 et al., 2011)	14
그림 7 환경모니터링 시스템에서 데이터 처리 절차 (Kim et al., 2013a).	16
그림 8 Chaudhary et al. (2004)의 시스템 구조	18
그림 9 PDCA 사이클과 농업용 클라우드 서비스 (Hori et al., 2010).	19
그림 10 AGRI-CLOUD 구조 (Venkataramana et al., 2012)	19
그림 11 KaaS를 위한데이터 교환 모델 (Yin, 2012)	20
그림 12 Seedstar mobile 구동화면	20
그림 13 Pioneer® Field360™ Tools	21
그림 14 PDA 적용사례	21
그림 15 반딧불이 적용사례	22
그림 16 FMIS와 연동 가능한 시스템 그룹 및 관련 표준	24
그림 17 농업경영정보시스템 메인 페이지	29
그림 18 국가농작물병해충 관리 시스템 메인페이지	30
그림 19 농촌용수종합정보시스템 메인페이지	30
그림 20 작목별시비량 의사결정 지원 시스템 메인 페이지	31
그림 21 감귤생육정보 메인 페이지	32
그림 22 u-화훼 생산환경 관리시스템	32
그림 23 농업기상정보서비스 메인 페이지	33
그림 24 토양환경정보시스템 메인 페이지	33
그림 25 농수산물유통정보 메인페이지	34
그림 26 옥답 메인페이지	35
그림 27 팜투데이블 메인페이지	35
그림 28 기상청 동네예보 페이지	36
그림 29 노지과수생산관리시스템 컨셉 설계	45
그림 30 OFIS 모듈간 연계	45
그림 31 uFarm 클라우드 서버팜과 uFarm 클라우드 관제센터	47
그림 32 데이터 유실 원인 비교	50
그림 33 정보화기기 전체 보유 현황 (전체) 괄호 안은 전체 응답 수	53
그림 34 그룹별 정보기기 보유 현황	54
그림 35 PC사용정보 획득처(응답수 93)	54
그림 36 주요 PC사용처 (응답수 131)	55

그림 37 그룹별 PC 주요 사용처 현황	55
그림 38 PC사용시 불편함 원인	56
그림 39 사용 가능한 스마트폰 기능(좌)과 실제 자주 사용하는 기능(우)	56
그림 40 그룹별 사용가능한 스마트폰 기능	56
그림 41 그룹별 실제 자주 사용하는 스마트폰 기능	57
그림 42 그룹별 스마트폰 사용시 불편한 점	57
그림 43 작물에 관한 정보 수집처 현황	58
그림 44 그룹별 작물에 관한 정보 수집처 현황. 일반농가(좌)와 영농그룹(우)	58
그림 45 국가나 기관에서 운용하는 웹기반 농업서비스에 대한 인식 조사	59
그림 46 국가나 기관에서 운영하는 웹기반 농업서비스 각각에 대한 인식	60
그림 47 영농일지의 활용과 영농일지에 대한 인식 조사	61
그림 48 영농일지 기록 내용 (응답수 : 130)	61
그림 49 OFIS의 개념적 구조도	66
그림 50 OFIS의 기능적 구조도	67
그림 51 OFIS의 클라우드 서비스 모델	68
그림 52 센서 설치 정보의 구조	70
그림 53 센서정보 저장을 위한 디비스키마	71
그림 54 uFarm 클라우드 서버팜의 네트워크 구성	75
그림 55 구축되어 운영 중인 가상머신 예시	77
그림 56 클라우드 관제센터 평면도	78
그림 57 클라우드 관제센터 외부의 모습과 내부 벽면설치 모습	79
그림 58 관제모니터링 시스템 전경 및 OFIS 사이트 화면	79
그림 59 OFIS 과수농가관리정보시스템 - 농장기본정보 기능	87
그림 60 OFIS 과수농가관리정보시스템 - 노지센서정보 기능	88
그림 61 OFIS 과수농가정보시스템 - 저장고센서정보 기능	88
그림 62 데이터 수집 서비스의 데이터 수집 절차 모델	92
그림 63 데이터 수집 서비스의 클래스 설계	93
그림 64 데이터 수집 절차 단계별 구현 클래스	93
그림 65 기상청 기상예보 XML 문서 예시	94
그림 66 XSLT에 의해 변환된 기상예보	95
그림 67 지역 기상예보 수집용 설정파일 예시	96
그림 68 병해충 검색서비스 구상도	99
그림 69 병해충 예측지도서비스 구상도	100
그림 70 서울가락동도매시장의 사과(후지) 경매정보	102
그림 71 검색 결과	102
그림 72 OFIS 과수농가관리정보시스템의 데이터베이스 스키마	108
그림 73 데이터 공유 서비스의 구조와 실행결과	110
그림 74 데이터 그룹별 데이터 공유 동의 설정	111

그림 75	OFIS 서비스간 상호연동	112
그림 76	외부 서비스 도입 절차	116
그림 77	외부 확장 서비스 도입 취소 절차	117
그림 78	외부 확장서비스의 실행절차	118
그림 79	농촌진흥청의 품목별 매뉴얼 OpenAPI를 활용한 외부 확장서비스의 RESTful 인터페이스	119
그림 80	외부 확장서비스 실행 예시	120
그림 81	농산물의 유통 경로별 비중 및 한국과 일본의 농산물 도매시장 거래 방식 차이 ..	121
그림 82	가격동향 외부서비스	122
그림 83	월별 주요 병해충	123
그림 84	병해충정보 외부서비스	124
그림 85	월평균 적산온도 변화	124
그림 86	클라우드 센터내 네트워크 보안 장비 구성도	126
그림 87	OFIS 취약점 점검 결과	127
그림 88	OGC SOS 작동 순서도	130
그림 89	HTTP/GET과 HTTP/POST 시 GetObservation 명령 예시	131
그림 90	미들웨어의 구조	132
그림 91	사용된 아두이노 보드 및 확장 모듈	133
그림 92	GetCapabilities 명령의 응답 예	135
그림 93	DescribeSensor 명령의 응답 예	135
그림 94	무선 통신을 사용하는 경우의 통신 구성도	137
그림 95	OFIS ROSE 2 시험을 위한 농가설치	138
그림 96	윈도우즈 작업 스케줄러 예시	140
그림 97	윈도우즈 서비스로 등록된 OFIS IRIS	141
그림 98	OFIS IRIS for PC의 구성도	141
그림 99	농장내 센서네트워크와 클라우드의 연동방식	144
그림 100	데이터 유실 원인 비교	147
그림 101	농업인 조직화 변천과정	149
그림 102	농식품부 산지유통정책 변천과정	152
그림 103	농업정책의 지원체계 변화	153
그림 104	부류별 공선출하회 현황	158
그림 105	자동기상대시스템의 전형적인 구조	167
그림 106	제안하는 자동기상대의 구조	168
그림 107	자동기상대 시스템의 구조	170
그림 108	자동기상대를 위한 데이터베이스 스키마	171
그림 109	기상대모니터링용 프로그램의 메인화면	172
그림 110	기상이력그래프와 환경설정	173
그림 111	무선 통신 시험을 위한 위치	173

그림 112	CLAES 초기화면	175
그림 113	OSHA Hazard Awareness Advisor 구동 화면	175
그림 114	스마트 전문가 시스템 작업 선도	176
그림 115	전문가시스템의 기본 요소	178
그림 116	규칙기반 전문가시스템 구조도	178
그림 117	농민이 수기로 작성한 영농일지	183
그림 118	암묵지와 형식지의 상호작용	184
그림 119	가상 시나리오 시스템 동작 알고리즘	186
그림 120	클래스 다이어그램 예시	188
그림 121	자재 사용 이벤트에 대한 시퀀스 다이어그램	188
그림 122	스마트 전문가 시스템의 유즈케이스 다이어그램	189
그림 123	농장 관리 기능 개요도	190
그림 124	환경 관리 기능 개요도	191
그림 125	작물 관리 기능 개요도	191
그림 126	물품 구매량 및 사용량 관리 개요도	192
그림 127	수확 및 저장 관리기능 개요도	192
그림 128	작업 및 영농일지 관리 개요도	193
그림 129	전문가 시스템 순서도	205
그림 130	개발된 데이터베이스의 구조 관계도	206
그림 131	문제해결구조 파악을 위한 순서도	207
그림 132	적응형 뉴로-퍼지 추론 시스템의 구조	210
그림 133	퍼지집합으로 나눈 입력 정보	212
그림 134	사용자 입력 오류 검출 모듈	214
그림 135	OFIS 시스템 초기화면	216
그림 136	노지과수 생산관리 시스템 초기화면	216
그림 137	과수원 날씨 확인 화면	217
그림 138	작업 일정 조절 화면	217
그림 139	물품 및 자재 관리 화면	218
그림 140	영농일지 관리 화면	218
그림 141	모바일 초기화면	219
그림 142	영농일지 열람 및 입력 화면	220
그림 143	물품 관리 화면	220
그림 144	기상정보 출력 화면	220
그림 145	MATLAB 퍼지 로직 툴박스 초기화면	222
그림 146	퍼지 멤버십 함수 제어 화면	223
그림 147	MATLAB을 통해 개발된 뉴로-퍼지 시스템의 구조	224
그림 148	MATLAB 2차 개발 시스템의 추천 작업 적중 그래프	225
그림 149	C++ 기반 작업 추천 프로그램의 구동 스크린샷	227

그림 150	가상 시나리오 모듈 구동 스크린샷	229
그림 151	전문가 화상회의 서비스 접속	230
그림 152	화상회의 서비스 메인 페이지	230
그림 153	배 신고 품종의 개화시기 예측	231
그림 154	홍로, 후지품종 사과의 생육일수 및 숙기 예측 시스템	232
그림 155	온습도 태그 수정안	233
그림 156	1차 실내실험 RMSE 값 변화	239
그림 157	2차 실내실험 RMSE 값 변화	241
그림 158	1,2차 실내실험 후 RMSE 값	241
그림 159	과수원 외부 지역의 통신 거리 검증 테스트	244
그림 160	온습도태그 센서	245
그림 161	센서 접속 확인	245
그림 162	안테나 확장	245
그림 163	통합네트워크시스템 구축(공주)	246
그림 164	태그(온,습도) 10개소 설치 모습	247
그림 165	과일박스에 온습도태그 설치	248
그림 166	기존프로토콜을 연계한 통신 D/B 소프트웨어	251
그림 167	태그 확장 프로그램	252
그림 168	신규 개발한 통신운영 소프트웨어	252
그림 169	태그 D/B와 실시간 통신하는 프로그램	253
그림 170	사용된 태양전지모듈 (TSM-10M)의 I-V 곡선	254
그림 171	실험장치	255
그림 172	데이터수집 프로그램	255
그림 173	일사량과 단락전류의 비교	258
그림 174	MSR과 ESR의 비교	259
그림 175	월별 RMSE 분포	259
그림 176	대기온도와 RMSE사이의 관계	260
그림 177	급작스런 일사량의 변화로 ANN 모델의 가장 안 좋았던 경우	260
그림 178	RMSE와 RMSC사이의 관계	261
그림 179	RMSE와 운량사이의 관계	261
그림 180	가장 안 좋은 RMSE를 가진 날의 적산 일사량의 MSR과 ESR의 비교	262
그림 181	ASN 405T 외형	264
그림 182	ASN 405의 주요 제원	264
그림 183	솔라셀노드의 연결회로도	265
그림 184	솔라셀 노드 외형	267
그림 185	Com 포트 설정 창	267
그림 186	모니터링 프로그램 실행 화면	268
그림 187	ASN 센서태그 허브 설정 프로그램	269

그림 188	커맨드창에 입력 후 모습	269
그림 189	명령어 전송 모습 (HEX타입)	269
그림 190	실제 허브 설정을 바꾸기 전과 후	270
그림 191	스위치 모듈의 외관	270
그림 192	제작한 스위치모듈에 기반을 둔 태양전지노드 Ver. 1 테스트 결과	271
그림 193	솔라셀 모듈로부터 데이터 수집	271
그림 194	메인 페이지의 형태	274
그림 195	냉방기 제어 페이지	275
그림 196	환풍기 제어 페이지	275
그림 197	가습기 제어 페이지	275
그림 198	유동팬 제어 페이지	276
그림 199	환경기록 D/B	276
그림 200	저장 중 생리장해 예측진단 프로그램	277
그림 201	감모율 외부서비스	280
그림 202	사과 홍로의 만개일과 생육일수와의 상관관계	282
그림 203	사과 후지의 만개일과 생육일수와의 상관관계	285
그림 204	이천의 2012년 12월부터 2013년 2월까지의 최저기온분포	290
그림 205	복숭아 동해피해 증상이 나타난 시기별 비율	291
그림 206	과수원 경사도에 따른 동해피해율	293
그림 207	과수원 방향에 따른 동해피해율	293
그림 208	배수상태에 따른 동해피해율	293
그림 209	복숭아 당도와 8월중 강수량과의 회귀식	295
그림 210	기상요인에 따른 복숭아 재배적지 구명	297
그림 211	Gartner 2013 Hype Cycle for Emerging Technologies	311
그림 212	주요 국가 빅데이터 활용 현황	312
그림 213	한국 후지쯔社 우보(牛步) 시스템	314
그림 214	정부의 비타민 프로젝트 개요	318

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구 개발의 필요성

1. 국내 과수산업

2010년 기준 전국 농가 수는 1,177 천호로 그중 14.4%에 해당하는 170천 가구가 과수업에 종사하고 있다. 국내 과수산업은 해당 부문 생산액이 3조 5838억에 이르고, 경지면적으로는 15.6만ha로 전국의 경지면적의 10%를 차지하고 있는 중요한 분야이다. 또한 소득이 높은 작목으로 농업분야에서 축산, 특작 농가의 뒤를 이어 세 번째로 소득이 높은 분야이다.

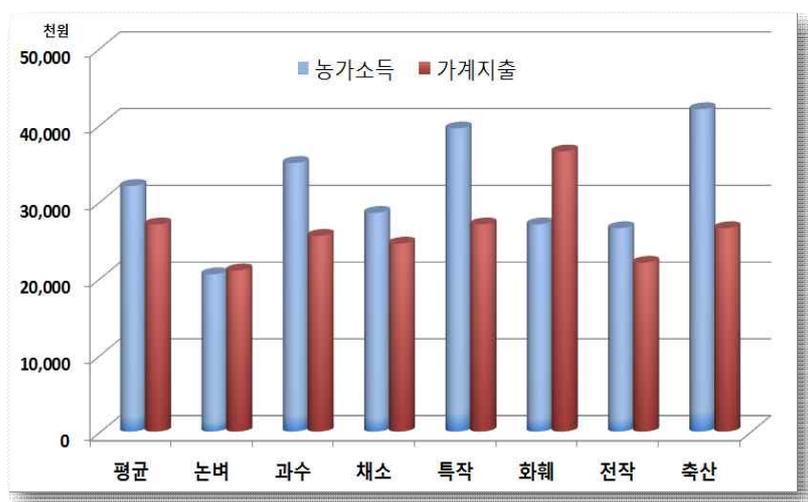


그림 1 영농형태별 소득/가계지출

과수 산업은 웰빙의 바람을 타고 90년대 가파르게 성장하였다가 2000년대 들어서 감소 추세를 보이더니 2006년부터 다시 증가하는 추세를 보이고 있다.

그러나 최근 국내 과수 산업은 기후변화로 인한 작황의 감소, 유가 인상으로 인한 생산비 증가, 중국 등의 경쟁시장 등장으로 인하여 수출 애로의 어려움에 처해있다. 또한 FTA로 인해 넓어진 시장의 틈으로 가격이 저렴한 농산물들이 수입될 위험에 놓여있는 상태이다.

이를 해결하기 위해 고품질 친환경 과실을 생산 공급하기 위한 품질 관리 노력이 중요시 되고 있다. 명품 농산물, 브랜드 농산물이 속속들이 등장하였고, 이런 브랜드 과수의 경우 지방 자치단체와 민간이 협력하여 만든 상품으로 생산에서 유통까지 품질 관리에 신경을 기울여 차별화에 성공하였고, 일부 상품들에서 성공적인 측면이 보이고 있는 실정이다.

안전한 먹거리, 고품질 먹거리에 대한 수요가 증가하면서 소비자들도 점차 생산지 특성 및 과수 생산의 조건에 따라 좋은 품질의 과수에 대해 비용 지불의 의미를 이해하고 있으나

과수 생산품에 대한 비교 자료가 체계적이지 않고 부족하다.

최근 이상기후로 인한 과수 피해가 증가하고 있다. 2011년 농림수산식품부의 자료에 따르면 과수 전체 면적 15.6만 ha의 10%를 넘어서는 면적이 냉해 피해를 입었고, 2014년에는 충북에서만 760ha의 면적에서 냉해피해가 발생했다. 이런 기상 피해 뿐만이 아니라 과수 산업의 경우 병해충과 조류에 의한 피해가 잦은 편이다. 조류의 경우 수확철에 과수를 그물로 덮어 놓는 등의 대책을 쓰고 있으나 미봉책에 불과하고 병해충의 경우 발생한 후에는 수습이 어려우므로 예방을 통한 대책 마련이 필요하다.

과수 산업의 경우 과수 시설화가 미비한 것도 문제점이다. 대부분의 과수원의 경우 농약 살포나 가지치기 정도의 작업만 수행되고 있는데 품질 관리를 위해서는 스프링쿨러나 방상팬 등의 시스템 보급이 필요하다. 기존의 환경 제어시스템의 경우 정해진 프로그램에 따라 운영된다. 하지만 갑작스런 기상환경의 변화등에 대응하기 위하여서는 정밀한 계측시스템을 바탕으로 한 운용이 필요하다.



그림 2 해외의 과수원 환경 제어 시설

피해를 막는 것뿐만 아니라 좋은 품질을 위해서는 과수 재배에 대한 공간적, 시간적 자료가 필요하다. 자연환경은 해마다 편차가 있으므로 적절한 생육 DB화와 환경 계측 기술이 결합되면 생육모델 혹은 저장모델을 이용하는 것이 가능하고, 적절한 제어 관리까지 병행되면 생산량 유지 및 증대도 꾀할 수 있을 것으로 기대된다. 하지만 시설 투자에 대한 부담으로 가격 경쟁력을 갖추기 어려워 저비용의 관리시스템을 구축하는 것이 중요하다.

현재의 과수재배 시스템은 생산과정에서 전문적인 관리를 받기 어려운 실정이다. 우선 현행 과수원이 기계화에 적합하게 조성되지 않은 곳이 많으며, 관개시설이 제대로 보급되지 않은 상태이며 생산관리에서 시설원예처럼 환경계측과 자동화가 이루어지지 않은 상태이다. 따라서 생산단계의 정보 수집도 어렵고 생산기술이 개인의 경험과 인력에 의존하고 있어 체계적인 관리가 쉽지 않다.

또 소수의 전문가가 육안으로 진단하고 대안을 마련하기 때문에 컨설팅을 하기 위해서는 반드시 방문하여야 하는 문제가 있다. 이로 인해 농민은 갑작스런 문제상황에 대처할 수 없는 경우가 많고, 금전적인 부담 또한 생기는 것이 현실이다. 게다가 한명의 전문가가 생육과 관련된 모든 분야에 박식할 수 없기 때문에 문제 상황에 따라 서로 다른 전문가를 두어야 하는 문제도 존재한다.

이는 과수 산업에 진입하려는 신규 농업인에게도 마찬가지로 적용이 되는데 최근 귀농에 대한 관심이 증가하여 도시를 떠나 농촌으로 돌아오는 가구가 증가하는 현실에서 이들 귀농인들에게 있어서 과수 산업은 금전적·기술적으로 접근하기 어려운 점을 가지고 있다.

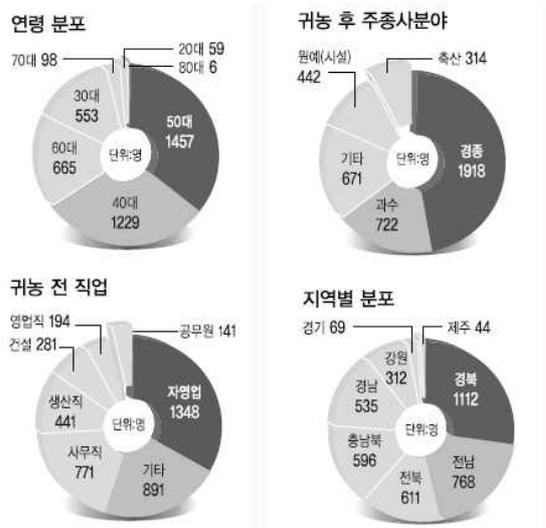


그림 3 귀농 통계 조사 <해럴드 경제>

따라서 이런 문제들을 해결하기 위하여서는 과수 산업에 있어서도 IT 융복합 기술을 이용한 정밀한 센싱 네트워크 구축, 그리고 이를 바탕으로 하는 체계적인 생육 데이터 DB화가 필요하다.

2. 과수산업 IT 기술 접목하는데 있어서 문제점

과수생산-유통에 관련된 많은 지식이 축적되어 있고 일부 지식에 대해선 인터넷으로 접근 가능하지만, 복합적인 판단은 농업인의 종합적인 사고를 바탕으로 하고 있으며, 그 판단의 정확성은 판단한 개인의 능력에 의존하는 현실이다. 전문가시스템과 같은 인공지능화된 IT 기술을 통한 종합적 판단이나 추론이 필요하지만, 이러한 IT기술을 과수산업에 활용하기 위한 정보 데이터베이스가 축적되어 있지 못한 실정이다.

과수생산 농가의 목표가 경제적 이익을 극대화하는 것은 자명하다. 하지만 IT기술을 접목한 신기술 도입은 새로운 투자를 필요로 하며 투자대비 이익이 크다는 것에 대한 인식이 부족

한 실정이다. 우선 신기술을 도입을 위한 경제적 부담이 너무 크다. RFID 리더기의 경우 한 대당 100만원이 넘어가고 센서 노드당 가격도 수~수십만원에 달하므로 시스템 구축에 상당한 비용이 소모된다. 게다가 이런 투자 대비 농가 소득 증대가 실체화되어 증명되지 못한 상황이다.

농업인의 정보화수준이 낮다는 것은 일반적으로 알려진 사실이다. 정보화수준의 평가를 위한 한 가지 지표로 정보격차를 들 수 있다. 정보격차는 계층간에 존재하는 사회경제적인 활동에 필요한 정보능력의 차이로 정의되며, 이는 개인간, 지역간, 산업간에 다양하게 나타난다. 이는 개인의 사회경제적인 동기와 능력을 제한하고 계급구조를 고착화하며, 소득격차를 유발할 수 있다. Yu and Lee (2008)는 설문을 통하여 농어민의 정보격차를 조사했다. 이에 따르면 농어민의 정보격차는 전체 국민 대비 가장 낮은 수준이며, 취약계층중에서도 가장 낮은 편에 속한다.

이러한 경향은 최근까지도 크게 변화되지 않았다. Oh et al. (2011)은 농업인의 정보화 수준에 따른 농업정보 개선에 관한 연구를 수행하였다. 조사대상 134명의 농업인들의 정보화 수준은 극히 낮아 정부기관 등에서 제공하는 정보도 활용하지 못하는 것으로 조사되었고, 전자상거래의 경우 조사 농업인의 8.3%만이 활용해본 경험이 있는 것으로 나타났다.

농업인들이 정보를 접하거나 정리할 시간이 부족하다는 문제도 있다. 본 연구를 위해서 인터뷰한 농업인에 따르면 영농일지에 작성할만한 정보가 있는 경우에는 육체적으로 할 일이 많아 피곤하다고 한다. 유럽의 한 조사결과에 따르면, 선진국인 독일의 농업인은 일주일동안 약 18시간을 사무실 작업에 할애하는 반면, 그리스의 농업인은 일주일동안 약 1시간을 사무실 작업에 할애한다고 한다 (Lawson et al., 2010).

또한 농업인은 농업정보수집에 IT기술을 적극적으로 활용하고 있지 못한 실정이다. Lee et al. (2006)는 농업정보의 전달매체 및 농업인 선호정보를 조사하였는데, 농촌진흥청이 보유하고 있는 매체를 통해 농업정보를 획득하는 경우가 약 35% 수준으로 나타났다. 이 수치는 인쇄매체로 발간되는 것과 인터넷으로 게재되는 것을 통합한 수치이기 때문에 농촌진흥청의 정보를 인터넷으로 획득하는 비율은 35% 이하로 보는 것이 적절할 것이다. 이는 동일 논문에서 제시하고 있는 2000년의 컴퓨터 통신을 이용한 농업정보 수집 비율인 4.8%보다는 높은 수치일 수 있지만 농업인의 IT 기술 활용수준이 상당히 낮음을 보여준다.

이런 문제를 해결하기 위하여서는 1. u-IT 기술을 접목할 때, 농민의 추가적 유지관리 활동이 적거나 없어야 하고, 2. 농민들이 알고 싶어 하는 정보를 제공해야 하며, 3. 과수생산과정에서 위험 상황 발생시 미리 예측하고 조치를 취하게 하는 등 경보 기능을 제공하여 과수생산에 필요하다는 인식을 제공해야 한다.

uIT 기술도입의 긍정적인 부분은 농어민의 정보화 수용태도가 농어민의 정보화수준에 비해 높은 것으로 분석되었다는 것이다. Yu and Lee (2008)는 설문조사를 통해 농업정보화에 대한 농업인의 수용태도를 분석하였다. 농업인의 컴퓨터 활용정도는 상대적으로 낮은 수준

이지만, 정보화 수용태도는 높게 나타났다. 따라서 농업정보를 활용할 수 있는 교육과 함께 농업정보가 적절히 제공될 수 있는 시스템이 구축된다면 농업인에게 큰 도움이 될 수 있다.

제 2 절 연구 개발 목표 및 내용

1. 최종 목표

노지 과수용 센서/센서네트워크 및 환경제어, 환경 정보 및 생육데이터를 활용한 스마트 전문가 시스템, 국가 정보시스템과의 연동 모듈을 포함하는 사용자 친화적인 u-IT 과수 생산 관리시스템을 개발하여 고품질 저비용 과수 생산의 기반을 마련한다.

2. 과제별 연구개발 목표 및 내용

가. 제 1 세부과제 (주관) : 시스템 통합 및 클라우드 서비스 연구 개발

- (1) 데이터 표준화 및 RFID-USN 적용 프로세스 개발
- (2) 시스템 통합 및 국가 정보시스템 연동
- (3) 노지 과수용 u-Farm 클라우드 센터 구축
- (4) 노지과수생산관리시스템의 표준모델 및 확산모델 개발

나. 제 2 세부과제 : 품질 관리 및 생육 전문가 시스템 개발

- (1) 스마트 전문가 시스템 베이스 개발
- (2) 스마트 전문가 학습 모델 개발
- (3) 스마트 전문가 시스템 보완 및 전문가 연계 서비스 구축

다. 제 1 협동과제 : 노지 환경 및 저장고에 적합한 센서네트워크 기술 개발

- (1) 환경 테스트 및 1차 농가 인프라 구축/운영
- (2) RFID-USN 모니터링 시스템 구축 및 2차 농가 인프라 구축/운영
- (3) RFID-USN을 이용한 환경 제어 및 네트워크 호환성 검증

라. 제 2 협동과제 : 과수의 생육정보화 및 효과 검증

- (1) 기술원내 인프라 구축 및 생육정보 수집
- (2) 생육 환경 분석 및 예측 모델 개발
- (3) 클라우드 시스템 검증 및 농가 수준의 실증 테스트

제 3 절 연구 개발의 범위

본 연구는 농업용 클라우드 시스템 구축을 위한 연구로, 시스템의 모델을 제안하고 제안된 모델이 동작하는 것을 보이는 것을 목표로 한다. 본 연구에서는 시간 및 비용적인 문제를 고려하여 다음의 연구개발 범위를 갖는다.

1. 대상 농장

연구 과수는 배와 복숭아로 하였다. 배는 국내 6대 주요 과수 중 하나로 과수전체 재배면적 154,411ha중 15,081ha을 차지하고 있으며 생산량중 약 6.5% 정도인 27,222톤이 수출되고 있다. 재배상 문제가 되고 있는 것은 개화기 기상악화로 착과가 불량하고 서리피해를 받는 지역이 많아지고 있으며, 생육기 잦은 강우에 의한 흑성병 증가로 상품과율이 떨어지는 경우가 있다.

복숭아는 과수전체 재배면적 154,411ha중 13,795ha을 차지(국내 6대 주요 과수 중 6번째) 최근 세계적으로 재배량이 증가하는 추세고 국내도 생산 면적이 증가추세에 있다. 겨울철 저온에 의한 동해피해와 개화기에 저온피해가 문제가 된다.

대상 농장은 경기도와 충청남도지역의 배, 복숭아 과수 농가를 선정하였고, 실험을 위해 다양한 시스템 조합으로 설치 운영하였다.

2. 연구 개발 시스템의 기능 범위

가. 과수 생산 과정에서 과제의 범위

본 연구에서는 노지 과수 생산에서 소비에 이르는 과정을 사업진입단계, 준비단계, 생육단계, 숙성단계, 수확후단계, 유통단계의 6단계로 구분하는데, 총 6단계 중 사업진입단계와 유통단계를 제외한 나머지 단계를 생산 과정상 과제의 적용범위로 한다.



그림 4 노지 과수 생산 프로세스

나. 기능의 범위

본 연구에서 개발하는 노지과수생산관리시스템은 클라우드 기반의 센서네트워크 관리를 주목적으로 하며, 농장관리정보시스템의 기본적인 기능을 추가적으로 구현하였다. 추가 구현

된 기능으로는 농가기본정보관리, 영농일지관리, 저장고 관리, 전문가 회상회의, 외부 확장 서비스 연동 기능 등이다.

3. 하드웨어 및 소프트웨어적 제약사항

본 연구에 활용되는 클라우드 시스템을 구축하기 위한 하드웨어(컴퓨터 및 저장장치, 네트워크 장치 등)들은 시스템 구현을 위한 최소사양이다. 단, 시스템은 확장성을 갖도록 구현될 것이다. 활용되는 소프트웨어도 비용적인 문제를 고려하여 오픈소스의 소프트웨어를 사용한다. 그로인해 발생할 수 있는 최적화나 안정성의 문제는 이 연구의 한계로 볼 수 있다.

특히 화상회의 솔루션의 경우 본 과제의 개발 영역으로 판단되지 않기 때문에, (주) 엘립넷에서 제공하는 상용 프로그램을 사용했으며, 현재 설치된 버전은 10명까지의 동시접속자를 보장하며, 전자칠판, 파일공유, 화상저장 등의 기능을 수행할 수 있다.

4. 연동농업정보시스템과 농업정보의 종류

현재 농업정보시스템에서 제공되는 농업정보는 그 종류나 형태가 매우 다양하다. 또한 연동 농업정보의 활용성을 염두하지 않고 데이터만을 수집하는 것은 불필요한 일이라 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 연동 농업정보의 메쉬업을 고려하여 필요한 정보만을 연동하였다. 다만, 연동을 위한 소프트웨어는 정보의 종류나 형태를 정의할 수 있는 형태로 구현하였다. 다음 리스트는 본 연구에서 연동한 농업정보의 종류이다.

- 기상청의 지역기상예보
- 농진청의 품목별관리매뉴얼 (과수)
- 국가병해충관리시스템의 병해충예보
- 옥답의 실시간농산물경매정보

제 2 장 국내외 기술개발 현황

정보화 시대인 21세기를 맞이하여 지식과 정보의 활용이 모든 산업에서 경쟁력을 결정하는 중요한 요인이 되었다. 농업부문에서도 토지, 자본 등의 전통적 생산요소와 함께 ICT(Information and Communication Technology)나 USN(Ubiquitous Sensor Network system) 기반의 IT 기술을 농업에 융합시켜 농업의 생산, 유통, 소비 전 과정에 걸쳐 생산성과 효율성 및 품질향상, 효과적인 농업기술 활용, 농업관련 지식 및 기술 정보화를 통한 의사결정에서의 합리성 제고, 인터넷을 이용한 정보 확산 및 e-business 활용 등, 농업의 국제경쟁력 강화를 위해 노력하고 있다.

2003년 우리나라 모든 농촌지역에 초고속통신 서비스가 제공됨으로써 농업, 농촌 정보화를 위한 최소한의 기초적 여건은 마련되었고 스마트폰의 보급과 같은 최신 정보통신기술의 발전으로 인터넷 환경에서 컴퓨터와 스마트폰을 이용하여 다양한 정보를 얻는 것은 누구나 할 수 있는 당연한 일이 되었다. 이에 농업인들도 접근 가능한 다양한 정보를 바탕으로 합리적인 의사결정을 하려는 노력을 하고 있으며, 정부나 기업에서도 이를 활용하려는 노력을 진행 중이다. 국내의 경우 농림축산식품부에서 `02년부터 3차에 걸쳐 수립한 정보화 기본계획(표1)에 따라 농업, 농촌정보화를 추진하고 있으며 정부 주도의 다양한 농업정보시스템들이 구축되어 운영되고 있다.

표 1 정보화 기본계획 추진성과

단계 (기간)	1단계 (2002~2006)	2단계 (2007~2011)	3단계 (2012~2016)
목표	지식, 정보화 촉진	IT융합 진입	IT 융합확산을 통한 스마트 정부 구현
추진방향	-농촌지역 정보활용 기반 조성 -효율적 자원관리 및 농산업 활성화를 위한 디지털 기반 조성 -대국민 행정서비스 질 향상 및 업무 효율성을 위한 전자정부 추진	-농업, 농촌의 u-Life 현실화로 농촌 삶 및 복지 향상 -지능기반의 농촌 정보화 인프라 확충 -농식품분야에 IT기술이 융합된 u-Farm 사업모델 도입, 검증	-농식품ICT활성화를 통한 모델 구축 및 확산 -농어촌 지역 디지털 기반 조성 -행정정보화를 통한 미래 지행적 농정 실현 -IT거버넌스, 인프라 구축, IT융합을 통한 가치 창출
주요성과	-업무처리 온라인화 (AgriX) -초고속통신서비스, PC 보급 -농업기술정보활용	-농어촌 지역광대역통신망 구축 -정보자원의 통합, 연계	-스마트농업 추진 전략 마련

Kim et al. (2010)의 연구에 따르면, 농림부등 7개의 정부기관에서 기관의 고유 업무와 관련된 다양한 정보를 제공하고 있다. 특히 농림부의 경우 정책수립 및 집행에 관련된 농업통계, 농업정책, 농업법령, 농림사업정보등 다양한 정보를 제공하고 있다. Shim et al. (2012)은 스마트 농업정보 서비스 추진방안을 발표하면서 4개의 모바일 전용 웹페이지와 18개의 스마트 폰용 어플리케이션이 제공되고 있다고 하였다.

농업정보에 대한 관심은 기업들의 행보에서도 확인할 수 있다. Climate Corporation은 2006년에 두 명의 Google 출신이 세운 회사이다. 이 회사는 60년간의 작물 수확량 정보, 14 TB의 토양 정보, 미국 정부에서 제공하는 기상정보를 토대로 지역별 폭풍 정보와 각종 작물의 예측정보를 만들어 팔고 있다. 이 회사에서는 자사의 빅데이터 처리를 위해 Map-Reduce를 사용하고 있으며, 아마존의 클라우드 컴퓨팅 환경을 이용하고 있다. Farmeron 은 축산농가에서 생산되지만 사용되지 않고 버려지는 데이터에 주목했다. 가축의 무게를 추적하여 최적의 효율을 낼 수 있는 사료의 배합을 알려주거나 가축의 생육주기 등을 파악하여 알려준다. Farmeron의 시스템은 클라우드 환경에서 빅데이터 처리를 할 수 있으며, 2012년에 14개 국가의 450개 농가가 사용 중인 시스템으로 알려져 있다. 이 외에도 John deere에서는 FarmSight라는 농가의 다양한 데이터를 처리하여 활용할 수 있는 시스템을 개발하였으며, DuPont Pioneer에서는 Pioneer® Field360™ 서비스를 개발하여 농가에서 발생하는 막대한 양의 데이터를 스마트폰에서 확인할 수 있도록 하였다.

농업정보를 바라보는 관점의 변화를 여러 컨퍼런스에서 찾아볼 수 있다. 2012년 6월 스위스 제네바에서 개최된 ITU-T SG13 회의에서 처음으로 ICT 농업분야와 연계된 표준문서를 개발하기로 결정했고 2012년 말에 시카고에서 열렸던 American Seed Trade Association 컨퍼런스는 농업용 빅데이터에 대한 세션을 별도로 준비하였으며, 2013년 4월 말 워싱턴에서 G-8 국가가 모여 열렸던 Open Data for Agriculture 미팅에서는 각국의 농업 데이터를 모아 공유하기 위한 시스템 개발에 합의하였다. 이러한 노력은 비단 국내에만 국한된 현상이 아니라 전 세계적인 추세이며 오히려 국내 상황은 해외 농업 강국들에 비해 상당히 뒤쳐진 상태이다. 특히, 우리나라의 주요 교역상대국들인 미국, 일본, 네덜란드, 독일 등의 농업 선진국들의 대규모 기업농들은 이미 성공적으로 농업정보화 작업을 진행하여 USN과 이를 기반으로 하는 FMIS, u-Farm, 노지/온실형 ICT융합, 식물공장 등을 구현, 운영하기 위한 연구를 추진하고 있으며 실질적인 결과물도 나오고 있는 실정이다.

제 1 절 농업용 센서네트워크

무선센서네트워크는 센서를 무선으로 연결한 네트워크 구성을 의미한다. 언제 어디서나 컴퓨팅환경에 접속할 수 있는 유비쿼터스 패러다임이 확대되면서 무선센서네트워크에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 최근 들어 무선 센서네트워크는 온/습도 관리와 같은 단순한 기능의 저전력 모니터링 서비스에서 시의성과 무선 전송의 신뢰성을 요구하는 산업 자동화 서비스 및 스마트 그리드와 같이 통신 거리를 확장한 옥외 서비스를 위한 기술로 서비스 영역을 넓혀가고 있다 (Jeong et al., 2010).

무선센서네트워크 기술은 농업분야에서도 그 사용영역을 넓혀가고 있는 중이다. 최근 다양한 센서시스템이 농업적 용도로 개발되어 적용되고 있다 (Wang et al., 2006). 새롭게 개발되는 센서들은 작물성장을 모니터링 하거나 작물 생육을 위한 제어하는데 사용되고 있다. 이러한 센서들은 작물의 양분이나 수분의 요구도, 토양의 상태, 작물의 생육상태 등을 측정할 수 있다 (Lee et al., 2010). 이에 많은 연구자들이 새로운 센싱기술, 알고리즘, 어플리케이션등을 연구하고 있는 실정이다 (Kim et al., 2012a; Kim et al., 2012b; Vellidis et al., 2008).

1. 센서 네트워크 활용기술

작물생산과 관련된 센서네트워크 기술은 크게 3가지로 노지형 IT융합기술, 온실형 IT융합기술, 식물공장 기술로 분류할 수 있다.

가. 노지형 IT 융합기술

노지 작물에는 곡류, 과수, 과채류 등이 해당된다. 기후, 토양 특성에 따라 지역적으로 다양한 작물이 재배되며 이들의 생산량 증대, 피해예방, 상품성 향상을 위한 다양한 IT 융합기술이 존재한다. 작물의 생산, 수확, 저장, 유통 및 가공, 구매 등 모든 단계에 걸쳐 적용되며 RFID, USN 기술은 생산/수확, 저장, 유통 단계에서 생산, 품질관리를 위한 핵심기술로 활용된다.

USN을 이용한 농업 융합 서비스는 모니터링 및 제어, 서비스 플랫폼 그리고 진단 및 예측 기술로 구성된다. 유남현 등(2009)은 재배지에 설치되어 있는 센서들로부터 수집되는 각종 정보들과 기상정보 등을 분석하여 농업인이 활용할 수 있는 전문가시스템 또는 의사결정 시스템 구축에 대해 필요성을 제기하고 연구를 진행하였다. 이은진 등(2009)은 노지 농업환경 정보를 수집, 모니터링하는 시스템을 통해 농작물의 재배환경정보를 DB로 구축하고 서리방지와 수분공급 등 제어 가능한 지능형 농작물 재배시스템을 연구했다.

(1) 모니터링 및 제어서비스

기후, 토양, 관수 등의 센서 기반 모니터링과 관수장치, 재배시설, CCTV 등을 제어하는 기술을 말한다. 일반폰(feature phone)을 기반으로 재배지의 환경 변화, 이상을 감지하고 이

를 SMS 등을 통해 제공하는 수준에서 원격 모니터링과 제어를 가능하게 하는 기술로 발전되었다. 최근 들어서는 스마트폰 또는 스마트 패드와 같은 첨단 단말장치에서 이용 가능한 다양한 재배 응용 앱(application)을 기반으로 하는 서비스 기술 개발이 증대되고 있다.

KT는 스마트폰 또는 태블릿 PC를 이용 3G망이나 WiFi 망을 기반으로 원격재배지 현장의 ‘필드 환경제어 시스템’에 접속하고 이를 통해 재배현장의 센서상태 파악, 임계치 조정, 액추에이터 구동 등을 할 수 있도록 하며 CCTV를 통한 실시간 모니터링이 가능한 기술을 개발하였다. 이스라엘의 히브리 농대 연구팀은 식물의 잎 두께를 측정해 식물이 필요로 하는 만큼의 물을 자동 공급하는 첨단 센서를 개발했으며, 미국의 Fruition Science사는 포도 등의 작물의 수분보유 함량을 측정하는 SAP Flow 센서를 통해 포도 등의 작물에 대한 관수량의 예측을 가능하게 하는 기술을 개발하였다.

(2) 진단 및 예측기술

병충해 진단, 생육, 생산량, 품질 예측 서비스를 말한다. 농촌진흥청에서는 감귤의 익는 시기를 15일 간격으로 7단계로 나누어 과중을 예측하는 방정식을 개발하여 과실의 과중, 크기를 기초로 전체 생산량 예측을 가능하게 하는 기술을 개발하였다. 하지만 품질/생산량 예측은 과실 특성과 노지/시설 여부, 기후 특성에 따라 많은 차이가 있기 때문에 오랜 기간에 걸쳐 많은 추가적 연구가 필요하다. 병충해 예방/진단 기술은 주로 포도, 사과 등의 노지 과수 작물을 대상으로 많은 기술개발 시도가 이루어지고 있다. 국립원예특작과학원의 방제 예측기술은 성페로몬 트랩과 CCD 카메라를 활용해 채집한 해충의 이미지를 촬영하고 유/무선 통신을 통해 이미지를 전송하여 분석함으로써 방제시기 결정을 지원한다. 경북 영주시는 u-IT 기술을 이용한 사과 병해충 예찰 및 생장환경관리시스템 개발을 진행 중에 있으며 핵심 시스템으로는 병/해충예찰시스템, 생장모니터링시스템 및 냉해(한발)방지시스템, 저장 환경관리시스템, 이력관리시스템 등을 개발한다. T-페로몬 트랩과 IR LED 센서를 이용하여 병해충을 예찰하고, 센서 등을 이용하여 냉해 피해를 예방하는 기술이다.

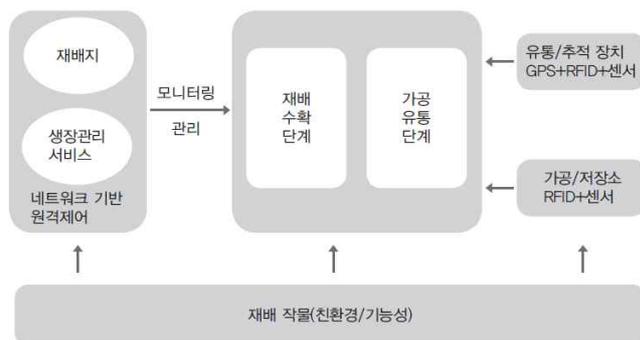


그림 5 노지형 IT 융합기술 (김동일 et al., 2012)

나. 온실형 IT 융합기술

시설원에 관리 기술은 USN기술을 이용하여 시설 내 생장환경 정보를 자동으로 수집하고,

작물의 종류, 성장단계, 기후 및 계절에 따라 성장조건을 최적으로 관리하며, 각 재배 작물에 최적화된 파라미터를 바탕으로 성장 및 품질을 예측하여 작물의 성장 및 생산력을 극대화하는 기술을 말한다. 작물 성장환경을 측정하기 위한 각종 센서와 이러한 센서 간의 네트워크를 통해 데이터를 실시간으로 수집하고 시설환경의 변화를 실시간으로 모니터링 할 수 있어야 한다. 식물변화의 관찰과 각종 성장조건 및 환경 정보를 종합적으로 분석하여 작물의 품질 최적화를 위한 예측 정보를 제공하고, 각종 환기팬, 보조광원, 관수시설, 차단막 등의 시설환경을 작물의 성장단계와 환경의 변화에 따라 유기적으로 제어할 수 있어야 한다. 또한 각종 식물성장정보와 생육 정보 및 각종 환경 정보를 통해 작물의 성장예측 정보를 가시화 하고, 이러한 성장예측 정보를 다양한 작물에 대해 제공할 수 있어야 한다.

네덜란드 등에서는 지난 수십 년 이상의 누적된 데이터와 재배환경 최적화 노하우를 바탕으로 각종 센서와 제어솔루션을 개발하였으며, 이러한 농업 IT 기술을 통해 생산량 및 품질 최적화를 도모하고 있다. 캐나다의 Priva사는 50년 이상의 축적된 시설제어 기술을 바탕으로, 각종 센서를 기반으로 시설 내 환경을 최적으로 제어하며, 다양한 연동 모듈 라이브러리를 통합하여 각종 센서 및 제어장치 등의 다양한 모듈이 유기적으로 연동되어 최적제어를 지원한다. 또한 RFID 등 첨단 기술을 이용하여 작물 수확량 모니터링, labor tracking 등을 지원한다. 캐나다의 Hoogendoorn사는 작물에 대한 40년 이상의 연구를 바탕으로, 적외선카메라, 토양습도 센서, 일사량 센서 등의 다양한 센서를 이용해 작물의 스트레스를 모니터링하고 최적 성장조건을 관찰할 수 있다. 이러한 센서 정보를 바탕으로 시설 및 관수 자동화를 지원하며, 다양한 현장 정보를 종합하여 전문가 시스템과 온라인으로 연동함으로써 보다 효과적이고 전문적인 의사결정을 지원 정보를 제공한다. 네덜란드의 HortiMax사는 다양한 센서 및 날씨 정보를 이용하여, 시설의 기상 정보를 예측하며, 시설 내의 온도 편차를 최적화하는 솔루션을 제공한다. 또한 인공과일 센서, 적외선 온도 센서, CO2 센서 등을 이용하여 보다 정확한 작물 주변 환경 정보를 수집하도록 지원한다. 사용자 설정이 가능한 소프트웨어 기반의 제어 시스템을 통해 다양한 제어 옵션을 지정할 수 있으며, 다수의 블록을 동일한 조건으로 제어할 수 있도록 지원한다.

국내에는 2005년부터 동부정보기술 등에서 USN 및 RFID 기술을 기반으로 시설원예 환경관리를 위한 다양한 시범사업을 통해 성장 환경을 원격에서 모니터링하고 제어할 수 있는 환경관리 시스템이 소개되어 왔다. 하지만 대부분이 단기간의 일회성 시범사업으로 미검증된 RFID/USN 시스템의 적용으로 인해 호환성이 부족하였으며, 장기적 활용 및 보급을 위한 표준체계 적용, 다양한 작물 적용을 위한 파라미터 도출, 시스템의 효율적·안정적 운영을 위한 매뉴얼 도출 등이 어려워, 결과물을 통한 시너지 효과를 만들어 내지 못하였다. KT는 원격 농업현장 모니터링 및 감시, 제어를 위한 Smart Farm 서비스를 선보였다. Smart Farm은 채소 재배 시설에 각종 센서와 CCTV 등을 설치하고 이를 스마트폰, 스마트패드 등을 이용하여 원격에서 실시간으로 모니터링을 수행하고 지정된 임계치 범위를 초과하는 센서값이 수집되면 사용자에게 알림메시지를 전달하여, 환경제어, 이력조회 등을 가능하도록 지원한다. 고양시, 용인시, 화성시는 지식경제부 u-IT 사업으로 화훼 성장환경 관리 시스템 구축하여 시범사업을 통해 보조광원과 각종 센서를 이용하여 화훼 재배환경을 원격지에서 모니터링 하고 각종 제어장치를 임계치 기반으로 제어하는 시스템을 구축 및 인프라

를 개선하였으며, 연간 출하횟수 및 생산량 증가, 유류비 절감 효과 등을 확인하여, 적용 면적을 확대 중에 있다. ETRI는 고부가가치 원예작물(딸기, 토마토)의 품질향상을 위해 RFID/USN 기술을 융합하여 작물의 성장상태 분석 및 관수/광원의 최적, 품질 및 성장 이상(질병, 재해) 예측/대응의 지능화 처리, 사용자 재배/숙성 업무의 효율화 처리를 가능하게 하는 H/W 및 S/W를 포함하는 농업 IT 융합기술을 개발하고 있다. 서종성 등(2008)은 토양 및 기상센서와 CCTV카메라를 이용하여 온실 내 기상환경 및 토양정보를 수집하고 온실 설비의 실시간 모니터링 및 제어가 가능한 온실관리 시스템을 연구하였다.

(1) 플랫폼기술

다양한 유형의 농업 융합 서비스 개발을 위해서는 그림6과 같이 공통기능을 제공하는 플랫폼 기술이 요구된다. 서비스 플랫폼을 통해 응용은 센서 네트워크, 시설 및 제어기기 등의 연동에 대한 표준화된 인터페이스를 이용할 수 있다. 특히 성장환경 데이터의 수집/분석, 예측 및 시설 제어, 모니터링 등은 기본적으로 공통적으로 다양한 농업 응용이 활용할 수 있는 기능들로 작물 정보, 재배 정보, 품질 및 병해충 이력 등의 종합적인 지식베이스를 구축하고 이를 기반으로 서비스 기능을 제공할 수 있다. 한국전자통신연구원(ETRI: Electronics and Telecommunications Research Institute)는 USN 미들웨어 플랫폼 기술을 활용하여, 농업 융합 응용서비스에 적합한 플랫폼 기술개발을 위해, 2010년부터 시설원에 작물의 최적 제어 및 예측 기술을 제공할 수 있는 성장관리 플랫폼 기술을 개발하고 있으며, 2011년부터 식물공장을 지원하는 플랫폼 기술개발을 시작하였다.

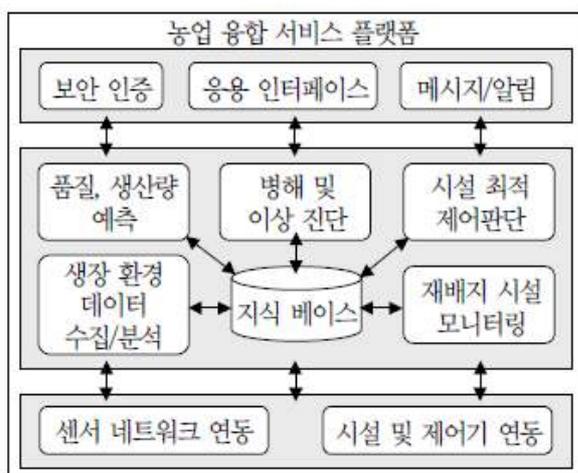


그림 6 농업 융합 서비스 플랫폼 아키텍처 (강성수 et al., 2011)

다. 식물공장 IT 융합기술

식물공장은 주변 환경과 관계없이 통제된 시설 내에서 광, 온도, 습도, 양분, 수분 등을 조절하여 최대의 생산성을 얻을 수 있는 신농업 형태로서, 기존의 시설하우스와 비교하면 환경 및 작물 생육 모니터링을 통하여 고도의 환경제어와 생육예측이 가능하며, 인공광 조사를 위한 LED 등 광원 기술, 로봇 자동화 공정, USN, 통합관제 등 환경 자동제어를 위한 첨단 IT 기술 및 최적생장을 위한 BT 기술이 융합된 농업·IT 미래 기술이다.

김보경 등(2010) 은 식물재배 테스트 베드의 환경정보 (온도, 습도, 조도)를 센서를 이용하여 주기적으로 받아 실시간 모니터링 및 제어가 가능하며 재배식물에 대한 최적 성장조건을 분석하는데 이용할 수 있는 USN기반의 인공광 이용형 식물공장 모니터링 시스템을 연구하였다.

일본에서는 기업을 중심으로 운영중이며 완전 제어형 연구를 진행하고 있다. Pasona O2 그룹은 도쿄시 신마루노우치 빌딩에 약 1,000m² 의 식물공장을 지하 2층 및 지상 1,2층에 수경재배형태로 운영하고 있고 (주)미라이 'Green Flavor' 는 파나소닉의 형광을 채용하여 도심 곳곳에 점포를 개설, 직접 재배한 야채류를 판매하고 있다.

우리나라는 전라북도, 광주시, 남양주시, 부천시가 식물공장 사업을 선도적으로 추진하고 있는 상황이다. 구미의 카스트엔지니어링은 4열 8단의 재배베드에 적색, 청색, 백색 LED를 조합한 광원으로 상추 등 재배시험을 실시하고 있다. 인성테크는 4년간의 연구를 통해 LED를 이용한 다단식 식물공장을 개발하였다. 소하테크는 식물공장용 제어 시스템을 주로 개발 양산하고 있으며, 주요 제품으로는 무선 원격제어, 환경자동 컨트롤러, 환기 정보 컨트롤러, 유무선 수위 조절기 등을 식물공장용 제어 시스템으로 사용하고 있다. 가장 최근에는 메카트로닉스 중심의 식물공장 제어에서 RFID/USN, LED, S/W 기술을 도입한 연구 시제품이 연구되고 있으나, 상용화를 위한 식물공장은 도입초기로 식물공장 환경제어 시스템 분야에서 아직까지 명확한 리딩 기업이 존재하지 않으며 주로 PLC를 기반의 SI 형태로 진행하고 있는 상태이다.

2. 센서 네트워크 구성 기술

가. 이중센서네트워크

센서네트워크에 대한 하드웨어 및 소프트웨어 기술이 발달함에 따라, 많은 종류의 서로 다른 형태의 센서네트워크들이 등장하였다. Wang et al. (2006) 은 농업 및 식품분야에서 사용되고 있는 다양한 무선센서네트워크와 어플리케이션에 대해서 소개하고 있다. Lee et al. (2010) 역시 정밀농업에서 사용되고 있는 센싱 기술과 어플리케이션들을 제시하였다.

비록 각각의 센서네트워크가 그것의 고유한 장점을 가지고 있으면서 그 센서네트워크 자체로 완결된 형태를 이루기 때문에, 이러한 이중의 센서네트워크를 결합하기는 쉽지 않다. Bröring et al. (2011) 은 다양한 센서 네트워크의 프로토콜과 센서 인터페이스로 인해서, 센서네트워크를 통합할 때 동일한 회사의 제품만을 사용하려는 경향이 있다고 지적하였다. 아래의 그림은 일반적인 환경모니터링시스템하에서 데이터의 흐름을 보여준다. 첫단계는 자동기상대나 여러 가지 센서에서 측정된 데이터들이 RS232, Local Area Network (LAN), Bluetooth 등과 같은 다양한 프로토콜에 의해서 전송될 수 있음을 보여준다. 전송된 데이터는 데이터 로거나 DAQ와 같은 데이터 수집장치 장치에 의해서 모아지고 최종적으로는 서버에 저장되게 된다. 사용자는 적절한 데이터 접근 인터페이스를 통하여 데이터에 접근하게 된다.

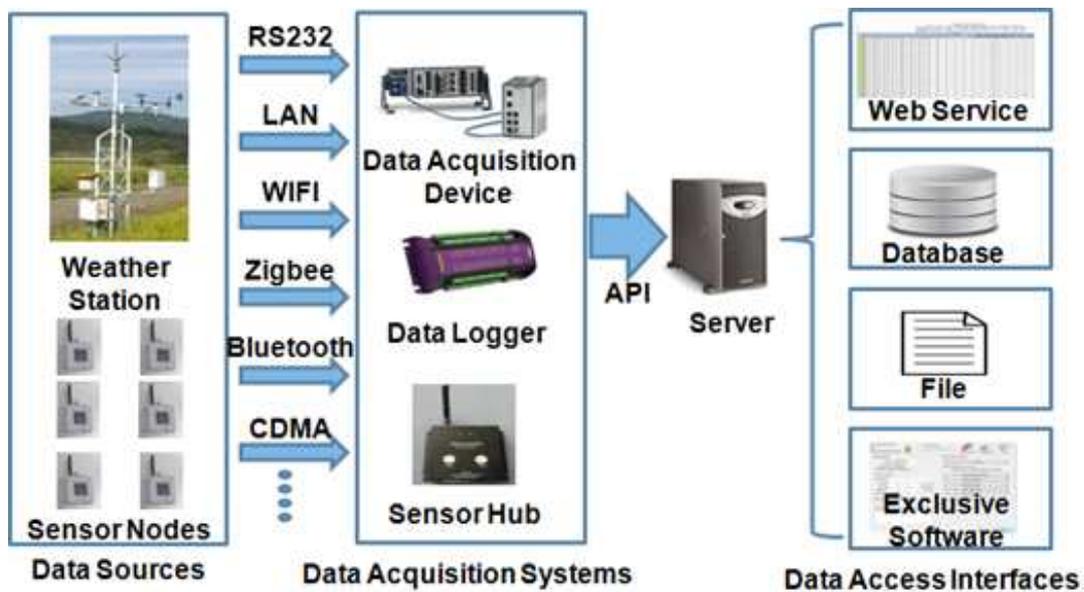


그림 7 환경모니터링 시스템에서 데이터 처리 절차 (Kim et al., 2013a).

위의 그림7은 4개의 전형적인 데이터 접근 인터페이스 - HTTP, Database, File I/O, GUI - 를 보여주고 있다. 첫번째 인터페이스는 Hypertext Transfer Protocol (HTTP) 이다. HTTP는 World Wide Web의 근간을 이루는 어플리케이션 레벨의 프로토콜이다. 최근 많은 센서네트워크에서 HTTP 인터페이스를 제공하고 있다 (Bröring et al., 2011; Nash et al., 2009; Schweik et al., 2005).

두 번째 인터페이스는 데이터베이스를 이용하는 것이다. Structured Query Language (SQL)는 데이터베이스에 있는 데이터를 다루기 위해 설계된 언어이다. 대부분의 시스템이 일반 사용자가 데이터베이스에 직접 접근하는 것을 허용하지는 않지만 관리자 권한으로 접근하는 것이 가능하다 (Blauth and Ducati, 2010; Quiros et al., 2009; Zapata et al., 2012).

세 번째 인터페이스는 파일을 사용하는 것이다. 몇몇 시스템들은 파일에 직접 데이터를 저장하거나 파일의 형태로 데이터를 꺼내는 기능을 제공한다. 따라서 이 파일에 접근하여 데이터를 읽는 방법이 있다.

네 번째 인터페이스는 전용 소프트웨어를 사용하는 방법이다. 몇몇 회사들은 보안이나 자신들의 기술보호를 위하여 전용 소프트웨어를 이용한 접근만을 지원한다. 이러한 방식을 사용하는 시스템들은 다른 시스템과 통합되기 아주 어렵다.

나. 이종센서네트워크의 통합

여러 가지 이종센서네트워크의 등장은 그것들 간의 통합을 어렵게 만들었다. Steinberger et al. (2009)는 데이터 수집, GIS 기반 필드 인덱싱, 문서작업, 정밀농업용 어플리케이션 등에서 사용하는 데이터의 형태와 인터페이스가 서로 다르다는 점을 지적하였다.

이중센서네트워크를 통합하는 방법은 크게 2가지로 나누어진다. 첫번째 방법은 표준을 준수하는 것이다. 예를 들어 ISO 11783 (or ISO Bus or ISOBUS) 은 트랙터나 작업기에 부착된 센서, 액추에이터, 제어장치, 저장장치, 디스플레이장치들 간의 상호 데이터 전송을 위하여 데이터의 형태와 방법을 지정하고 있다 (ISO, 2012). Suomi et al. (2006) 는 이 표준을 준수하는 프로토타입 스프레이어를 시연하기도 하였다. Open Geospatial Consortium (OGC) 표준은 복잡한 공간 정보를 전송하기 위한 것이다. 이 표준은 농업을 포함한 여러 가지 종류의 어플리케이션에 적용되어 왔다 (OGC, 2012). Nash et al. (2009) 는 농업용 데이터 처리자동화에서 OGC 표준을 활용한 사례에 대해서 정리하기도 하였다.

하지만 첫번째 방법은 이미 구현되어 설치된 센서네트워크에는 적용하기 어려운 문제가 있다. 두번째 방법은 상황에 적합한 비표준적인 방법을 사용하는 것이다. Neményi et al. (2003) 는 정밀농업을 위하여 공간정보 데이터를 수집하였는데, 두개의 서로 다른 소프트웨어가 다루는 데이터를 공유해야만 했다. 하지만 두 소프트웨어는 서로 호환성이 전혀 없었기 때문에, 텍스트파일 형태로 데이터를 추출하여 그것을 통합하는 작업을 수행하였다. Gigan and Atkinson (2007) 는 Sensor Abstraction Layer (SAL) 라는 이중네트워크를 연결하기 위한 미들웨어 구조를 제안하기도 하였다. Kim et al. (2013a)은 환경모니터링 시스템들에서 일반적으로 제공되는 4가지 데이터 접근 인터페이스를 분석하고, 그 중 3가지 인터페이스에 적용 가능한 통합 방안을 제안하였다.

제 2 절 농장관리정보시스템

농장관리정보시스템은 농장에서 필요한 활동을 수행하는데 있어 필요한 정보를 모으고, 처리하고, 저장하고, 전달하는 일련의 계획된 시스템을 지칭한다(Sørensen et al., 2010). 이러한 데이터의 관리프로세스는 농장이 점점 규모화되는 과정에서 발생하는 기계 대여, 농작업자들의 계약관계 등으로 인해 복잡해진 농장관리에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다. 또한 복잡한 정밀농업기술의 적용에 있어 큰 도움이 될 수 있을 것으로 기대된다.

1. 국외 연구 및 기술개발

Chaudhary et al. (2004)는 센서와의 통신을 위해 OGC의 SWE를 적용하고, 웹서비스와 OLAP 기반의 농업 정보서비스의 아키텍처를 제안하고 프로토타입을 선보였다(그림8). 센서에서 데이터를 수집하는 방법을 OGC의 SWE를 이용하여 표준화하고, 수집된 데이터를 OLAP 기반에서 분석하여 웹서비스로 제공한다는 측면에서 호환성이나 상호작용성을 충분히 고려한 연구라고 할 수 있다.

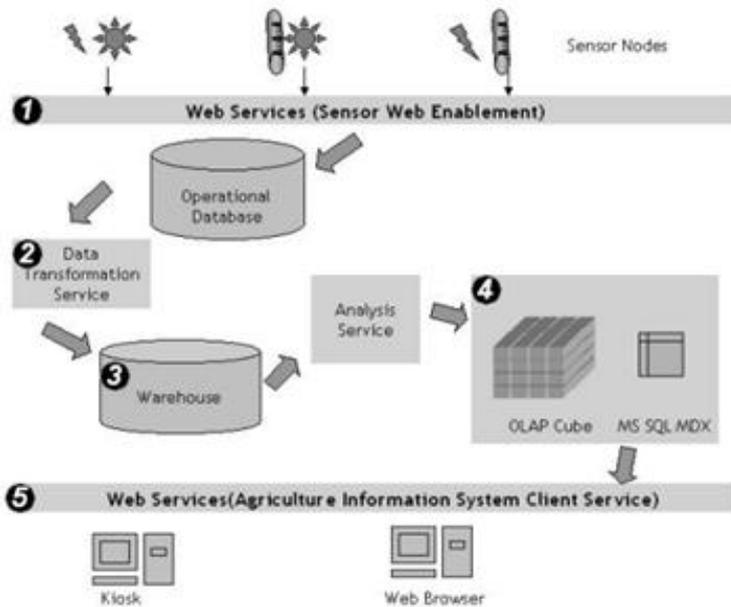


그림 8 Chaudhary et al. (2004)의 시스템 구조

Steinberger et al. (2009)는 농업용 데이터 처리 서비스(APDS)의 프로토타입을 구현하였다. APDS는 농작업기계에서부터 FMIS에 이르는 일련의 과정을 ISO 11783과 agroXML을 이용하여 구현하였다. 농작업기의 제어와 관련된 부분까지도 커버한다는 면에서 진일보된 시스템이라고 할 수 있다.

일본의 후지쓰사(社)에서는 클라우드 컴퓨팅 시스템에서 동작하는 FMIS을 구축하고 일본의 두 농업조합에서 시연하였다(Hori et al., 2010). 이 시스템은 PDCA 사이클을 이용하여 농작업을 처리할 수 있도록 하였으며, Hadoop 분산파일시스템을 이용한 농업용 클라우드 구축의 첫번째 사례라고 할 수 있다(그림9).

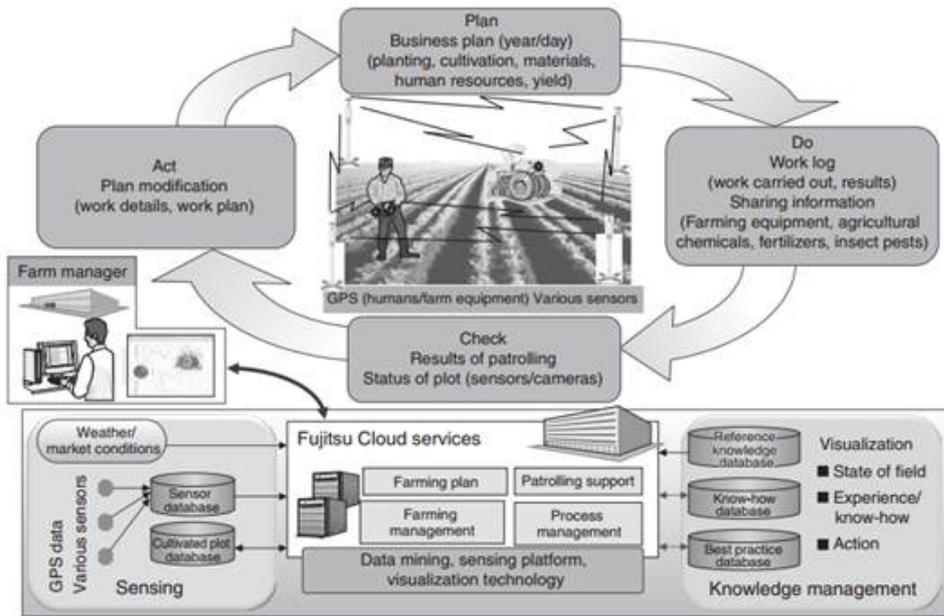


그림 9 PDCA 사이클과 농업용 클라우드 서비스 (Hori et al., 2010).

Venkataramana et al. (2012)는 AGRI-CLOUD라는 농업용 클라우드 프레임워크를 제안했다(그림10). 이 프레임워크는 Agri-Data Acquisition layer, Agri-Data Processing layer, Agri-Data Storage Service layer의 3가지 레이어로 구성되며, 각각이 SaaS, PaaS, IaaS에 해당된다. 서비스 모델을 중심으로 각각의 레이어를 나눈 것이 특징이라고 할 수 있다.

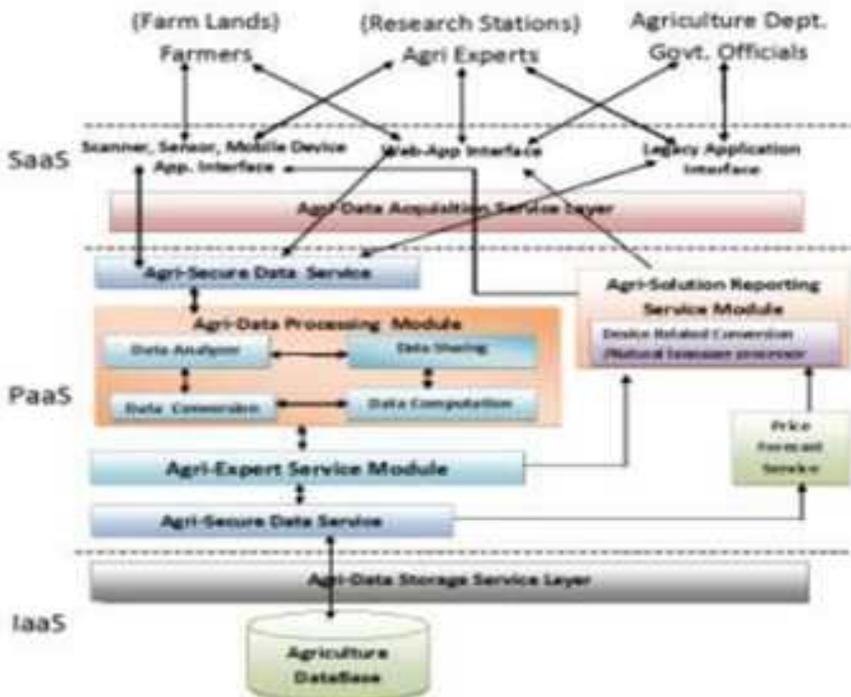


그림 10 AGRI-CLOUD 구조 (Venkataramana et al., 2012)

Yin (2012)는 농업용 전문가시스템에 기반한 KaaS라는 개념의 서비스 모델을 발표하였다

(그림11). KaaS는 Knowledge As A Service의 약자로 농업지식을 전달하는 서비스라고 할 수 있다. 이 연구는 클라우드 서비스에 있어 새로운 서비스를 제안했다는 면에서 특색이 있다고 할 수 있다.

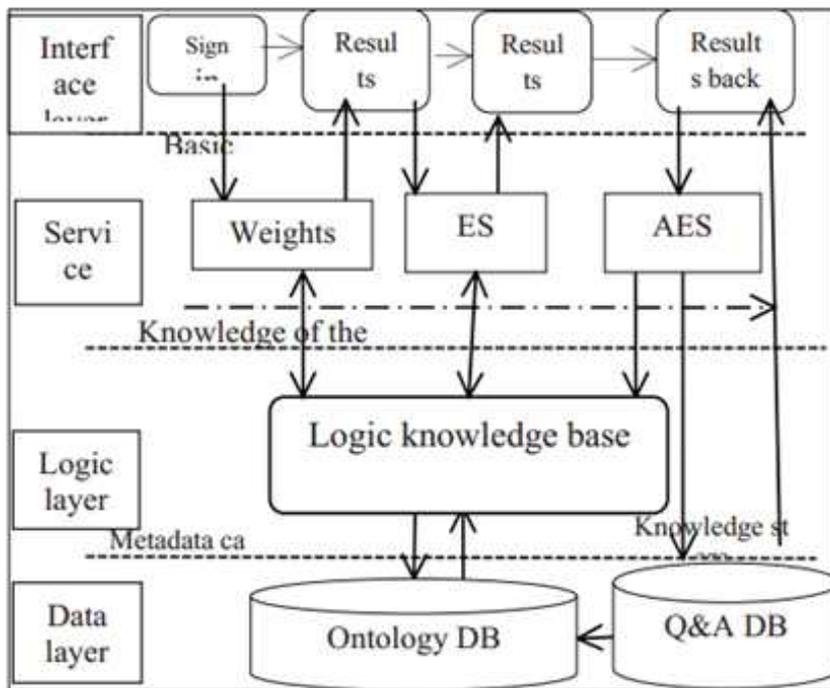


그림 11 KaaS를 위한데이터 교환 모델 (Yin, 2012)

미국의 John Deere 사는 SeedStar Mobile을 통해 농민들이 실시간 단위로 정확하게 모니터를 요하는 핵심 파종정보를 iPad화면으로 제공하고 파종기의 작업 수행 현황 및 결과를 내장 기록, 농경자문 전문가들과 데이터 공유를 할 수 있게 했다. 또한 MyHohnDeere.com 운영센터로 파종작업 데이터가 실시간 전송되어 파종기의 최적기능설정, 잠재적 문제점들의 진단, 경작지 탐색 및 타 농경지 영농의 의사결정 지원에도 활용 가능하게 하였다.

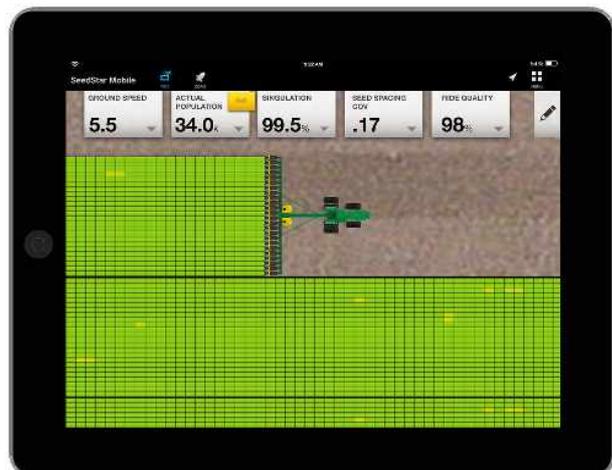


그림 12 Seedstar mobile 구동화면

미국의 DuPont Pioneer 사는 ‘Pioneer Field360 Select’ SW를 개발했다. 이는 수십 년간의 토양 및 기상, 강수량 정보를 바탕으로 경작지별 데이터를 실시간 농경, 기상정보와 결합하여 관리할 수 있도록 지원하며 경작지 상태와 성장단계를 모니터링, 예측할 수 있는 디지털 툴과 필드맵을 제공한다.



그림 13 Pioneer® Field360™ Tools

2. 국내 연구 및 기술개발 현황

가. PDA Information System

PDA를 이용한 농장 정보화 시스템으로 농장, 목장, 공장 관리 등 대규모 단지에서 이동하며 데이터를 신속하게 처리 및 저장할 수 있다. 현재 현대 서산농장 한우개체관리 시스템에 도입되어있으며 개체별 상세정보를 통한 진찰관리, 혈통 등록을 통한 개체관리와 체중에 따른 우군 분리 및 관리 등을 통해 생산량과 품질 향상을 이룩하였다.



그림 14 PDA 적용사례

나. 반딧불이

비닐하우스 자동 개폐기, 관수펌프, 환기구 및 기타시설 등 자동화 시스템을 스마트폰과 연동시켜 원격으로 시스템을 조종할 수 있다. 농장에 설치된 카메라 및 각종 온, 습도, CO₂ 센서를 통해 얻은 정보를 스마트폰으로 확인하여 개폐기, 차단막 등을 직접 여닫거나 자동 운전 시킬 수 있다. 기본 4대의 카메라를 설치하고 스마트폰을 이용한 실시간 모니터링과

녹화 서비스를 제공하며 온·습도, CO₂ 센서 등 수치화된 데이터를 실시간으로 확인하고 나래트랜드에서 제공하는 웹서버로 전송해 연도별, 날짜별 환경·출하·작업·회계 등 영농일지를 작성할 수 있다. 지난 연도와 작업내용을 비교하거나 작목별, 하우스 동별 조회도 가능해 보다 세밀한 농사계획을 세울 수도 있다. 도둑이 침범하거나 온·습도 등 농작물 생육에 영향을 주는 주요 수치가 변동하게 되면 즉시 사용자 스마트폰으로 알람이 울리며 문자로 상황을 전송하게 된다.



그림 15 반딧불이 적용사례

제 3 절 농업용 데이터 전송 표준

1. 농업 데이터용 표준

가. ISO 11783 (ISOBUS)

ISO 11783은 트랙터나 작업기에 부착된 센서, 액추에이터, 제어장치, 저장장치, 디스플레이 장치들의 데이터 전송 포맷이나 방법을 정의하고 있다. 특별히 ISO11783-10은 농장관리정보시스템과 Task Controller 사이의 통신을 정의한다. 데이터는 양방향으로 통신이 가능하다. 계획된 작업은 Mobile Implement Control System (MICS) 위에서 동작하는 Task Controller로 전송되고, 작업 결과는 다시 농장관리정보시스템으로 전송된다. 이 통신의 형태는 eXtensible Markup Language (XML) (Bray et al., 1997) 파일이며, 영어로 되어 있으며, 각 노드의 이름은 약어로 구성된다. ISO11783-11은 ISO 11783-10에서 사용되는 각각의 데이터 노드를 위한 식별자를 상술하고 있다 (ISO, 2009, 2011). Suomi et al. (2006) 는 실제 필드작업에서 ISOBUS를 사용하는 스프레이어를 이용하여 정밀농업작업을 시연했다. 노즐 파라미터, 환경적 영향 등에서부터 스프레이 작업의 성공여부 까지 ISOBUS를 통하여 저장되었다. 이러한 정보는 ISOBUS TaskController로 전송되어 농장관리정보시스템까지 도달하도록 하였다. 농장관리정보시스템은 이를 활용하여 작업계획 및 작업평가를 수행하였다.

나. AgroXML

AgroXML은 농업용 데이터 교환을 위한 표준화된 언어이다. 이는 XML에 기반하고 있으며 XML 스키마를 활용하여 정의되었다. 이 표준은 농업용 소프트웨어 개발사, 농기계 회사, 농업용 서비스 회사 및 독일의 농림부 (the Association for Technology and Structures in Agriculture (KTBL)) 에 의해서 개발되었다 (Schmitz et al., 2009). 가장 최근의 배포판은 버전 1.5로 2010년 10월에 발표되었다. 18개의 모듈로 구성되어 있으며, 실제 농작업을 기반으로 만들어졌다. AgroXML은 인터넷을 사용하는 프로토콜인 HyperText Transfer Protocol (HTTP), File Transfer Protocol (FTP) 또는 Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) 등으로 전송될 수 있다. 또한 ISOBUS를 사용하는 농작업기계와도 통신이 가능하다고 한다. 현재 여러 회사에서 AgroXML을 활용하여 작업량 계산기, EurepGAP, KTBL-tool 등을 개발하고 있다 (Kunisch et al., 2007).

다. 그 외의 표준들

Agricultural Metadata Element Set (AgMES)는 Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)에서 개발한 표준으로 농업용 리소스의 설명, 검색, 호환성, 데이터 교환 등을 목적으로 개발되었다 (FAO, 2012).

AgXML은 곡물가공회사들의 조합에서 개발한 표준으로 농산물의 유통 사업에서의 전자정보통신의 효율성을 재고하고자 개발되었다 (AgXML, 2012).

eDAPLOS는 프랑스에서 주도하고 있는 프로젝트로 곡물 데이터를 농업인과 유통사업자가 서로 교환할 수 있도록 개발되었다. 이는 농산물 이력 추적시스템을 구현하기 위하여 기술

적인 정보와 농산물 생산정보를 포함하도록 설계되었다 (Nash et al., 2009b).

EDI-teelt는 네덜란드의 농업용 데이터 교환 표준으로 수확 후 공정과 농산물 이력 추적을 위한 어플리케이션 개발에 사용되고 있다. 새로운 버전의 EDI-teelt가 개발 중인 것으로 알려져 있다 (Nash et al., 2009b).

유럽 전체적으로 농업영역의 데이터 교환에 대한 관심과 수요가 증가하고 있다. 네덜란드, 프랑스, 체코, 핀란드, 독일이 이를 위한 위원회를 구성하고 agriXchange라는 표준을 개발하고 있다 (Kunisch et al., 2007).

2. 비 농업용 데이터 표준

Open Geospatial Consortium (OGC) 표준은 공개적인 인터페이스 표준을 개발하기 위한 합의 과정에 참여하는 439개의 기업들, 정부 기관들과 대학들의 국제 산업 컨소시엄인 OGC에 의해 개발되었다. 이 표준은 "지역 활성화" 웹, 무선 및 위치 기반 서비스와 주류 IT 같은 상호 운용 솔루션을 지원한다. 이 표준은 기술 개발자들이 농업 어플리케이션을 포함한 모든 종류의 어플리케이션을 가지고 복잡한 공간 정보와 이용하기 쉽고 유용한 서비스를 만들 수 있도록 도와준다(OGC, 2012). 개발자들이 이 작업에 대해 구체적으로 설계를 하지 않았기 때문에 농업 데이터 전송을 위한 OpenGIS 표준은 이용하는데 단점이 있을 수도 있지만, 많은 장점을 가지고 있다. 이것은 이미 표준화된 다목적 인터페이스의 상호 보완적인 세트이고, 여러 가지 구현이 가능하다. 데이터의 공간적 참조, 특히 정밀농업에 관련된 참조는 OpenGIS 표준화 노력의 중심에 있으며 부분 필드 수준에서 데이터를 검색할 수 있다. (Nash et al., 2009a)

3. 농장관리시스템과 관련 표준의 관계

농장관리정보시스템은 다양한 센서와 농작업기계, 인터넷상에서 동작하는 다양한 농업정보 서비스 등과 서로 통신을 해야 한다.

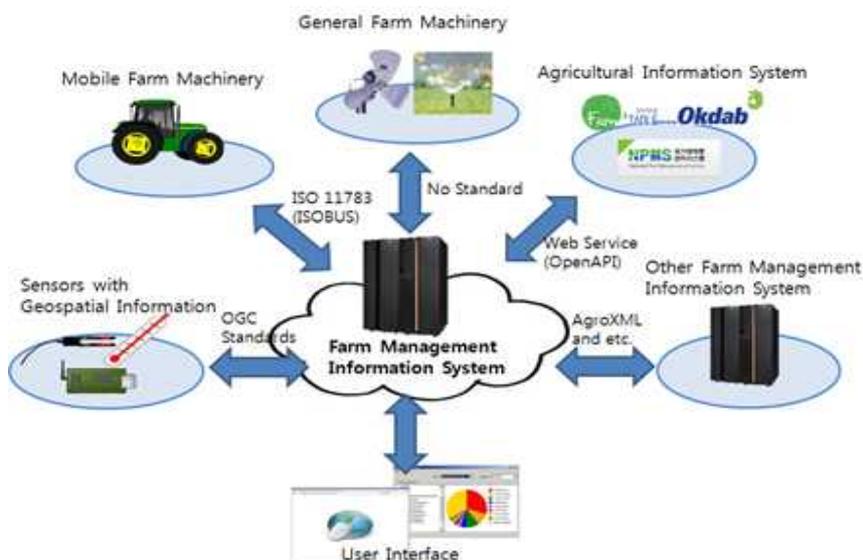


그림 16 FMIS와 연동 가능한 시스템 그룹 및 관련 표준

위의 그림16은 그들 사이의 관계와 통신을 위해 사용될 수 있는 표준을 도식화 한 것이다. 센서는 센서가 측정한 환경정보를 위치정보와 함께 전송할 수 있으며, 이는 유선 혹은 무선 통신기술로 전송된다. Open Geospatial Consortium Inc. (OGC)의 표준은 이러한 센서네트워크 및 공간정보를 다룰 수 있다. ISO 11783-10에 따르면, 농장관리정보시스템으로부터 할당된 작업의 진행상황과 결과는 분석을 위해 XML의 형태로 농장관리정보시스템으로 업로드될 수 있다 (ISO, 2009). 농장관리정보시스템간의 통신용 표준도 지역적으로는 존재한다. AgroXML은 이런 지역적인 농장관리정보시스템간의 통신용 표준이다. 일반농기계(팬, 스프링클러, 저온저장고 등)를 위한 통신표준은 없었다. 표2는 위의 설명을 정리한 것이다.

표 2 FMIS와 연동가능한 표준 및 준표준

이름	종류	사용범위
ISO 11783 (ISOBUS)	국제표준	FMIS와 농작업기의 통신에 대한 표준 (ISO-11783 Part. 10)
OGC Standards	국제표준	GIS 정보와 센서의 통신에 관한 표준
AgroXML	지역표준 (독일)	FMIS 간 통신 표준
Web Service of AIS	OpenAPI	일반적인 농업정보 제공을 위한 국내 농업정보 서비스의 제공방법으로 각 농업정보서비스마다 차이가 있음

제 4 절 농업정보서비스

1. 농업정보의 정의 및 분류

농업정보에 대한 정의는 각각의 정의마다 약간의 차이가 있으나 대동소이하다. 최초의 정의는 Frank (1987)에 의한 것으로 농업정보란 농수산물 생산, 판매, 소비의 과정에서 관계되는 사람들이 필요로 하는 과학적, 경제적 지식과 알아야 할 것들로 정의 하였다. Lee (2006)는 농업정보란 산업적인 농업과 지역적인 농촌에서 컴퓨터를 통해 생산, 가공, 유통, 소비, 관리 될 수 있는 모든 것으로 정의하기도 하였다. 즉 농업정보는 그 정보의 소비자라고 할 수 있는 농업인, 유통판매관계자, 소비자, 연구자 및 정부에게 적합한 형태로 가공된 농업과 관련된 모든 정보를 포함해야 한다. 농업정보는 활용이라는 관점에서 정의되기도 하였다. Kim et al. (2010) 은 농업정보를 미시적이거나 거시적인 정보로 과학적 농업경영을 위해 분석 및 예측하는 일련의 작업과정을 지원할 수 있는 것이라고 했다.

개개의 농업정보는 종류가 많기 때문에 이를 그룹화하려는 연구들이 있었다. Lee (1998)는 농업정보를 농업통계정보, 농업유통정보, 농업경영정보, 농업기술정보로 구분하고 각각의 정보현황을 분석하였다. Kim et al. (2010)에 따르면 일본 농림통계협회에서는 2008년 농업정보를 농업생산정보, 농업경영정보, 농업유통정보로 구분하였다. 농업생산정보는 기상정보, 토양정보, 재배정보 등으로 농업생산에 필요한 정보이고, 농업경영정보는 노동력정보, 가격정보, 농용지 이용정보 등이 해당한다. 마지막으로 농업유통정보는 시황정보, 집출하정보, 특산물정보등이 있다.

2. 국가 정보서비스 연계를 위한 사이트 분석

점진적인 FTA의 확대, 농촌 고령화, 소비자 인식변화 등으로 인해 국내 농업환경은 큰 변화를 맞이하게 되었다. 가격대성능비가 좋은 국제 농산물과의 경쟁, 농촌인구 감소와 고령화, 국내 소비자들의 안전하고 품질 좋으며 값싼 농산물에 대한 선호로 인해 저비용, 고품질 농산물 생산이 농업의 큰 과제가 되고 있다. 이를 위해 과거의 경험을 통한 주먹구구식 생산, 재배에서 벗어나 작물생산에 영향을 주는 환경요인들을 측정하고 분석하여 보다 체계적으로 작물을 생산하고자 하는 시도들이 행해지고 있다. 이에 따라 정부에서는 2002년부터 5년씩의 총 3단계(1단계:2002~2006, 2단계:2007~2011, 3단계:2012~2016) 농업농촌 정보화 기본계획을 수립했다(표1참고). 그에 따라 온실환경 통합관리 시스템, 농산물 재배관리 및 이력추적 시스템, 통합센서 모듈을 이용한 농업 환경 모니터링 시스템, u-Farm 등의 기술개발과 농업농촌 정보화 인프라 확충을 위해 노력하고 있다. 이와 함께 정부 3.0의 기조에 따라 빅데이터 구축과 활용을 위해 축적된 농업정보들을 인터넷 웹사이트를 통해서 공개했고 주로 농촌진흥청 및 농업관련 기관들에서 운영하고 있는 이 사이트들은 작물 재배정보, 병해충 정보, 일기정보, 농가 경영 정보 등 다양한 정보를 제공하고 있어서 농민이 유용하게 이용할 수 있다. 따라서 본 연구과제에서 개발된 클라우드 서비스와 국가정보서비스들 사이에 메쉬업(Meshup)이 형성된다면 농민에게는 유익한 정보 및 서비스 제공이라는 편익이 주어지고 국가적 차원에서도 기 개발된 서비스를 활용함으로써 부가가치를 창출할 수 있을 것으로 보인다. 이에 따라, 서비스 연동에 앞서 이미 개발된 농업정보 사이트에는 어떤 것들이 있는지 조사하고 이를 분석하였다.

가. 사이트 분석

현재 운영 중인 사이트를 대상으로 하였으며 농업과 관련 분야로 선정하였다. 분석한 사이트는 표3과 같다. 총 13개 사이트인데 본 연구에서 구축하고자 하는 시스템과 연동하기 위해서는 해당 사이트에서 Open API 서비스를 제공하여 데이터를 가져올 수 있어야 했고 따라서 연동할 수 있는 곳은 농촌진흥청, 옥답, 국가병해충관리시스템, 기상청 등 총 4개 사이트였다.

표 3 국내 농업정보 사이트

	사이트 이름 &주소	관리부처	구성	비고
1	농업경영정보시스템 http://amis.rda.go.kr	농촌진흥청	1. 경영기술 2. 우수농업경영체 3. 농산물소득 4. 경영컨설팅	농업 경영
2	국가농작물병해충관리시스템 http://ncpms.rda.go.kr	농촌진흥청	1. 병해충진단 2. 병해충검색 3. 병해충정보 4. 교육콘텐츠	재배
3	농촌용수종합정보시스템 http://rawris.ekr.or.kr	한국농어촌 공사	1. 수리시설물 2. 농촌용수관리 3. 재해관리 4. 농촌용수계획	기본 시설
4	작목별시비량의사결정지원시스템 http://manure.nongup.gyeonggi. kr	경기도농업 기술원	1. 시비량산정 2. 비료정보 3. 표준시비량 4. 작목별 토성	재배
5	감귤생육정보 http://www.nihhs.kr/citrus	농촌진흥청 국립원예특 작과학원	1. 기상환경 원격모니터링 2. 생태환경 원격모니터링 3. 감귤 생육정보조회 4. 감귤기술정보	환경 제어
6	u-화훼 성장환경관리시스템 http://uflower.gg.go.kr/jsp/main .jsp	경기도청	1. 성장환경 모니터링 2. 성장 환경 제어 3. 성장환경 통계 데 이터베이스 4. 관리품목 정보서 비스 5. e-영농일지 서비스 6. 원격컨설팅 서비스	환경 제어
7	농업기상정보서비스 http://weather.rda.go.kr	농촌진흥청	1. 농업기상관측 2. 농업기상분 석 3. 농업기상응용 4. 기상상 황 및 농사정보 5. 농업기상자 료 6. 맞춤형서비스	기상
8	토양환경정보시스템 http://soil.rda.go.kr/soil/index.j sp	농촌진흥청 국립농업과 학원	1. 토양환경지도 2. 비료사용처 방 3. 통계자료	기본 시설
9	농산물유통정보 http://www.kamis.co.kr	한국농수산 식품유통공 사	1. 가격정보 2. 유통실태 3. 동 향/전망 4. 알림마당 5. 열린 광장	유통
10	농촌진흥청 http://rda.go.kr	농촌진흥청	1. 농업기술 2. 병해충 예찰 3. 농업토양정보	종합
11	옥답 http://www.okdab.com	농림수산식 품교육문화 정보원	1. 가격정보 2. 유통정보 3. 농 업지식정보	가격 유통
12	팜투테이블 http://www.farm2table.kr	국립농산물 품질관리원	1. 농산물 이력정보서비스	이력 관리
13	기상청 동네예보 http://kma.go.kr	기상청	1. 동네 날씨정보 서비스	기상

(1) 농업경영정보시스템 (농업경영정보화 지원시스템)

농촌진흥청에서 운영하는 사이트로 농가의 경영과 관련된 정보와 서비스를 제공한다. 우선 농촌진흥청에서 발행하는 농가 경영 관련 자료들(농업경영정보, 농축산물소득자료집, 지역별 농산물 소득자료)을 제공하고 농촌진흥청에서 선정한 우수농업경영체도 소개하고 있다. 이를 활용하여 농민은 경영개선을 도모할 수 있으며 작목의 변경 등에 참조할 수 있다. 또, 온라인 경영컨설팅서비스도 제공하여 농가경영진단, 경영처방, 경영개선과 관련된 전문가의 컨설팅을 받을 수도 있다. 다만 위에서 언급한 자료들 이외의 부분의 경우 자료가 올라온 지 오래되어 지금의 상황과 맞지 않고, 파일이 손상되어 이용할 수 없는 자료가 많은 점이 문제이다. 관리자 이외의 활동이 거의 없어 농가 경영에 대해 농민들이 작성한 의견 및 자료가 부족한 점이 아쉽다고 할 수 있다.



그림 17 농업경영정보시스템 메인 페이지

(2) 국가농작물병해충 관리 시스템

농촌진흥청에서 운영하는 사이트로 병해충과 관련된 다양한 자료들을 제공하고 있다. 우선 병해충진단이라 하여 각 병해충의 발생환경과 증상 설명, 방제방법에 관한 정보를 제공하고 농민이 참조할 수 있도록 발병이 나타난 경우의 사진도 첨부되어 있다. 또 이와 관련하여 질문을 올리면 전문가가 답변해주는 시스템도 마련되어 있다. 병해충 예측의 경우 전국 지도를 바탕으로 하여 지역별로 해당 질병의 위험 수준을 색으로 표시하여 나타내어 주는 기능이다. 또 방제결정지원이라 하여 설문조사를 통하여 도열병방제 의사 결정을 지원하는 페이지도 제공한다. 이 외에도 병해충검색이라 하여 병해충 진단과 비슷하게 병해충에 대한 정보를 제공하고, 병해충정보라 하여 최근에 병해충과 관련된 뉴스를 정리하여 보여주는 서비스도 제공한다. 사이트 내 병해충 정보들은 이상 없이 이용이 가능하고, 병해충예측과 병해충 정보의 경우도 정기적으로 업데이트가 되고 있다. 그러나 아직 농진청에서 작물별 병해충에 대한 예찰 매뉴얼을 마련하지 못해서 제공하는 정보의 양이 많지 않고 이용자 수도 미비하다. 이 사이트의 경우 농민에게 꼭 필요한 병해충 관련 정보를 포함하고 있고, 특히 Open API를 통하여 연동을 용이하게 하고 있다.



그림 18 국가농작물병해충 관리 시스템 메인페이지

(3) 농촌용수종합정보시스템

한국농어촌공사에서 운영한다. 국가차원의 물관리정보를 활용하기 위해 개발된 사이트로 농촌용수 및 생산기반 정비 등 정책방향 수립과 대내외 업무를 지원하는 역할을 수행한다. 정부 정보화사업 추진 목표중 하나인 유비쿼터스 체계와의 연대를 꾀하고, 반복적으로 발생하는 재해 대비를 통한 안정영농을 실현하는데 목적이 있다. 국가 수리시설물에 대한 소개, 농촌용수의 수요, 공급량에 대한 통계자료, 농업용수 수질정보, 실시간 저수위 자료 등이 있고, 해당 정보를 지도 형태로 제공한다(http://rawris.ekr.or.kr/RawrisGIS_User/Default.aspx).

농어촌지하수넷 사이트(www.groundwater.or.kr)와 연결되어 있어, 농어촌 지하수에 대한 정보도 볼 수 있도록 지원하고 있다. 농민의 경우 우천 시 주변의 저수위 정보 등을 획득할 수 있고, 수질이나 농업 관련 시설물 정보도 획득할 수 있어서 유용하다. 이 사이트의 경우 수리 시설물의 현황과 농촌용수의 수질 정보를 엑셀로 다운받을 수 있도록 설정해 놓았고, 지도의 형태로도 이용할 수 있다. 가뭄과 홍수에 대한 위험도도 별도의 지도 형태로 제공하고 있다(가뭄관리시스템 : <http://rawris.ekr.or.kr/rawrisDrought/Default.aspx>, 홍수관리시스템: <http://rawris.ekr.or.kr/rawrisFlood/Default.aspx>).



그림 19 농촌용수종합정보시스템 메인페이지

(4) 작목별시비량 의사결정 지원 시스템

경기도 농업기술원에서 운영하는 사이트로 농민이 농사를 지으면서 투입할 시비량을 결정하는데 도움을 준다. 현재는 벼,오이,고추,상추,배추,배,사과,포도,장미,참외,토마토의 11개 작목의 시비량을 계산할 수 있도록 지원한다. 시중에 유통되는 비료 정보와 작목별 요구 토성, 표준 시비량 정보를 제공하고, 농가의 정보를 입력할 경우 필요한 시비량을 산정해 주는 시스템을 구현하고 있다. 단, 비료정보 경우 업데이트가 자주 이뤄지지 않아 가격과 제품정보가 현재와 일치하지 않는 단점이 있다. 이 사이트의 경우 경험이 적은 농민에게도 시비량 산정에 도움을 주므로 유용한 편이지만, 적정 시비량 정보를 받기 위하여서는 입력해야 하는 정보가 농민 기본 인적정보 뿐만 아니라 재배지의 정보가 필요하고 좀 더 정확한 분석을 위하여서는 토양검정정보와 농가소유 퇴비정보도 필요하여 농민이 이용하기에 다소 불편할 수 있다.



그림 20 작목별시비량 의사결정 지원 시스템 메인 페이지

(5) 감귤생육정보

국립원예특작과학원에서 운영하는 사이트로 제주도 전역의 감귤밭에 대한 기상환경 정보와 감귤실험장에서 측정한 감귤생육환경 정보, 그리고 감귤실험장에서 측정한 감귤 생육정보를 조회할 수 있고, 감귤에 대한 재배 기술 정보를 볼 수 있다. 생육 정보의 경우 과실품질과 과실비대 자료, 발아기와 개화기, 착화량 및 착과량 정보를 볼 수 있고, 발아기, 만개기, 착과율, 과피착색에 대한 예측값을 볼 수 있다. 이 사이트는 다른 곳과 다르게 자료가 데이터와 그래프가 함께 제공되어서 웹상에서 바로 보기가 편하고, 데이터를 Excel 형태로 제공하므로 다운받아 데이터를 처리하는 것도 가능하다. 데이터도 매일 갱신되므로 제주도의 감귤 재배 농가의 경우 데이터를 참조할 수 있다.



그림 21 감귤생육정보 메인 페이지

(6) u-화훼 성장환경 관리시스템

경기도청에서 운영하는 사이트로 센서들을 이용하여 온실 환경을 모니터링 하여 이용자에게 보여주고 수집된 데이터를 이용하여 실내를 최적의 환경으로 조성하기 위하여 장비들을 제어하는 서비스를 제공한다. 실제 홈페이지에서 이용하는 정보는 없고 개별농가가 신청하면 아이디를 부여하고, 해당 아이디로 로그인을 하면 자신의 온실을 모니터링 할 수 있는 페이지를 제공한다. 사이트 이용 자체는 경기도 지역의 농민에 한하여 가능하다.



그림 22 u-화훼 성장환경 관리시스템

(7) 농업기상정보서비스

농촌진흥청에서 운영하는 사이트로 농업기상과 방재기상 정보를 제공하고 지점, 지대, 기간 등 다양한 기준으로 비교 분석한 자료를 제공한다. 현재 시점의 기상정보는 물론, 특정 지점이나 지대의 현재 기상을 과거의 기상과 비교하여 분석할 수 있는 서비스도 제공한다.

또, 농업에 이용할 수 있도록 일교차, 누적온도, 누적강수량, 생장도일, 온량지수 등에 대한 정보도 제공하고 농업기상현황 및 전망, 농작물병해충 정보뿐만 아니라 각 주마다 농민에게 해야 할 작업을 알려주는 주간 농사정보도 제공한다.

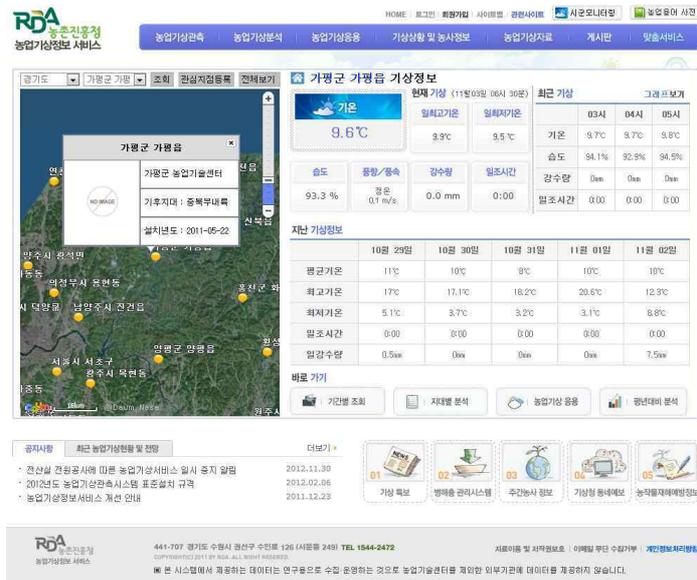


그림 23 농업기상정보서비스 메인 페이지

(8) 토양환경정보시스템(흙토람)

농촌진흥청에서 생산, 배포하고 있는 방대한 토양, 농업환경정보 데이터베이스와 수십 년 동안의 조사·연구 경험을 집대성하여 한국의 토양환경정보를 제공한다. 농사를 짓고자 할 때 토양특성에 맞는 작물을 재배할 수 있도록 토양정보를 제공하고, 알맞은 비료량을 추천한다. 토양과 흙에 대한 다양한 이야기도 담겨 있고, 토양환경지도의 경우 지역정보를 동/리 수준까지 입력하고 작물을 선택하여 해당 지역에 작물을 심기에 적합한 곳을 지도상에 표현해 주는 등의 서비스도 제공하고 있다. 그 외에도 농경지의 화학성과 토양특성에 대한 정보도 지도상에 표현하여 나타내 준다.



그림 24 토양환경정보시스템 메인 페이지

(9) 농수산물유통정보

한국농수산물유통공사에서 운영하는 사이트로 농수산물이 유통되는 가격정보, 유통 동향에 대해 분석하여 제공하는 사이트이다. 가격정보의 경우 도매, 소매로 나누어서 품목별로 가격정보를 제공하고, 전통시장과 대형마트에서의 가격도 별도로 조사하여 제공한다. 산지의 가격정보는 아니지만 농민의 입장에서 가격정보를 참고하여 출하시기를 결정하는데 도움을 줄 수 있다. 유통실태의 경우 연도별, 품목별 유통 비용 뿐만 아니라 유통실태도 분석하고 있으며 소비 실태 역시 분석하여 제공하고 있다. 소비자들의 거래 동향도 제공하여 농민이 참조할 수 있다.



그림 25 농수산물유통정보 메인페이지

(10) 농촌진흥청

농업 전반에 대한 다양한 정보들을 제공하고 있다. 농업기상정보, 작목기술정보, 농업기술 동영상, 농업관련 연구내역 등 농업인에게 필요한 정보들을 상세하게 제공하며 흙토람이나 농업경영정보시스템처럼 농업인에게 도움이 될 만한 사이트들도 연결하고 있다. 민원창을 열어 농업관련 질문에 대해서 각 분야의 전문가들이 답변을 해주기 때문에 비농업인이 농업 관련 지식과 정보를 얻는 데에도 도움이 된다.

(11) 옥답

농업과 관련된 가격, 유통, 경영, 교육, 뉴스 정보들을 제공한다. 가격정보와 가격분석정보, 유통정보 제공을 메인으로 하고 있으며 단순한 통계자료 제공을 넘어서 농수산가격분석정보와 출하자 맞춤형 분석정보와 같은 전문가 분석정보, 시황, 전망과 같은 유통정보를 상세하게 제공하고 있다.



그림 26 옥답 메인페이지

(12) 팜투데이블

농산물이력추적관리서비스를 제공한다. 소비자들은 이력추적 등록농가와 농산물 이력관리정보를 조회할 수 있고 생산·유통자들은 여기서 제공하는 정기적인 교육과 등록서비스를 통해 농산물이력추적시스템에 참여할 수 있다.



그림 27 팜투데이블 메인페이지

(13) 기상청

Really Simple Syndication, Rich Site Summary(RSS)를 활용한 동네별 기상예보서비스를 제공하고 있다. RSS는 업데이트가 잦은 웹사이트에서 업데이트된 정보를 소비자에게 제공

하기 위해 만들어진 데이터 형식으로 이 서비스를 이용하면 홈페이지를 일일이 방문하지 않고도 업데이트 정보를 확인할 수 있다. 기상청에서는 읍/면/동 단위의 동네예보 RSS와 시·도 단위 중기예보 RSS서비스를 제공하고 있다. 동네예보에서는 현재시간온도, 최고·최저 온도, 날씨(맑음, 구름조금, 구름 많음, 흐림, 비, 눈/비, 눈), 강수확률, 12시간 예상 강수·적설량, 풍속, 풍향, 습도, 6시간 예상 강수·적설량을 3시간 간격으로 발표하고 있다. 중기예보에서는 기상전망, 지역의 날씨상태, 최고·최저온도, 주간예보의 신뢰도를 일 2회(06시, 18시) 발표하고 있다.



그림 28 기상청 동네예보 페이지

나. 분석결과

위와 같이 농업관련 국가정보서비스 사이트들을 분석한 결과 다음과 같은 내용을 확인할 수 있었다.

(1) 대부분의 사이트의 경우 농민에게 유용한 데이터를 제공하나, 정기적으로 운영이 되지 않아 불편을 느끼게 하는 사이트도 있었다. 농업경영정보시스템과 작목별시비량 의사결정 지원 시스템의 경우, 과거 올라온 자료가 업데이트 되지 않고, 올라온 자료들이 손상되어 있으나 교체가 되지 않아 볼 수 없는 자료들이 존재한다.

(2) 사이트마다 제공하는 데이터의 종류와 형식이 달라 데이터를 주고받을 수 있는 인터페이스가 개발되어야한다. 연구자들을 위하여 OpenAPI 형태로 서비스를 제공하는 곳도 있지만 단순히 데이터를 다운받을 수 있도록 제공하는 곳도 있고, 위 두 가지를 모두 지원하지 않아 추가적인 파싱 등의 작업을 통하여 데이터를 획득해야만 하는 곳도 존재한다. 즉, 현재 가동되고 있는 OpenAPI의 편의성 문제를 해결하는 것이 필요하다.

3. 국내 농업기반 정보시스템의 Open API 비교평가

농업정보 구축은 2000년도 초부터 본격적으로 추진되어 국가 농업기관에서 생성되는 특화된 정보를 데이터베이스화하여 국민에게 서비스해왔다. 농촌진흥청에서는 농업인의 현장영농에 필요한 13,000여건의 재배기술정보를 구축하여 서비스하고 있으며 7개 정부 기관에서 기관의 고유 업무와 관련된 다양한 정보를 제공하고 있다. 한편, Shim et al. (2009) 에 의하면 웹 2.0기술이 일반화되면서 웹기술의 농업분야 접목방안에 관한 연구가 추진되었고

06년도 도농업기술원 및 시군농업기술센터를 대상으로 조사한 결과에 의하면 오픈소스형태의 농업정보 서비스 방안이 제시되었다. 표4는 국내의 농업정보서비스에서 제공하는 웹서비스로 Open Application Programming Interface (OpenAPI)라고 불린다.

표 4 국내 농업 정보사이트의 Open API

명칭	URL	서비스 내용
Farm2 Table	http://www.farm2table.kr/jsp/info/info_api_intro.jsp	Traceability Query Service, Traceability Cooperation Service
Okdab	http://openapi.okdab.com/openapi_main.jsp	Agricultural Dictionary Service, Real-time Pricing Information, Agricultural News
NCPMS	http://npms.rda.go.kr/npms/OpenApiInfo.np	Pest/Disease Information, Pest/Disease Prediction
RDA	http://www.rda.go.kr/etc/api/api_guide.jsp	Agricultural Technology Information, Weekly Agricultural Information, Management Manual Service, Cultivar Information and etc.

웹서비스는 표현되는 데이터는 표준화되어 있지 않으나 서비스 자체는 인터넷을 통하여 표준적으로 이루어지고 있다. 웹서비스는 사람이 정보에 접근하기 쉽도록 설계된 형태가 아니라 특정한 소프트웨어가 접속하여 정보를 획득할 수 있도록 설계된 시스템이다. 실제로 다양한 웹서비스가 XML을 기반으로 하여 구축되고 있으며, 인터페이스 자체에 대한 표준으로 Web Service Definition Language (WSDL), 데이터 전송에 대한 표준으로 Simple Object Access Protocol (SOAP)를 사용한다(Nash et al., 2009a). Ntaliani et al. (2010)는 웹서비스를 활용하여 농업용 e-정부 프레임워크를 개발할 것을 제안한바 있다. 이 프레임워크는 그리스 농림부 공공서비스의 사례로 테스트되기도 하였다.

본 연구에서는 주요 농업정보시스템들에서 운영하고 있는 OpenAPI 서비스의 특성을 비교 분석하고 농업정보시스템의 빅데이터 환경에의 적용가능성을 검토하여 보았다.

가. 기관별 Open API 서비스 콘텐츠의 특징

Open API는 인터넷 이용자가 일방적으로 웹 검색 결과 및 사용자인터페이스(UI) 등을 제공받는 데 그치지 않고 직접 응용 프로그램과 서비스를 개발할 수 있도록 공개된 API 로 여기서는 옥답, 농촌진흥청, 팜투데이블, 국가농작물병해충관리시스템(NCPMS: National Crop Pest Management System)에서 제공하는 Open API를 비교분석하였다.

(1) 농촌진흥청

농촌진흥청에서는 농업기술, 병충해예찰, 농업토양정보 등을 제공한다. 작목별 농업기술정보 API 는 벼, 잡곡류 등의 식량작물, 특용작물, 채소, 과수 등 총 8가지 품목에 대한 기술정보를 제공한다. 작물의 생태적 특성부터 병해충, 생리·생태, 재배관리, 품질 및 결실관리 등의 재배기술, 영양생리장해정보, 수확과 처리, 가공이용 등의 상세한 기술정보를 문서와 동영상으로 제공한다. 농업기술동영상 API 는 위의 8가지 분야에 대한 농업기술동영상을 제공하여 기술습득과 활용을 용이하게 하고 있다. 주간농사정보 API 는 주간농사정보의 내용을 웹상에서 제공하는 것으로 벼농사, 밭작물, 채소, 과수, 화훼, 축산, 특용작물에 대한 농작물 관리, 병해충 방제요령과 기상전망에 대한 정보를 상세하게 제공하고 있다. 병해충예찰정보API 는 병해충예찰회의에서 병해충 발생상황을 분석·검토하여 발행한 월별 병해충 발생정보를 예보, 주의보, 경보로 구분 제공하여 병해충피해를 줄이고 농산물의 안정적 생산을 도모한다. 품목별 관리매뉴얼 API 는 작물재배에 필요한 시기별 활동과 관리내용 등의 농작업 일정정보를 표로 만들어 요약해 한 눈에 보여준다. 채소, 과수, 화훼, 벼, 밭농사 등 총 10분야 177작목에 대한 방대한 정보를 제공하고 있다.

(2) 옥답

옥답에서는 실시간 경매속보, 가격정보 등 농작물의 가격유통과 농업 전문지식에 대한 오픈백과, 용어사전API, 우리농 뉴스 API를 제공하고 있다. 가격유통API는 전국 농축수산물의 실시간 가격정보와 시장별 통계현황, 품목별 유통정보, 가격분석정보 등 9가지 가격관련 정보를 제공한다. 그 구체적인 내용은 표5와 같다.

오픈백과 API는 옥답에 쌓여있는 사용자들의 지식과 경험, 노하우를 모아 위키피디아처럼 사용자들이 만들어가는 사전으로 전문적인 농업정보를 제공한다. 오픈백과API의 검색서비스는 검색어 패턴분석을 통해 이용자들이 입력한 검색어 중 연관도가 높은 검색어를 추천 해주며 검색결과를 토대로 참고 이미지와 관련정보를 상세하게 제공한다. 용어사전 API는 농업·통상·축산·산림분야의 용어를 비롯한 전문적인 농업정보를 제공한다. 검색서비스 방식은 오픈백과API 와 같다. 오픈백과 API와 용어사전API 서비스에서 제공하는 농업관련 지식정보를 이용하면 경험이 부족한 귀농인, 미숙련 농업인들의 농업지식 향상에 도움이 되고 숙련된 농업인도 정보교류를 통해 작물의 품질향상과 소득증대에 도움이 되는 정보를 얻을 수 있다. 우리농업뉴스 API는 농업민간 정보교류활성화와 도시민 소비자와의 소통을 위한 농업뉴스 정보를 제공한다.

표 5 가격유통API 서비스 및 상세내용

제공서비스	내용
실시간 경매속보	전자경매가 이루어지는 32개 전국 공영도매시장 내 청과법인, 농협공판장의 경매결과(경락가격)를 실시간으로 매일 제공
도매시장경락정보(농/수산물)	전국 32개 공영도매시장에서 전송된 품목별/도매시장별 전산 정보와 수산물에 대한 도매 및 산지 위판 가격 매일 제공
권역별/도매시장별 가격비교 정보	전국 32개 도매시장을 수도권, 충청권, 전라권, 경상권, 강원권 및 광역권과 지방권 등 권역별로 세분화하여 가격분석 정보 제공
시장별 조사정보(가락시장/강서시장)	가락/강서 도매시장에서 거래되는 품목을 품목별 등급(특,상,중,하), 가격(최고가, 최저가, 평균가) 등의 정보를 제공.
산지공판장 가격정보	산지공판장 경락가격을 공판장별로 단위, 등급, 최고가, 최저가, 평균가, 거래량 등의 정보를 제공.
수산물 산지위판장 가격정보	매일 수집되는 수산물 산지위판장 경매결과를 각 분류별로 세분화 하여 제공
종합유통센터 가격정보	일일정산가격을 유통센터, 출하지 공판장명으로 검색하여 품목별로 단위, 등급, 최고가, 최저가, 평균가, 거래량 등의 정보를 제공
임산물 가격정보	전국 143개 산림조합에서 조사되는 임산물 조사가격 정보를 제공
농축산물 조사 가격정보	매일(품목별, 지역별)/매월(월평균조사가격)조사되는 농수축산물 조사 가격 정보를 품목별/지역별로 제공
주부 가격 조사정보	주부 명예기자들이 계절성을 고려하여 주1회 농산물/친환경 소비자가 가격동향을 조사하여 품목별 정보를 제공

(3) 국가농작물병해충관리시스템(NCPMS)

농촌진흥청 국가병해충관리시스템에서는 병해충 관련 내용에 집중하여 해충, 병(병원체), 잡초 등 다양한 병해충 정보와 벼 도열병예측과 같은 병해충 예측서비스를 제공하고 있다. 병해충 정보를 제공하는 병해충 검색 API와 병해충발생을 예측하는 병해충 예측 API를 제공한다. 병해충 검색 API에서는 병, 병원체, 해충, 곤충, 잡초, 천적곤충에 대한 상세정보와 이미지검색 서비스를 제공하며 병해충 예측 API에서 제공하는 서비스는 표6과 같다. 단순 검색용 서비스로 작물에 발생한 병이나 해충의 증상, 이미지만으로 정확한 진단을 내릴 수 있는 진단서비스가 아니라는 점, 예측서비스의 경우, 사과, 배, 감귤 등 일부 작물에만 해당되는 점 등의 한계가 있다. 지점자료 예측조회는 경우, 적산온도를 이용한 모델을 이용하게 되는데 이때 해충자료는 단순히 모델에서 나온 적산온도값을 더해주기만 하는 형태라서 정밀도가 떨어지고 발생시기의 대략적인 예측만이 가능하다. 서비스되는 작물도 사과, 배, 고추, 벼, 감귤 정도로 현재까지는 많지 않고 예측조회서비스이지만 이미 지나간 시점의 자료만을 제공하고 미래의 병해충 예측을 해주지 못한다는 한계가 있다.

표 6 병해충예측 API 제공서비스 및 상세내용

제공서비스	내용
병해충 예측지도	병해충 발생 예측정보를 GIS 기반의 지도 서비스로 제공
지점자료 예측조회	한 지점에 병해충 발생 예측정보를 시계열 정보로 서비스
예측조사비교	병해충 예측 정보와 예찰 정보를 비교하는 서비스를 제공
벼 도열병 방제결정지원	벼 도열병의 방제 결정에 도움이 되는 정보를 제공

(4) 팜투데이블

팜투데이블은 농산물 이력추적관리시스템을 제공하는 사이트로 이곳에서 제공하는 오픈API 서비스로는 연계오픈 서비스와 조회 오픈서비스가 있다. 연계서비스는 로컬 생산·유통·판매 시스템에서 한국농림수산정보센터의 농산물이력관리시스템에 해당정보를 입력하기 위한 서비스이다. 상품속성정보연계, 생산출하정보연계, 생산단계재배정보연계, 유통입고정보 연계, 유통단계 수확 관리정보 연계, 유통출고정보 연계, 판매 입/출고정보 연계 등 총8가지 연계 서비스를 제공한다. 조회서비스는 농산물이력관리시스템에서 농산물이력정보를 기관이나 개인에게 제공하는 서비스로 상품속성정보, 이력추적목록, 이력추적 이동정보, 이력추적 생산 정보, 이력추적등록자 정보 등의 조회가 가능하며 내용은 표7과 같다.

생산·유통자들은 이 서비스를 통해 차별화된 마케팅 전략을 개발할 수 있고 객관성 있는 품질정보를 제공하여 국내산 농산물의 신뢰성을 확보할 수 있다. 소비자들도 농산물 구매의 안전성을 확보하고 저가 해외농산물을 구별할 수 있으며 브랜드별 농산물의 특징을 파악하여 보다 기호에 맞는 소비를 할 수 있다.

표 7 조회서비스 목록 및 상세내용

조회서비스	내용
상품속성정보 조회	단계구분, 이력추적등록번호, 경영체명, 대표자명, 상품명, 단위, 상품특성, 인증정보, 검사정보, 구매정보, 가격정보
이력추적 목록 조회	이력추적관리번호, 등록구분, 업체/단체명, 품목명, 기본주소
이력추적 이동정보조회	단계구분, 경영체명, 대표자명, 이력추적등록번호, 기본주소, 상세주소, 출/입고일시, 품목, 규격, 수량, 이력추적관리번호
이력추적 생산정보조회	생산정보, 생산자명, 이력추적등록번호, 작업일시, 작업명, 사용량, 작업면적, 작업내용, 수확 후 관리정보, 유통경영체명, 대표자명, 이력추적등록번호, 작업일시, 품목, 규격, 수량
이력추적등록자 정보 조회	단체명, 이력추적등록번호, 대표자명, 전화번호, 이메일, 주소, 관리단계, 유효기간시작일과 종료일

나. 각 사이트별 서비스 방식 비교.

위 4개 사이트의 Open API 서비스를 제공 방식, 제공형식에 따라 비교해보았다. 제공방식

은 정보제공을 위해 사용된 기술, 제공형식은 제공된 정보의 데이터 포맷을 의미한다.

(1) 제공형식

데이터 제공형식에는 HyperText Markup Language(HTML)과 Extensible Markup Language (XML) 이 있고 이들은 Standard Generalized Markup Language (SGML)에 근거하여 만들어졌다.

SGML은 다양한 형태의 전자문서들을 서로 다른 시스템들 사이에서 정보의 손실 없이 효율적으로 전송·저장·자동처리를 하기 위한 국제표준화기구(ISO: International Organization for Standardization)에서 책정한 문서처리 표준 언어이다(ISO 8879: 1986). SGML은 문헌을 구조화시켜 그 내용을 다양하게 응용할 수 있다는 장점이 있으나 기능의 복잡성 때문에 SGML을 지원하는 소프트웨어의 개발이 쉽지 않으며 비용도 많이 든다.

HTML은 흔히 웹의 언어라고도 하는데 현재 대부분의 웹 페이지는 HTML을 사용하여 작성되었다. 현재는 HTML 버전 3.0이 표준화되어 WWW 문서에 사용되고 있다. 넷스케이프(Netscape)나 익스플로러(Internet Explorer)와 같은 웹 브라우저들이 이 언어를 인식하고 있다. HTML은 문서의 글자크기, 글자색, 글자모양, 그래픽, 문서이동(하이퍼링크) 등을 정의하는 명령어로서 홈페이지를 작성하는 데 쓰인다. 홈페이지의 제목, 문단, 리스트, 하이퍼링크 등은 모두 태그(명령어)를 사용하여 구조화 시킨다. HTML은 단순성, 이식성, 사용의 용이성이라는 장점을 가지면서도 제한된 태그 집합을 가짐으로써 확장할 수 없으므로 문헌의 여러 가지 특성을 반영시키는 충분한 태그가 없다. 그러므로 문헌을 충분히 표현할 수 없다는 단점이 있다.

XML은 HTML과 같은 마크업언어로 문서를 사람과 기계 모두가 읽을 수 있는 형식으로 부호화하는 규칙의 집합을 정의하는 차세대 인터넷 표준 언어이다. XML은 웹에서 구조화된 문서를 전송 가능하도록 설계되었기 때문에 문서를 구성하는 각 요소들의 독립성을 보장함으로써 문서의 호환성, 내용의 독립성, 요소 변경의 용이성 등의 특성을 제공한다. XML문서들은 구조적으로 SGML 문서형식을 따르지만 HTML과 SGML의 단점은 죽이고 장점만을 살린 언어이다. SGML의 특정부분만 발췌하여 복잡성을 해결하고 문서의 내용에 관련된 태그를 사용자가 직접 정의할 수 있으며, 그 태그를 다른 사람들이 사용하도록 할 수 있게 함으로써 HTML의 제한된 태그 문제와 호환성 문제를 극복했다.

XML은 장치와 시스템에 독립적이어서 다양한 응용프로그램, 하드웨어에서 이용할 수 있다. 텍스트 데이터 형식으로 유니코드를 통해 전 세계 언어를 지원한다. 그러나 XML은 문서의 구조적인 정보만을 갖고 있기 때문에 HTML처럼 편집기를 통해 간단하게 조작하기가 어려워 일반인들이 만들기는 어려운 점이 있다.

4개 사이트에서는 HTML 과 XML을 모두 제공하며 팜투데이블에서는 Binary data 형식도 제공한다. 농촌진흥청 서비스의 경우, XML 형식을 이용하기 위해서는 기술코드와 품목코드를 직접 문의해 알아내야 하는 불편함이 있다.

(2) 제공방식

제공방식은 크게 웹서비스와 특정언어용 Application Programming Interface (API)제공으로 나뉜다. 웹서비스의 경우 Asynchronous JavaScript and XML (Ajax)와 Representational State Transfer (REST) 가 있다.

Web Service는 네트워크상에서 서로 다른 종류의 컴퓨터들 간에 상호작용을 하기 위한 소프트웨어 시스템이다. 웹 서비스는 서비스 지향적 분산 컴퓨팅 기술의 일종이다. 서비스 호출 등 모든 메시징에 XML이 사용되어 서로 다른 개발 환경과 운영체제에서도 상호통신이 가능하다.

Ajax는 대화식 웹 애플리케이션의 제작을 위한 웹 개발 기법이다. 기존의 웹 애플리케이션은 브라우저에서 폼을 채우고 이를 웹서버로 제출(submit)을 하면 웹 서버는 요청된 내용에 따라서 데이터를 가공하여 새로운 웹페이지를 작성하고 응답으로 되돌려준다. 이때 최초에 폼을 가지고 있던 페이지와 사용자가 이 폼을 채워 결과물로서 되돌려 받은 페이지는 일반적으로 유사한 내용을 가지고 있는 경우가 많다. 결과적으로 중복되는 HTML 코드를 다시 전송받게 되어 많은 대역폭을 낭비하게 된다. 이는 금전적 손실을 야기할 수 있으며 사용자와 대화(상호 반응)하는 서비스를 만들기 어렵게도 한다. 반면에 Ajax 애플리케이션은 필요한 데이터만을 웹서버에 요청해서 받은 후 클라이언트에서 데이터에 대한 처리를 할 수 있다. 웹서버에서 전적으로 처리되던 데이터의 일부분이 클라이언트 쪽에서 처리되므로 웹브라우저와 웹서버 사이에 교환되는 데이터양과 웹서버의 데이터 처리량이 줄어들기 때문에 애플리케이션의 응답성과 전체적인 웹 서버 처리량이 좋아진다.

REST는 네트워크 기반의 소프트웨어 아키텍처의 한 형식이다. 소프트웨어 아키텍처란 소프트웨어의 구성요소들 사이에서 유기적 관계를 표현하고 소프트웨어의 설계와 업그레이드를 통제하는 지침과 원칙이다. REST는 HTTP URI와 HTTP Method로 구성된다. HTTP는 HyperText Transfer Protocol 의 약어로 웹상에서 클라이언트와 서버 사이에 이루어지는 요청/응답 프로토콜이다. HTTP URI를 통해서 모든 리소스를 표현할 수 있고 해당 리소스에 대한 행동은 HTTP Method를 이용한다. REST는 기존의 웹 인프라를 그대로 이용할 수 있다. REST Open API웹서비스는 HTTP 프로토콜(80번포트)을 그대로 사용하기 때문에 원격 호출시에도 방화벽 등에 제한받지 않고 손쉽게 적용될 수 있다. 또한 모든 리소스가 URI로 표현되므로 웹캐시서버를 그대로 사용할 수 있다. 그러나 정확한 표준이 없어서 REST기반으로 시스템을 설계하려면 사용할 REST에 대한 자체표준을 정해야 하고 설계원칙에서 벗어난 잘못된 REST 서비스를 제공할 수도 있다.

농촌진흥청에서는 WebService (Ajax)를 제공하고 있고 옥답에서는 WebService 방식을 이용하고 있다. 팜투테이블은 조회/연계 서비스별로 차이가 있는데 연계 서비스의 경우 Web Service 와 JavaAPI 방식을 이용하고 조회 서비스에서는 여기에 추가로 JSP 방식을 이용하고 있다. 다른 사이트와 다르게 Java API를 제공하고 있기 때문에 Java를 활용한 서비스 개발과 제공에 유리한 면이 있다. 국가농작물병해충관리시스템에서는 검색서비스에 REST,

Ajax를 이용하며 예측서비스에는 Ajax를 이용한다. 예측서비스에서 지점자료예측조회서비스에서는 REST를 같이 제공한다.

표 8 Open API 비교자료

	농촌진흥청	옥답	팜투데이블	NCPMS
제공 정보	작목/품목별 정보 및 농업기술 정보	가격유통, 농업 전문 지식백과	농산물이력추적 조회/연계(등록) 서비스	병해충 검색 및 예측 정보
제공 방식	WebService (Ajax)	WebService	연계 Java API, Web Service	병해충검색 REST, Ajax
			조회 Java API, Web Service, JSP	병해충예측 Ajax 지점자료예측조회 REST
제공 형식	HTML, XML	XML, HTML	Binary data, XML, HTML	XML, HTML
분석 요약	작물 재배기술, 관리정보를 여러 형태로 제공. 메쉬업에 한계가 있음.	가격유통정보 제공. 데이터 활용이 용이한 형식으로 서비스제공.	농산물이력추적관리시스템 구성을 위한 서비스 제공. 자바를 활용한 서비스 개발에 유리.	병해충 검색 및 예측정보 제공. 예측정보에 한계존재. 데이터 활용이 용이한 형식으로 서비스제공.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 총괄 연구 수행 내용

1. 노지과수생산관리시스템 요구사항 분석

노지과수생산관리시스템 개발 요구사항을 분석하기 위하여 문헌리뷰 (관련 논문 및 보고서)를 검토하고, 사용자 인터뷰 (경기도 농업기술원 교육 이수자, 지역 농산물 판매장터 등) 및 설문조사 (농업정보시스템과 관련된 19문항, 3그룹)을 수행하였고, 다음과 같은 문제점을 확인할 수 있었다.

표 9 농업정보시스템의 문제점

문제점	원인	레퍼런스
유지보수가 어려움	PC 기반의 시스템 지방에 위치한 지리적 특징 낮은 컴퓨터 관리 능력	Nikkilä et al., 2010; Kwon et al., 2014
낮은 상호 연동성	개별 프로토콜 및 인터페이스 표준 준수 미흡 (ISO 11783, OGC Standard)	Nash et al., 2009; Pesonen et al., 2008; Steinberger et al., 2009
특정 영역에 특화된 기능	전체 농작업의 범위가 넓음 MIS, ERP, 온실자동화	Nikkilä et al., 2010
높은 비용	다양한 센서 및 액추에이터 필요 투자대비 수익 불확실	Nash et al., 2009
사용할 시간의 부족	육체노동시간으로 인한 정보처리 작업시간 부족	Interview, 2012
농업정보시스템에 대한 낮은 인식	홍보 부족 및 제공 정보에 대한 필요성을 느끼지 못함	Kwon et al., 2014
교육의 문제	농장주가 대부분 고령 대상 농가들이 지방에 산재해 있어 공동 교육이 어려움	Nikkilä et al., 2010; Kwon et al., 2014

표 9의 농업정보시스템의 문제점 분석결과를 토대로 다음의 3가지 설계요구사항을 수립하였다.

가. 시스템 관리능력의 부재를 해결할 수 있는 시스템

설치 농가의 지역과 상관없는 서비스가 가능해야 하며, 농민의 실수에 의한 데이터 유실을 최소화 할 수 있어야 한다.

나. 다른 시스템과의 호환성을 높일 수 있는 시스템

농업용 혹은 비농업용 표준을 준수하여 다른 시스템과 호환성을 높일 수 있도록 하며, 특히

국가 정보시스템의 OpenAPI를 적극 활용할 수 있어야 한다.

다. 기능의 확장이 가능한 시스템 (플랫폼)

하나의 시스템 개발사가 제공할 수 있는 기능은 제한적일 수밖에 없기 때문에 타 개발사에 의한 기능 추가가 가능해야 하며, 이를 위해 시스템 내부데이터를 타 개발사에 개발한 시스템에서 접근할 수 있어야 한다.

2. 노지과수생산관리시스템 설계

가. 컨셉 설계

노지과수생산관리시스템은 3대 시스템 개발 요구사항을 토대로 다음과 같은 컨셉으로 설계되었다.

노지과수생산관리시스템은 임베디드 시스템과 클라우드 컴퓨팅 기술을 활용하여 농장관리정보시스템(FMIS)이 가진 문제점을 해소하고, 발전된 형태의 농장관리정보시스템의 구조를 제안하기 위한 시스템이다.

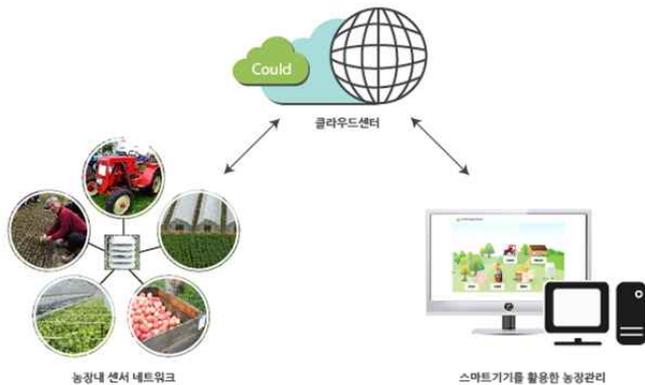


그림 29 노지과수생산관리시스템 컨셉 설계

나. 모듈 설계

노지과수생산관리시스템은 그림 30에서 보이고 있는 모듈들로 구성되며, 표 10과 같이 9개의 모듈로 구성된다. (노지과수생산관리시스템의 영문 명칭은 OFIS로 정하였다.)

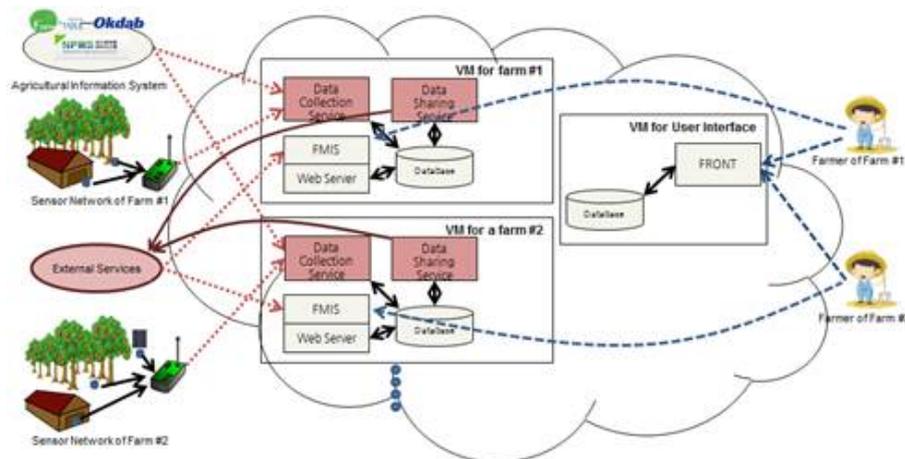


그림 30 OFIS 모듈간 연계

표 10 OFIS 모듈 구성

모듈명	기능
OFIS 홈페이지 (OFIS FRONT)	OFIS 시스템 소개를 하며, 시스템 관련 질의 응답 및 공지기능을 갖는다. 전문가 화상회의 시스템과 OFIS FMIS로 접근할 수 있도록 돕는다.
OFIS 농장관리정보시스템 (OFIS FMIS)	PC용과 모바일용으로 서비스가 제공되며, 농장 정보, 영농일지, 환경센서정보등을 관리할 수 있다.
OFIS 데이터 수집 서비스 (OFIS BEE)	데이터 추출, 처리, 변환, 저장의 4단계로 일반화된 데이터 수집 서비스이다. 국가정보시스템 데이터 수집을 위한 OpenAPI 접근 및 OFIS 센서 데이터 수집의 기능을 수행한다.
OFIS 데이터 공유 서비스 (OFIS IRIS)	OFIS에 수집되어 있는 농장 데이터를 외부로 공유하기 위한 서비스로 RESTful 웹 서비스이며, 외부확장서비스에서 활용이 가능하다. 단, 정보 활용에 대한 농민의 동의가 필요하다.
OFIS 농장데이터수집 임베디드 시스템 (OFIS ROSE1, OFIS ROSE2)	농장에서 수집된 정보를 OFIS 클라우드 센터로 가져오기 위한 임베디드 시스템 및 해당 서비스를 의미한다. 2가지 버전에 있으며 ROSE 1은 OGC SOS를 지원하며, ROSE 2는 OFIS 내부 프로토콜을 지원한다.
OFIS 농장데이터수집용 PC 프로그램 (OFIS IRIS for PC)	기존 PC 기반의 시스템을 운영하고 있는 농가의 데이터 수집을 위한 소프트웨어 이다. OFIS내부 프로토콜을 지원한다.
OFIS 전문가 시스템 (OFIS EXP)	외부 환경조건을 기반으로 농장작업을 추천해주는 전문가 시스템으로 OFIS 외부확장서비스와 동일한 프로토콜로 동작한다.
전문가 화상회의	과제 제안요구사항에 포함되는 기능으로, 화상회의 솔루션 자체의 개발은 과제의 범위가 아니라고 판단되어 상용솔루션을 사용하였다.
기타 외부 확장서비스	OFIS FMIS의 기능 확장을 위한 외부 확장서비스 프로토콜을 만족시키는 서비스들이다. 동작 예시와 가능성을 보여주기 위해서 여러 가지 샘플을 개발하여 적용하였다.

3. 노지과수생산관리시스템 구현 및 구축

가. uFarm 클라우드 인프라 구축

노지과수생산관리시스템을 구동하기 위한 클라우드 인프라를 구축하였다. uFarm 클라우드는 uFarm 클라우드 서버팜과 uFarm 클라우드 관제센터로 구성된다. uFarm 클라우드 서버팜은 클라우드 구동을 위한 서버 클러스터로 11대의 서버와 스토리지, 2대의 허브, 하나의 방화벽으로 구성하였다.

uFarm 클라우드 관제센터는 서버팜에서 구동되는 노지과수생산관리시스템 및 클라우드 서버들의 상태를 관리하기 위한 공간이다. 관리인력이 상주하며 서버 및 가상머신의 상태를 관리하고 있으며, 모니터링용 데스크탑 장비와 화상회의용 장비 등으로 구성하였다.

uFarm 클라우드 서버팜과 uFarm 클라우드 관제센터는 가상사설망(VPN)으로 연결되어 서로간 해킹이 불가능한 암호화된 통신을 수행한다. 또한 uFarm 클라우드 서버팜과 uFarm 클라우드 관제센터는 각각의 네트워크를 가지고 있으며, 방화벽으로 보호된다.

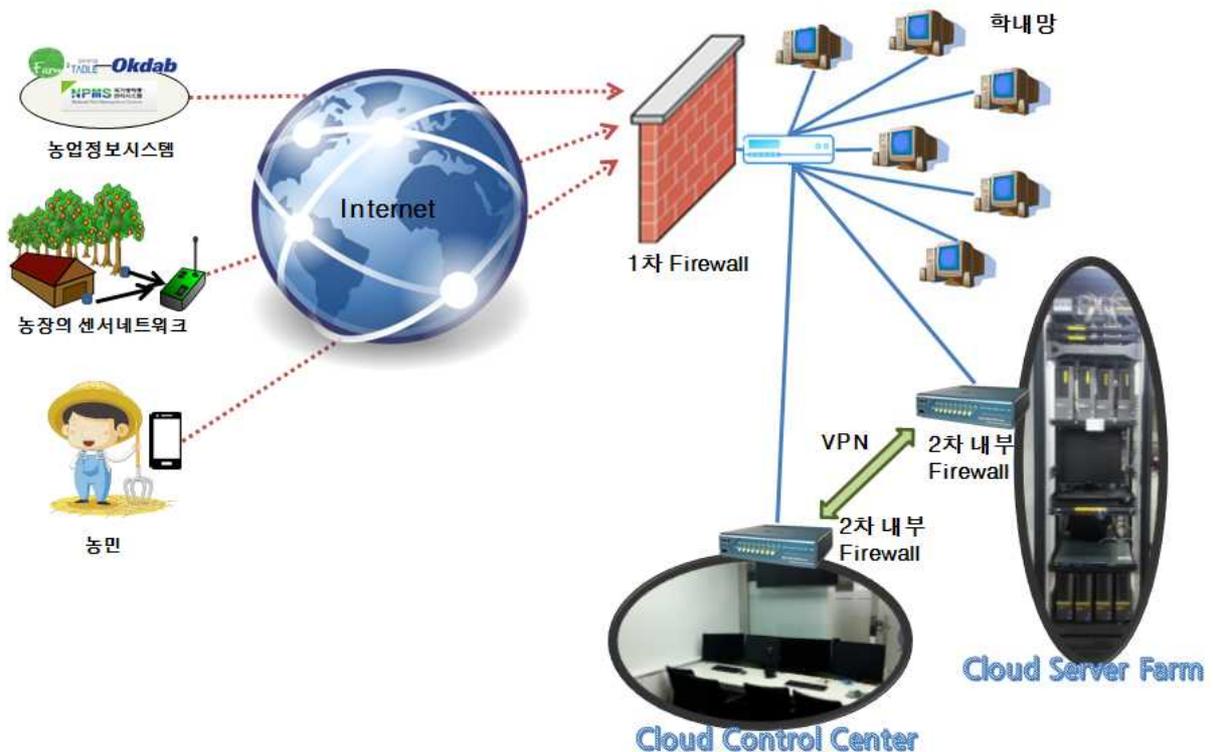


그림 31 uFarm 클라우드 서버팜과 uFarm 클라우드 관제센터

나. 노지과수생산관리시스템 (OFIS) 개발

노지과수생산관리시스템을 개발하기 위하여 다양한 프로그래밍 언어와 기술이 사용되었다. 표 11은 노지과수생산관리시스템을 구성하기 위한 모듈과 각 모듈별 개발 내역을 요약하여 보여준다.

표 11 OFIS 모듈 개발

모듈명	개발 내역
OFIS 홈페이지 (OFIS FRONT)	uFarm 클라우드 가상머신상의 리눅스 운영체제에서 구동.
OFIS 농장관리정보시스템 (OFIS FMIS)	Apache 2, PHP 5, PostgreSQL 9.3, PostGIS를 이용하여 개발됨.
OFIS 데이터 수집 서비스 (OFIS BEE)	Python 언어로 개발되어, 윈도우즈와 리눅스에서 모두 구동이 가능함. Ver 1.과 Ver 2.가 개발되었음.
OFIS 데이터 공유 서비스 (OFIS IRIS)	Node.js를 이용한 웹서비스로 구현되었으며, RESTful 기반의 인터페이스를 사용함.
OFIS 농장데이터수집 임베디드 시스템 (OFIS ROSE1, OFIS ROSE2)	ROSE 1은 C/C++ 기반으로 Arduino 플랫폼에서 개발되었고, ROSE 2는 OFIS BEE와 OFIS IRIS를 기반으로 RaspberryPI 플랫폼에서 개발됨.
OFIS 농장데이터수집용 PC 프로그램 (OFIS IRIS for PC)	Node.js를 이용한 OFIS IRIS의 수정버전으로 윈도우즈 상에서 윈도우즈 서비스로 개발됨.
OFIS 전문가 시스템 (OFIS EXP)	MATLAB으로 프로토타입이 개발 되었으며, 이후 C와 Python으로 최종 개발되었음. 윈도우즈 환경에서 구동 가능함.
OFIS 서비스 카탈로그 (OFIS SVC)	OFIS 내부 서비스 및 외부 확장서비스 관리를 위한 모듈로 Node.js 와 PostgreSQL을 기반으로 개발됨.

다. 외부 확장 서비스 개발

외부 확장 서비스의 작동방식을 보여주기 위하여 다양한 외부 확장 서비스를 개발하였다.

(1) OpenAPI 활용 외부 확장서비스

다양한 농업정보시스템에서 제공되는 OpenAPI를 활용하여 OFIS와 연동이 가능하다. 이를 보이기 위해 다음과 같은 OpenAPI 활용 외부 확장서비스가 개발되었다.

- (가) 농촌진흥청의 품목별관리매뉴얼 OpenAPI를 활용한 과수품목별관리매뉴얼
- (나) 옥답의 실시간경매정보 OpenAPI를 활용한 과수가격동향 서비스
- (다) NCPMS의 지점자료예측조회서비스 OpenAPI를 활용한 월별주요병해충정보
- (2) 내부 팀에서 개발한 모델을 활용한 외부 확장서비스

경기도 농업기술원과 (주)농정사이버에서 개발한 모델을 활용하여 OFIS와 연동이 가능한 외부 확장서비스들도 개발되었다.

- (가) 배(신고)의 개화시기 예측 (경기도 농업기술원) 외부 확장서비스
- (나) 사과(홍로,후지)의 생육일수 및 숙기예측 (경기도 농업기술원) 외부 확장서비스
- (다) 신고배 저온저장고내 감모율 ((주)농정사이버) 외부 서비스

4. 노지과수생산관리시스템 구축 결과

가. 노지과수생산관리시스템 평가

Murakami et al. (2007)의 FMIS의 10가지 요구사항을 기반으로 정성적평가를 수행하였다.

표 12 FMIS의 10가지 요구사항과 OFIS 과수농가관리정보시스템의 비교

No	요구사항	지원 여부	설명
1	농업인의 요구사항을 반영한 설계	○	본 시스템은 연구개발기획 단계에서 농업인의 인터뷰와 설문조사를 수행하여 농업인의 니즈와 요구사항을 반영하였다. 또한, 미처 반영하지 못한 기능을 지원하기 위해 외부 확장 서비스를 지원하고 있다.
2	단순하고 친근한 사용자 인터페이스	○	본 시스템은 설문조사결과를 반영하여 농업인이 선호하는 웹 인터페이스의 시스템을 설계·구현하였고, 나아가 모바일 인터페이스도 지원하고 있다.
3	데이터 처리를 위한 자동화된 방법	○	본 시스템의 데이터 수집 서비스는 다양한 OpenAPI는 물론 데이터베이스, 웹서비스, 파일 등에서 데이터를 수집하여 처리하고 클라우드 시스템에 저장하는 것이 가능하다.
4	농작업기기의 완벽한 제어	△	본 시스템은 현재 농작업기기를 제어하는 기능은 가지고 있지 못하다. 하지만 외부 확장서비스를 통해 다양한 기능지원이 가능하기 때문에, 이를 사용하여 향후 농작업 기기 제어가 가능할 수 있다.
5	전문가 지식의 제공	○	본 시스템은 일간 작업추천기능을 전문가 시스템으로 구현하고 있으며, 이 외에도 다양한 전문가 시스템이 기본적으로 구현되어 있다. 또한 실제 전문가와 화상회의가 가능하도록 화상회의소프트웨어도 탑재하고 있다.
6	통합되고 표준화된 시스템	○	본 시스템은 노지과수농장 관리를 위해 농장정보, 환경정보, 기상정보, 저장고 환경 정보를 처리할 뿐만 아니라 영농일지 및 농장 회계관리를 수행할 수 있다.
7	쉽고 부드러운 상호 연동성	○	본 시스템은 OGC SOS와 같은 센서네트워크용 표준을 준수할 뿐만 아니라 다양한 OpenAPI로부터 표준화된 방법으로 데이터를 수집할 수 있다. 또한 내부 프로토콜을 통해 손쉽게 시스템연동을 수행할 수도 있다.
8	시스템의 확장성	○	본 시스템은 클라우드내의 가상화된 서버위에서 동작하고 있으며, 한 농가의 데이터를 하나의 가상화된 서버가 커버하고 있다. 따라서 농가의 추가시 Scale-out 방식의 확장이 가능하다. 또한, 외부 확장서비스 기능을 통해 기능의 확장이 가능하다.
9	데이터 교환을 위한 메타데이터	△	본 시스템은 표준화된 방식의 데이터 교환 및 내부 표준을 활용한 데이터 교환이 가능하다. 하지만 자동적으로 메타데이터를 교환하여 데이터를 처리하는 능력은 가지고 있지 못하다.
10	저비용	○	본 시스템은 모두 클라우드 위에서 동작하고 있기 때문에 초기 투자비용이 적고 시스템의 가입 및 탈퇴가 쉬워 비용적인 손해가 발생하지 않는다.

나. 센서 네트워크 연동 평가

농장의 센서 데이터를 클라우드로 전송하는데 있어 유실의 가장 큰 원인은 사용자이다. 즉 사용자의 개입을 최대한 줄이는 것이 데이터 유실을 줄이는 데 중요하다. 임베디드 시스템을 활용하면 사용자로 인한 원인 중 사용자 관심 부족 문제와 사용자 실수를 최소화 할 수 있다. 따라서 임베디드 시스템을 활용한 데이터 연동이 유리하다.

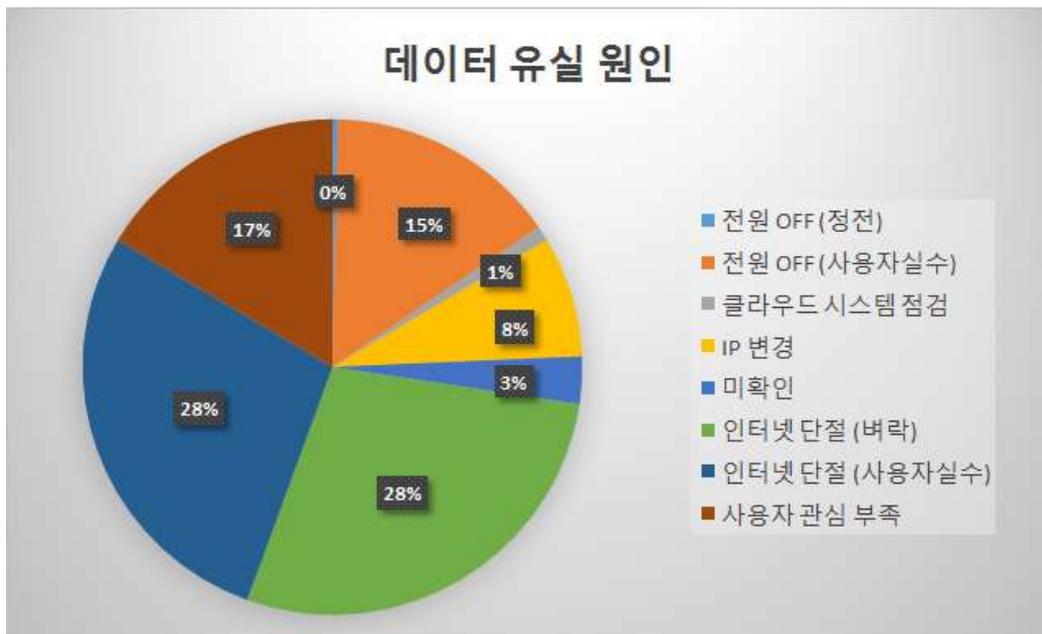


그림 32 데이터 유실 원인 비교

다. 노지과수생산관리시스템의 확대적용 방안

개발된 노지과수생산관리시스템을 확대 적용하기 위한 방안을 정부주도적 정책사업과 민간 사업으로 구분하여 비교하였다.

농가 또는 산지유통조직 스스로 이 시스템을 설치, 운영하기가 매우 어려우며, 센서 등 시설과 운영과정에서 지속적 관리가 필요하다. 그리고 결정적으로 이 시스템이 농가의 경영에 필수적이지 않고 설치하지 않아도 농업 경영에 아무런 영향이 없다는 점을 고려하였다.

노지과수생산관리시스템의 특징과 정책변화, 농가조직 구성 및 정책사업의 추진방법을 고려한 결과, 노지과수생산관리시스템의 보급방안은 100농가를 대상으로 하는 정부주도적 정책사업이 적절한 것으로 판단된다.

노지과수생산관리시스템의 보급은 과실, 과채 농업인 중 공선회 등 산지유통조직에 적극적으로 참여하며, 경영규모가 큰 편이고, 이 시스템을 통해 경영을 개선하거나 변화시킬 의지가 높은 농가를 대상으로 하는 것이 적절하다.

라. 향후 과제

개발된 노지과수생산관리시스템을 적용·운영·개선하기 위해서 필요한 향후 과제를 다음과 같이 8가지로 정리하였음.

1. uFarm 클라우드 시스템 활용을 위하여 클라우드 시스템 운영자는 서비스 사용자(농가)와 서비스 제공자(농업용 장비업체)와 서비스 계약을 체결할 필요가 있으며, 해당 서비스 수준, 비용 등에 대한 정립이 필요함.
2. uFarm 클라우드 시스템은 하드웨어와 소프트웨어적인 방법으로 기본적인 보안 시스템을 구축하였으나, 시스템 운영상 혹은 사용자의 사용패턴 등에 대한 정보보호 대책도 필요함.
3. 향후 uFarm 클라우드 시스템에 저장된 데이터에 대한 소유권 문제가 발생할 수 있음. 로우 데이터는 농가의 소유가 맞지만 그 로우 데이터를 가공하여 얻어지는 새로운 데이터에 대한 소유권 문제의 해결이 필요함.
4. 다양한 데이터가 uFarm 클라우드로 유입이 되었을 때 해당 데이터의 신뢰성을 확보하는 것이 중요한 과제가 될 수 있음.
5. uFarm 클라우드 시스템의 예상 사용자가 많지는 않을 것으로 예상되며, 사용자의 사용패턴이나 대상 작물들의 차이가 많을 것으로 예상됨 이는 추가 개발투자비용과 서비스 유지비용 증가로 나타날 수 있기 때문에 이에 대한 대책이 필요함.
6. uFarm 클라우드와 같은 플랫폼은 사용자 유치를 위해 적절하게 시스템 보급을 하는 것이 중요한 문제임.
7. uFarm 클라우드와 같은 시스템이 정착되기 위해서는 농업정보분야의 표준화가 가장 시급한 문제임.
8. 농업 분야의 노하우를 컴퓨터 시스템내에서 표현하고 구현할 방법을 찾는 것도 중요한 과제임.

제 2 절 시스템 통합 및 클라우드 서비스 연구 개발

1. 노지과수생산관리시스템 요구사항 분석

가. 연구개요

노지과수생산관리시스템 개발을 위해서 농가의 인프라 구축 여부와 실제 농가의 정보화수준에 대한 평가가 필요하였다. 또한 실제 농가에서 농작물 재배시 활용하는 정보의 종류와 필요성에 대해 의견을 청취하는 것도 중요하다고 판단하였다. 따라서 본 연구는 문헌 리뷰를 바탕으로 정보화기기 사용 여부, 작물 정보 수집 관련, 작물 생산관리시스템에 대한 총 세 가지의 그룹의 19개 항목으로 인터뷰 및 설문조사를 진행, 이를 분석하여 농가의 정보화 수준을 평가하고, 연구의 우선순위를 결정해보고자 하였다.

나. 문헌 리뷰

전 세계적으로 다양한 농업정보시스템이 개발되어 보급되어왔다. 농업의 관리 부분은 정밀 농업기술의 발달과 대형 농장의 증가, 농작업 기계의 공동 사용 등의 이유로 점차 복잡해져왔다 (Steinberger et al., 2009). 농업관리정보시스템 (FMIS)는 이러한 복잡성을 해소시켜 줄 수 있는 대안으로, 농업 데이터의 수집, 처리, 저장, 분배를 통해 농가에 필요한 적절한 작업 수행할 수 있도록 정보를 제공하는 역할을 담당한다 (Sørensen et al., 2010). 네덜란드의 정밀농업관련 프로젝트의 리포트에 따르면, 143개의 업체에서 개발된 264종의 농업관리정보시스템이 존재하는 것으로 확인되었다 (Robbmond and Kruize, 2011).

국내의 경우 정부 주도의 다양한 농업정보시스템들이 구축되어 운영되고 있다. Kim et al. (2010)의 연구에 따르면, 농림부등 7개의 정부기관에서 기관의 고유 업무와 관련된 다양한 정보를 제공하고 있다. 특히 농림부의 경우 정책수립 및 집행에 관련된 농업통계, 농업정책, 농업법령, 농림사업정보등 다양한 정보를 제공하고 있다. Shim et al. (2012)은 스마트 농업정보 서비스 추진방안을 발표하면서 4개의 모바일 전용 웹페이지와 18개의 스마트 폰용 앱이 제공되고 있다고 하였다.

다양한 농업정보시스템으로부터 다양한 정보가 제공되고 있지만 이의 활용성이 떨어지는 것이 현실이다. 첫 번째 문제는 사용자가 필요한 정보가 아닌 공급자 중심의 정보 제공이 이루어진다는 것이다. Kim et al. (2010)은 농업정보가 수집된 자료의 단순제공이나 번역 또는 시기별 특성 반영에 그치고 있어 사용자의 조건이나 환경을 고려한 지식기반형 정보 제공이 부족하다고 보았다.

두 번째 문제는 이를 활용할 농어민들이 관련기술에 무지하거나 관심이 없는 경우가 많다. Oh et al. (2011)은 이러한 이유로 농촌사회의 고령화 등으로 인한 정보의 접근이 어렵고 농어민들의 정보습득을 위한 노력이 부족하다고 보았다. Nash et al. (2009a) 역시 농민들이 관련 기술에 대해 무지하거나 관심이 없기 때문에 농업관리정보시스템이 보급되지 않는다고 보았다.

세 번째 문제는 정보의 공급이 일방향으로 이뤄진다는 것이다. 정부기관에서 마련한 정보가

다양한 매체를 통해 일방향으로 전달되고 있다. Shim et al. (2012)은 기존의 농업기술정보 콘텐츠 제작과 서비스 방식은 스마트 환경 특성에 맞지 않을 것이기 때문에 다양한 분야의 전문가와 영농현장의 전문농업인이 참여한 집단지성기반의 농업기술정보 제작과 서비스가 필요하다고 하였다. 실제로 농가에서 활용하고 있는 농업관리정보시스템의 경우 영농현장에서 생성된 데이터를 개별적으로 활용하고, 공유하지 않아 버려지는 경우가 많다. 이는 정보 공유를 통해 창출될 수 있는 새로운 부가가치를 버리는 것과 마찬가지로 할 수 있다.

그 외에도 몇 가지 문제점이 있다고 알려져 있다. 적용 가능한 농업정보시스템을 구현하기 위해서는 농가의 모든 작업을 포함할 수 있어야 하는데, 학술적인 수준의 농업정보시스템은 특정한 작업에 집중되는 경우가 많고, 큰 소프트웨어 개발 프로젝트를 진행하기 어려운 문제가 있다 (Nikkilä et al., 2010). 또한 많은 경우 특정소프트웨어를 통해서만 접근이 가능하기 때문에 호환성이 떨어진다 (Nash et al., 2009a).

다. 설문조사

설문대상은 총 3가지 그룹으로 구성되어 있다. 일반농가 1개 그룹, 영농교육 1개 그룹, 귀농교육 1개 그룹으로 분류하였다. 일반농가 그룹은 주기적인 교육을 별도로 받지 않는 농가로, 영농교육 그룹은 영농교육을 받는 농가로, 귀농교육 그룹은 현재 귀농교육을 받고 있는 농가로 구성하였다. 설문은 방문방식으로 진행되었으며, 인터넷 설문은 정보화수준 평가와 연관이 있기 때문에 배제하였다. 전화방식과 우편방식은 응답률을 고려하여 실시하지 않았다. 설문지는 총 세 가지 항목으로 구성되어 있고, 복수응답도 가능한 항목도 있었다. 설문 응답은 일반농가가 36건, 영농교육은 20건, 귀농교육은 13건이다.

(1) 정보화 수준 평가 (정보화기기 사용 여부)

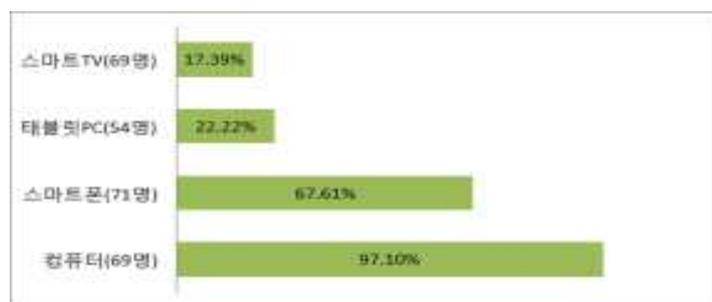


그림 33 정보화기기 전체 보유 현황 (전체) 괄호 안은 전체 응답 수

설문대상자에게 컴퓨터, 스마트폰, 태블릿PC, 스마트TV 총 네 가지 기기의 보유 여부에 대해 조사하였다. 그 결과(그림 26) 컴퓨터를 보유한 경우가 가장 많았고, 스마트TV의 경우가 가장 적었다. 태블릿PC의 경우에는 응답자 수가 가장 적었는데, 미응답자 중 대부분이 태블릿PC를 모르는 경우가 많은 것으로 나타났다. 응답자 중 97.1%가 보유하고 있는 컴퓨터를 제외하고 각 그룹별로 다른 장비를 얼마나 보유하고 있는지 확인해보았다. (그림 33) 스마트폰의 경우에는 영농과 귀농 응답자가 80% 넘게 보유하고 있는 반면, 일반농가 응답

자는 52.6% 수준이었다. 또한 태블릿PC의 경우에는 귀농 응답자가 가장 많이 보유하였지만 33.3% 수준이었고, 스마트TV의 경우에는 반대로 귀농 응답자가 22.2%로 가장 많이 보유한 것으로 나타났다. 컴퓨터의 경우에는 대부분의 농가가 보유하고 있으며, 스마트폰의 경우에도 영농, 귀농 그룹이 80% 이상 소유한 것으로 나타난 반면에, 다른 기기의 경우에는 30% 미만 보유한 것에 미루어봤을 때, 본 시스템의 접근성을 위해 우선적으로 개발해야 할 기기는 컴퓨터와 스마트폰인 것으로 볼 수 있다.

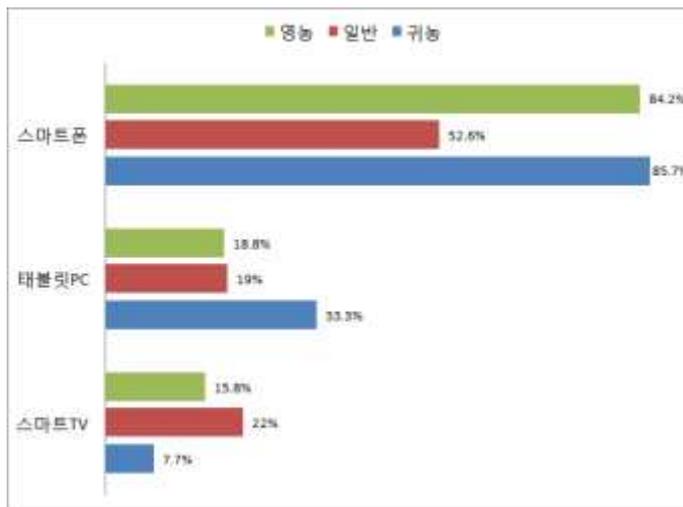


그림 34 그룹별 정보기기 보유 현황

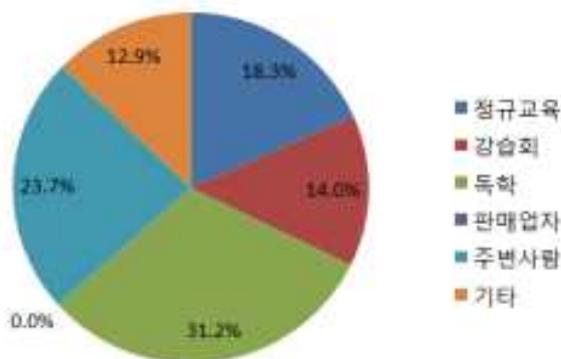


그림 35 PC사용정보 획득처(응답수 93)

PC 사용법 등 정보를 얻기 위해서는 독학을 많이 하는 것으로 나타났고, 주변사람에게 물어본다는 응답이 뒤를 이었다. 이는 PC를 사용하면서 발생하는 문제를 그 자리에서 해결하기 위해서 인터넷을 검색하거나, 주변 사람에게 도움을 요청하기 때문인 것으로 보인다. 귀농그룹과 일반농가의 경우에는 2위가 주변 사람이었지만, 영농그룹의 경우에는 2위가 정규교육인 것으로 나타났다. 이는 영농그룹의 경우에는 주기적으로 관련 강좌를 수강하는 등, 정보획득의 유인이 반영된 것으로 보인다. 위 결과를 통해, 본 사업은 추후 시스템 개발 후 매뉴얼을 별도로 제작하여, 사용자 친화적인 메뉴구성과 편리한 인터페이스 등, 접근성을 높이는 것도 중요한 작업인 것을 알 수 있었다.

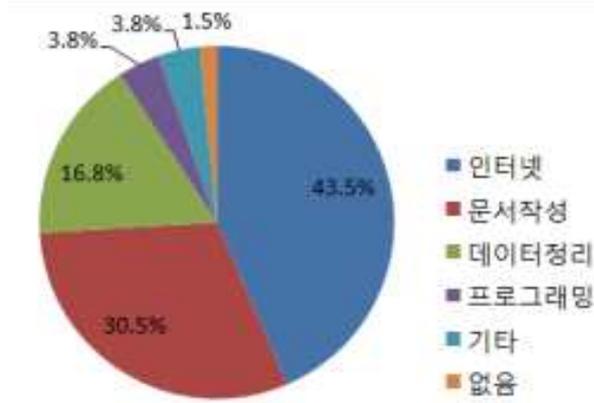


그림 36 주요 PC사용처 (응답수 131)

PC의 주요 사용처는 인터넷과 간단한 문서 작성인 것으로 나타났다(그림 36). 그 뒤를 이어서는 데이터정리였다. 그룹별로 살펴보면(그림 37) 일반 농가의 경우에는 다른 그룹에 비해 인터넷을 가장 많이 사용하지만 문서작성과 데이터정리는 다른 그룹에 비해 다소 덜 사용하는 경향이 있었다. 영농그룹과 귀농그룹은 비슷한 양상을 보이지만, 기존에 농업에 종사하지 않았던 귀농그룹이 문서작성과 데이터정리에 더 많은 시간을 할애하는 것을 알 수 있었다. 본 문항에 대한 응답 확인 결과 컴퓨터는 대부분 보유하고 있지만, 인터넷을 사용하는 경우에는 절반밖에 되지 않았다. 따라서 인터넷을 기반으로 하는 본 시스템의 접근성을 높이기 위해서 별도의 매개가 있어야 할 것으로 보인다.

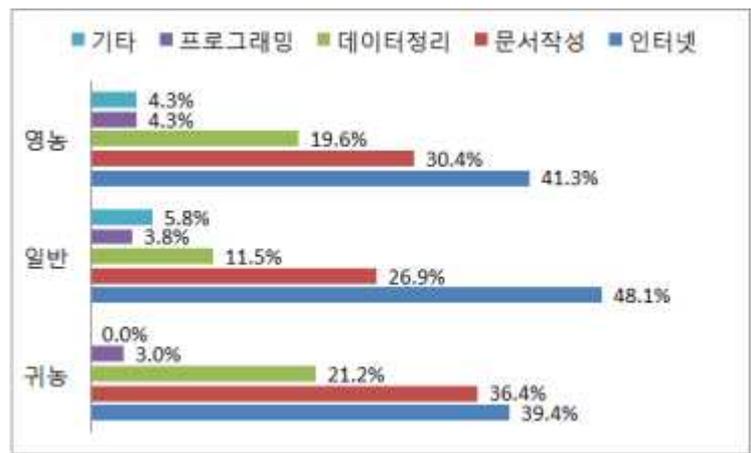


그림 37 그룹별 PC 주요 사용처 현황

PC사용시에 불편한 점은 1위가 PC자체가 느린 것, 2위가 인터넷 문제로 나타났다. 이 중, 초고속인터넷 인프라가 우려되는 일반농가의 경우 컴퓨터 문제가 40%, 인터넷 문제가 31%로 전체의 경우 컴퓨터 문제와 인터넷 문제가 각각 45.7%, 24.3%인 것에 비하여, 그 격차가 좁아진 것을 알 수 있다. 이는 일반농가가 있는 곳 중 초고속인터넷에 접근하기 어려움이 있는 곳이 다소 있을 것으로 보인다. 이를 해결하기 위해서는, 초고속인터넷망이 지원되는 곳과 농가 사이에 중계기를 두어 통신에 활용하는 것이 한 가지 방법이다.

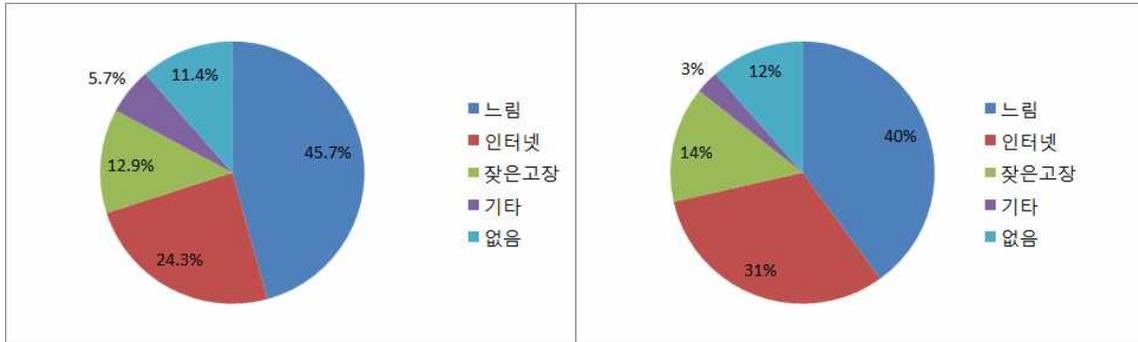


그림 38 PC사용시 불편함 원인. 전체(좌)와 일반농가그룹(우), 각 응답수 (70, 35)

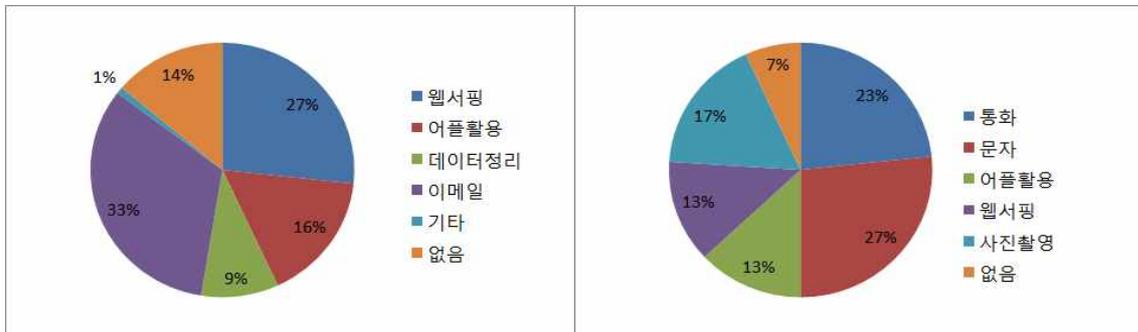


그림 39 사용 가능한 스마트폰 기능(좌)과 실제 자주 사용하는 기능(우) (응답 각 116,138)

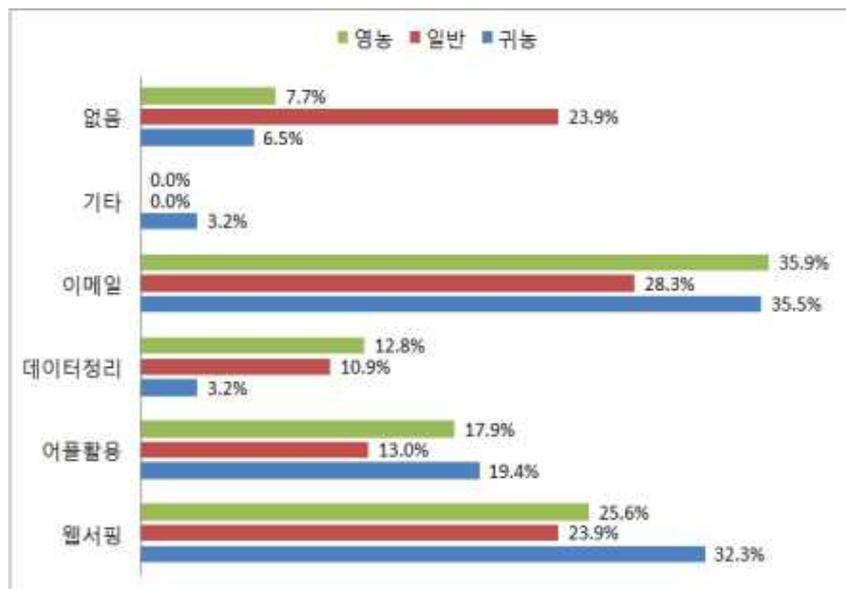


그림 40 그룹별 사용가능한 스마트폰 기능

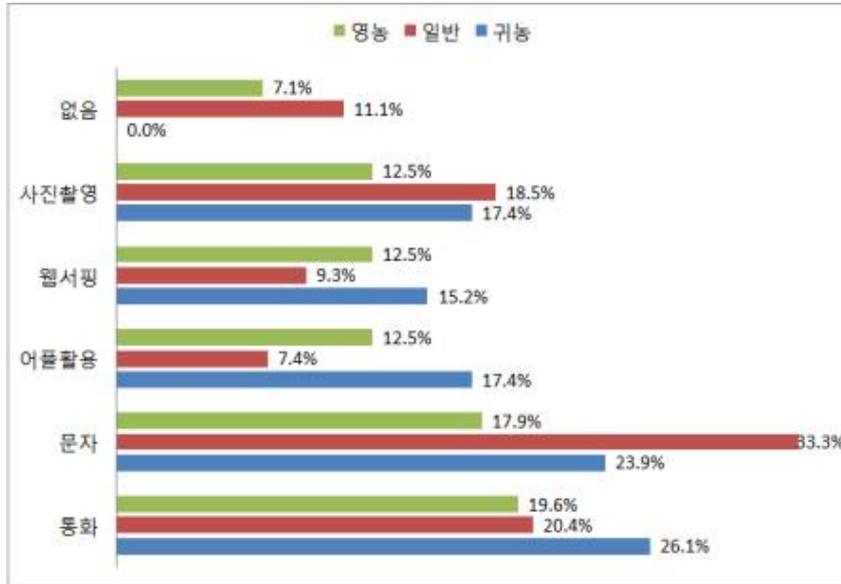


그림 41 그룹별 실제 자주 사용하는 스마트폰 기능

스마트폰 사용과 관련하여 스마트폰에서 사용할 수 있는 기능과 실제로 자주 사용하는 기능에 대한 문항의 결과는 그림 39와 같이 나타나고 있다. 스마트폰 기능 중, 이메일과 웹서핑이 각각 1위와 2위로 나타났는데, 이는 인터넷 기반 시스템을 활용할 수 있는 것으로, 본 사업에 긍정적인 역할을 할 것으로 보인다. 사용가능한 기능을 묻는 질문에는 웹서핑, 어플 활용, 이메일이 귀농그룹과 영농그룹이 일반농가보다 가능하다고 더 많이 응답하였다. 실제 자주 사용하는 스마트폰 기능 중 어플활용과 웹서핑은 일반농가가 다른 그룹에 비해 덜 사용하는 것으로 나타났다.

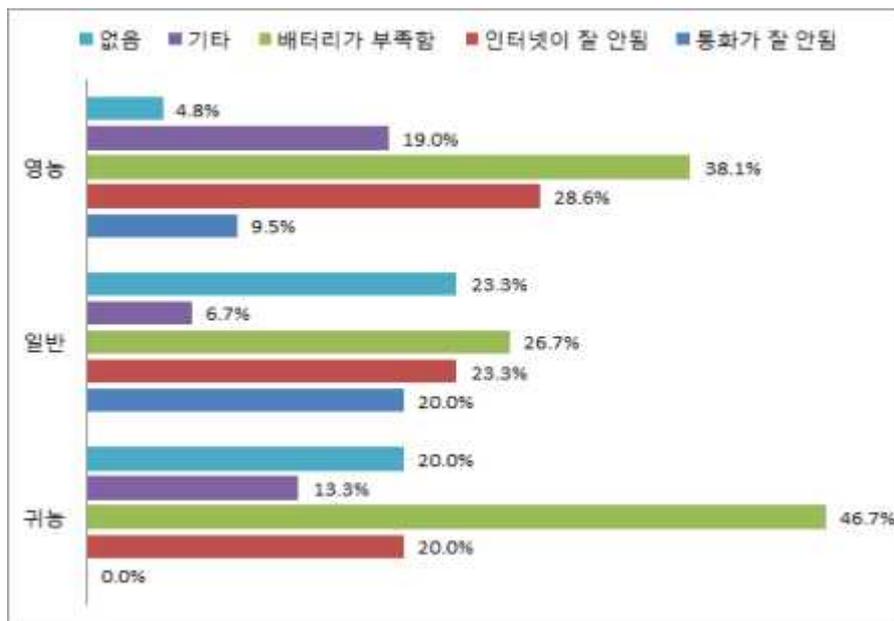


그림 42 그룹별 스마트폰 사용시 불편한 점

각 그룹별로 스마트폰 사용시 불편한 점에 대한 의견에 대한 물음에서는 귀농/영농그룹과

일반농가그룹간의 차이가 뚜렷했다. 먼저 귀농의 경우에는 가장 불편한 것이 배터리가 부족하다는 것을 들었는데, 이는 스마트폰을 적극 사용하고 있다는 것을 반영한다. 또한 통화가 잘 안된다는 응답은 전혀 없었기 때문에, 귀농그룹이 있는 곳, 즉 도시지역에서는 통신 인프라가 잘 구축되어 있다는 것을 알 수 있다. 일반농가의 경우에도 배터리 부족이 가장 큰 불편한 점이었지만, 다른 항목과 큰 차이가 없었다. 특히 통화가 잘 안된다는 응답이 20%로 인프라에 문제가 있는 것을 알 수 있다. 영농그룹의 경우에는 귀농그룹과 일반농가의 중간적인 성격을 띠고 있었다. 이는 귀농그룹의 경우에는 도시민으로 통신 인프라가 잘 구축된 곳에서 스마트폰을 적극 활용하고 있고, 영농그룹의 경우에는 앞선 기술에 관심을 가지고 있지만, 인프라가 도시보다 덜하다는 것이 반영되어 있으며(인터넷이 잘 안된다는 의견이 그룹에서 가장 높음), 일반농가의 경우에는 외곽지역의 통신 인프라가 덜 발달되었다는 것을 보여준다. 따라서 본 연구를 수행하는데 있어서, 통신 인프라 구축이 잘 되어있는지 확인하는 것이 첫 번째 절차인 것을 알 수 있었다. 또한 대부분 외곽지역의 불안정한 통신 환경을 고려하여 시스템을 연구 개발하는 것이 중요하다.

스마트TV의 경우에는 설문조사를 수행하였으나, 보유한 응답자가 10명 정도이고, 추가로 구입을 계획하는 사람이 없기 때문에 본 보고서에 결과를 첨부하지 않았다.

(2) 작물 정보 수집 활용도 (작물 정보 수집 관련)

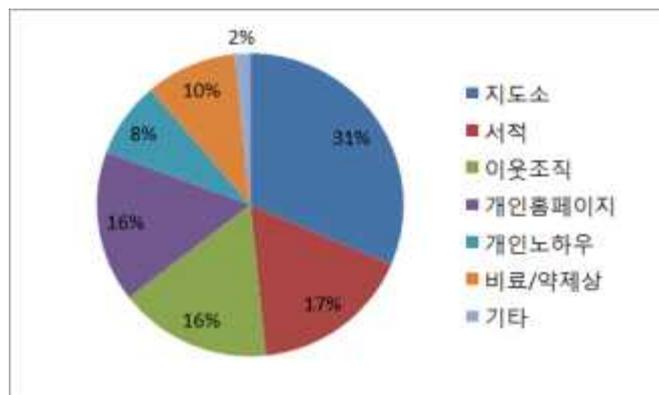


그림 43 작물에 관한 정보 수집처 현황

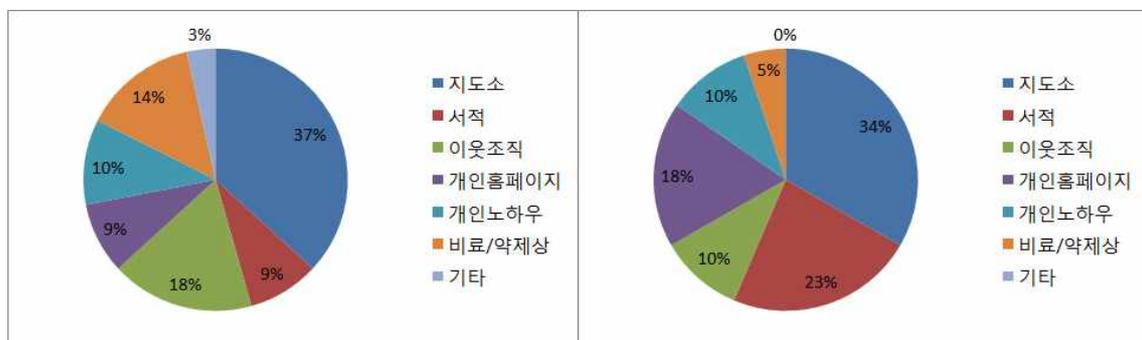


그림 44 그룹별 작물에 관한 정보 수집처 현황. 일반농가(좌)와 영농그룹(우)

작물에 관한 정보 수집처는 대부분 농촌지도소인 것으로 나타났다. 일반농가와 영농그룹 모두 농촌지도소에서 정보를 구하는 것을 알 수 있었다. 이에 대한 신뢰도도 조사하였는데, 각 정보수집처에 대한 신뢰도를 묻는 질문을 통해 이를 점수로 환산하였다. “매우 신뢰하지 못한다”에서 “매우 신뢰한다”까지 총 5단계로 나누었고, 각 단계별로 10~50점씩 환산점수를 매겨, 총 응답자수로 나눠 평균점수를 구하였고, 이 경우 만점은 50점이었다. 그룹 전체에서 신뢰도는 영농단체가 39.5점으로 1위, 관련 서적이 37.5점으로 2위, 개인홈페이지가 35.0점으로 3위, 개인노하우가 34.9점으로 4위, 마을조직이 34.3점으로 5위, 비료/약제상이 32.3위로 6위로 나타났다. 그룹별로 살펴보면 점수와 순위에서 다소 차이가 있지만, 영농단체와 관련서적에 대한 신뢰도가 높은 것으로 나타났다. 귀농그룹의 경우에는 개인노하우에 대한 신뢰도가 가장 낮았으며, 일반농가와 영농그룹의 경우에는 비료/약제상의 신뢰도가 가장 낮았다. 이를 통해 본 시스템에 영농단체나 지도소에서 종사하는 지도원이 접근 가능하게 하여 각 농가에 대해 상담을 해주고, 서적에 있는 정보 중 일부를 제공한다면, 본 시스템에 대한 농민의 활용도는 높아질 것으로 기대할 수 있다.

국가나 기관에서 운용하는 농업 웹서비스에 대한 설문도 수행하였는데, 이 설문의 목적은 본 시스템에서 우선적으로 적용해 나갈 웹서비스를 선정하기 위함이었다. 웹서비스는 농식품안전정보서비스, GAP정보서비스, Farm2table, 국가병해충관리시스템, 생산유통인증시스템 등 총 5가지이다. 다섯 가지 시스템 중 적어도 하나의 시스템에 대해 들어본 적이 있다고 응답한 수는 총 109건이지만, 사용해본 적이 있다고 응답한 수는 54건, 주기적으로 사용한다고 응답한 수는 34건으로 과반수 미만만이 주기적으로 사용하는 것으로 알 수 있었다.

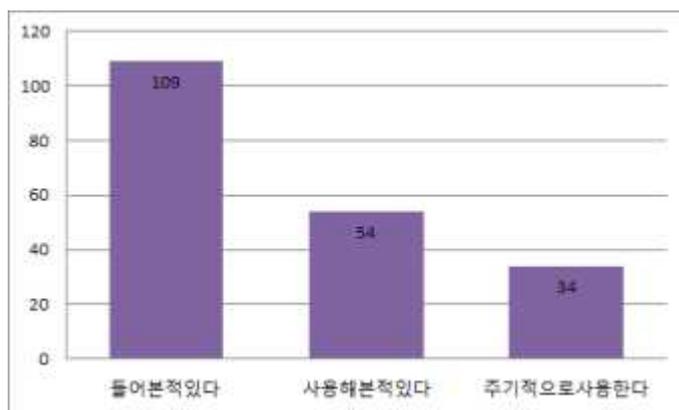


그림 45 국가나 기관에서 운용하는 웹기반 농업 서비스에 대한 인식 조사

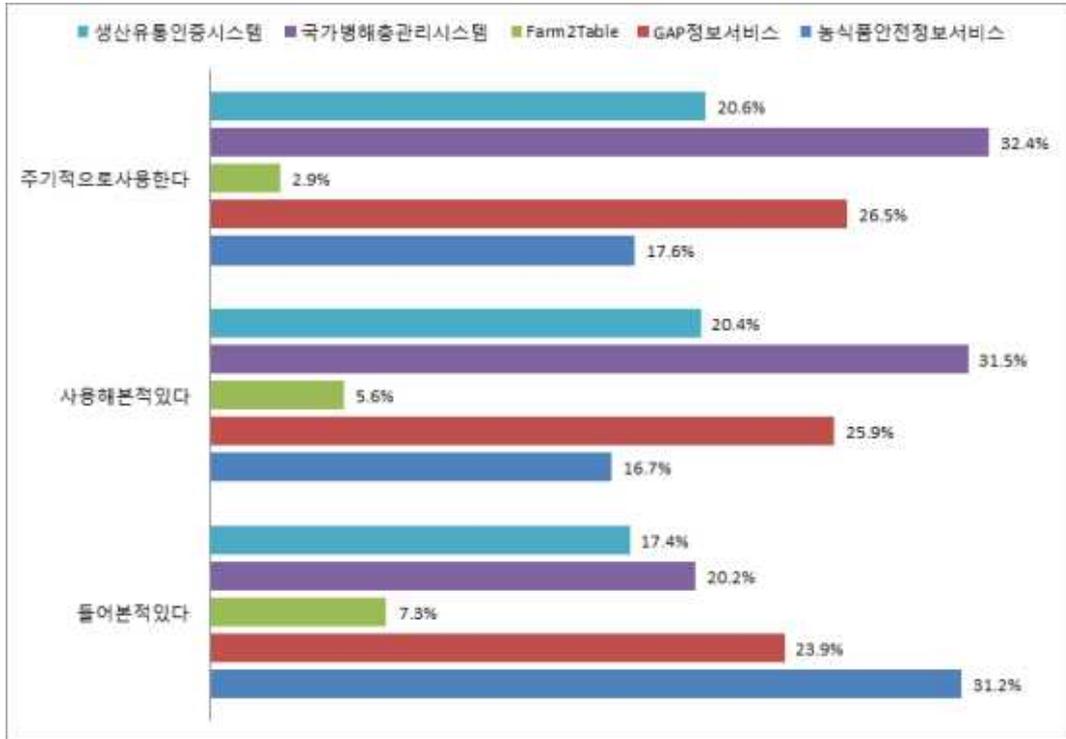


그림 46 국가나 기관에서 운영하는 웹기반 농업서비스 각각에 대한 인식

실제 농가에서는 생산유통인증시스템을 가장 많이 들어보았다고 응답하였으나, 실제 가장 많이 사용하는 것은 국가병해충관리시스템인 것으로 나타났다. 그 다음은 GAP정보서비스로, 생산자측면에서 농가는 병해충에 의한 피해를 막기 위해 이를 활용하고, 생산된 작물에 대해 인증을 받기 위한 GAP정보서비스에 관심을 갖는 것으로 보인다. Farm2table에 대한 응답수가 가장 적었지만, 이는 영어표기에 의해 제대로 응답을 하지 못했을 가능성도 있다. 각 시스템에 대한 신뢰도도 설문조사를 하였는데, 작물 정보 수집처에 대한 신뢰도와 마찬가지로 50점 만점으로 환산한 결과로 나타내었다. 그 결과, 국가병해충관리시스템이 35점으로 1위를, GAP정보서비스가 33.81점으로 2위, 농식품안전정보서비스가 33.78로 3위를 차지했고, 인지도가 가장 낮았던 Farm2table이 31.18점으로 5위로 나타났다. 위 설문조사 결과에 따르면, 본 시스템에서 우선적으로 적용해야 할 시스템은 국가병해충관리시스템이고 그 뒤를 이어 GAP정보서비스인 것으로 확인되었다.

(3) 작물 생산관리시스템 필요성 조사(작물 생산관리시스템 관련)

이 카테고리에서는 본 연구팀에서 개발중인 생산관리시스템에 관련하여 농민들이 필요성을 느끼는지와 시스템에서 주요 파트인 영농일지에 대한 설문을 진행하였다.

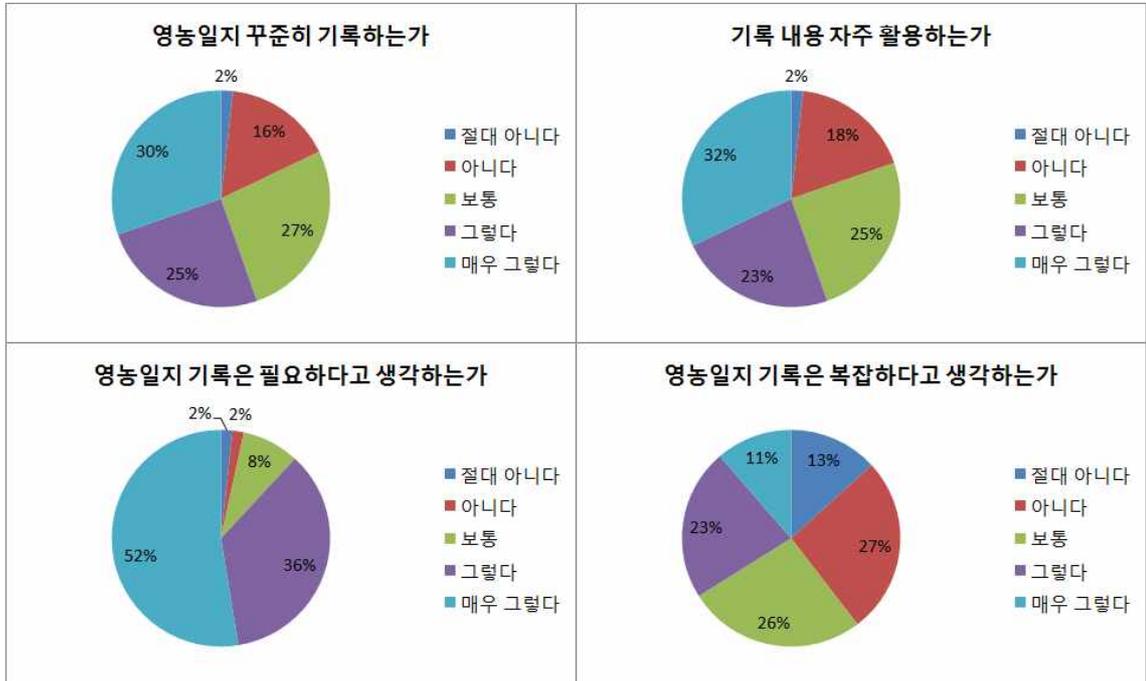


그림 47 영농일지의 활용과 영농일지에 대한 인식 조사

영농일지에 대한 의견은 대부분 긍정적으로 설문조사 결과에 따르면 많은 농가에서 영농일지를 꾸준히 기록하며 내용을 자주 활용하는 것으로 나타났다. 하지만 영농일지 기록이 반드시 필요하다고 생각하는 사람은 52%이고, ‘그렇다’라고 긍정적 대답을 한 사람까지 포함하는 경우 88%에 육박한다. 이는 영농일지를 기록하고 활용하는 비율보다 훨씬 높았다. 또한 영농일지 기록은 복잡하다고 생각하느냐에 대한 질문에는 약 50:50으로 비율이 갈라지는 등, 상반된 반응임을 알 수 있었다. 따라서 본 설문조사 결과, 많은 농민들이 영농일지에 대한 중요성은 인지하고 있으나, 영농일지 기록 자체가 복잡하다고 생각하는 경우도 있었고, 추가 주관식 설문조사에서 귀찮거나 피곤하다는 이유로 기록을 피한다는 사실을 알 수 있었다. 따라서 본 시스템에서는 최대한 영농일지 기록을 자동화하여 농민의 편의성을 증진시키고, 전산화하여 기록에 대한 활용도를 높일 수 있도록 해야 하는 것을 알 수 있었다.

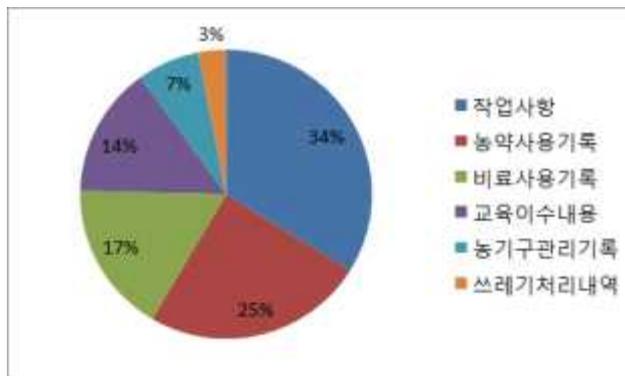


그림 48 영농일지 기록 내용 (응답수 : 130)

영농일지에 기록하는 내용 중 그날 작업한 내용을 기록하는 것이 가장 많았고, 그 다음은

농약사용기록, 비료사용기록이 각각 그 뒤를 이은 것으로 나타났다. 따라서 본 시스템의 영농일지에서 우선적으로 구현되어야 하며, 중점적으로 연구 개발을 시작해야할 부분은 작업사항, 농약사용기록, 비료사용기록이다.

본 시스템에 해당하는 주요 9개 시스템에 대한 농민의 요구도도 확인해보았다. 각 시스템을 간단히 소개하고, ‘필요하지 않다’에서 ‘필요하다’까지 각 5단계, 10점씩 총 50점 만점으로 나타내었다. 그 이하는 표 13과 같다.

표 13 시스템 요구도 조사

순위	시스템의 내용	점수
1	병해충 정보와 피해위험을 예보해주는 시스템	45.27
2	기상을 예보해주는 시스템	43.70
3	농지의 토양 정보를 제공해주는 시스템	42.12
4	작물의 일반 정보를 제공해주는 시스템	42.00
5	필요한 작업을 추천해주는 시스템	41.63
6	수확 및 저장을 관리해주는 시스템	41.48
7	작업이력을 간소화하게 기록하고 해당 이력을 검색하는 시스템	40.78
8	저온저장고를 제어하는 시스템	40.75
9	장비 및 물품현황 정보를 제공하는 시스템	40.37

표 13에서 확인할 수 있듯이, 농민들의 주요 관심은 병해충에 관련된 것을 알 수 있었다. 이는 앞선 국가 시스템인 국가병해충관리시스템을 가장 많이 활용하는 것에서 짐작할 수 있었다. 본 연구팀에서는 국가병해충관리시스템을 현재 개발 중인 시스템에서 연동하여 활용할 것으로 계획하고 있었다. 따라서 본 시스템이 구현된다면 농민들이 여러 사이트에 접속하면서 찾아다닐 것 없이 편리하게 하나의 집약적인 시스템에서 편리하게 생산관리를 할 수 있을 것으로 기대된다.

(4) 설문조사 결론

본 설문조사는 총 세 가지 카테고리로 나누어서 실시되었다. 먼저 농가의 정보화수준 평가에서는 PC와 스마트폰의 보급률은 긍정적이나, 스마트TV와 태블릿PC의 경우에는 많은 보급이 이루어지지 않은 것을 알 수 있었다. 또한 일반적으로 농가에서는 인터넷을 주로 활용하고, 스마트폰을 가지고 있는 농가의 경우에는 웹서핑과 메일확인 등 인터넷 기반의 시스템을 이용하는 것을 알 수 있었다. 다만 교외지역에서는 인터넷 통신 인프라 구축의 한계가 뚜렷이 나타났고, 추후 과수원에 본 연구과제의 시스템을 시범 적용할 때 이를 명확히 고려해야 할 것으로 보인다. 둘째로, 작물 생산 정보에 관해서는 농촌지도소나 영농단체를 가장 많이 활용하는 것으로 나타났고, 이에 대한 신뢰도도 가장 높았다. 또한 국가에서 운영하는 시스템에서는 국가병해충관리시스템을 가장 많이 사용한 것으로 나타났으나, 실제 시스템을 알고도 사용하지 않는 경우도 많은 것으로 나타났다. 따라서 통합시스템을 구현한다면, 농민이 정보를 찾아 나서지 않아도, 정보가 농민에게 제공되는 형태가 가능할 것으로 보인다. 셋째는 영농일지에 관련한 것으로, 농민들 대부분이 영농일지에 대해 중요한 것을 인식하고

있으나 여러 이유로 이를 꾸준히 기록하지 못하는 사례가 있는 것으로 나타났다. 따라서 본 시스템에서는 영농일지를 구현하되, 자동화 및 전산화하여 농민들의 편의성과 활용성을 높여야 할 것이다. 마지막으로 본 연구팀에서 구현하고자 하는 시스템에 대한 요구도를 확인해보았는데, 병해충을 예보하는 시스템과 기타 생산량과 품질에 직접적으로 영향을 미치는 것에 대한 시스템의 요구도가 높은 것을 알 수 있었다. 본 설문을 통해 본 연구팀은 위와 같이 연구의 방향과 연구의 우선순위를 확인할 수 있었고, 설문조사 분석 결과를 요약하면 이 하와 같다.

1. 스마트TV와 태블릿PC는 컴퓨터와 스마트폰에 비해서 덜 보급되었다.
2. PC사용 정보를 독학이나 지인에게 묻는 경우가 많았다.
3. PC주요 사용처는 인터넷과 간단한 문서 작성으로 나타났다.
4. 일반농가는 다른 그룹에 비해 PC사용시 불편함 중 인터넷 비중이 높았다.
5. 스마트폰을 활용하는 농가는 스마트폰으로 인터넷 기반 시스템을 활용하고 있다.
6. 일반농가는 다른 그룹에 비해 스마트폰을 적극 활용하고 못하고 있다.
7. 작물수확 정보는 대부분 농촌지도소인 것으로 확인되었다.
8. 농가에서 이용하는 웹기반 국가 농업정보서비스는 국가병해충관리시스템으로 나타났다.
9. 영농일지의 경우, 농가에서 필요성을 느끼고 있는 것에 비해 기록이 저조한 것으로 보인다.
10. 대부분 농가에서 영농일지의 기록을 자주 활용하고 있다.
11. 개발중인 시스템 요구도 조사 결과, 병해충 위험 알림 시스템의 요구도가 가장 높았다.

라. 연구 결과

문헌리뷰 (관련 논문 및 보고서)를 검토하고, 사용자 인터뷰 (경기도 농업기술원 교육 이수자, 지역 농산물 판매장터 등) 및 설문조사 (농업정보시스템과 관련된 19문항, 3그룹)을 수행한 결과 표 14에 나열한 7가지 문제점을 확인할 수 있었다. 해당 문제점들은 중요도의 순서로 정리하였으며, 상위 3가지 문제점을 가장 먼저 해결해야 할 당면과제로 정하고, 이를 기반으로 3가지 개발 요구사항을 수립하였다.

(1) 시스템 관리능력의 부재를 해결할 수 있는 시스템

설치 농가의 지역과 상관없는 서비스가 가능해야 하며, 농민의 실수에 의한 데이터 유실을 최소화 할 수 있어야 한다.

(2) 다른 시스템과의 호환성을 높일 수 있는 시스템

농업용 혹은 비농업용 표준을 준수하여 다른 시스템과 호환성을 높일 수 있도록 하며, 특히 국가 정보시스템의 OpenAPI를 적극 활용할 수 있어야 한다.

(3) 기능의 확장이 가능한 시스템 (플랫폼)

하나의 시스템 개발사에 의한 기능은 제한적일 수밖에 없기 때문에 타 제작사에 의한 기능 추가가 가능해야 하며, 이를 위해 시스템 내부데이터를 타 제작사에 개발한 시스템에서 연동할 수 있어야 한다.

표 14 농업정보시스템의 문제점

문제점	원인	레퍼런스
유지보수가 어려움	PC 기반의 시스템 지방에 위치한 지리적 특징 낮은 컴퓨터 관리 능력	Nikkilä et al., 2010; Kwon et al., 2014
낮은 상호 연동성	개별 프로토콜 및 인터페이스 표준 준수 미흡 (ISO 11783, OGC Standard)	Nash et al., 2009; Pesonen et al., 2008; Steinberger et al., 2009
특정 영역에 특화된 기능	전체 농작업의 범위가 넓음 MIS, ERP, 온실자동화	Nikkilä et al., 2010
높은 비용	다양한 센서 및 액추에이터 필요 투자대비 수익 불확실	Nash et al., 2009
사용할 시간의 부족	육체노동시간으로 인한 정보처리 작업시간 부족	Interview, 2012
농업정보시스템에 대한 낮은 인식	홍보 부족 및 제공 정보에 대한 필요성을 느끼지 못함	Kwon et al., 2014
교육의 문제	농장주가 대부분 고령 대상 농가들이 지방에 산재해 있어 공동 교육이 어려움	Nikkilä et al., 2010; Kwon et al., 2014

2. uFarm 클라우드 설계

가. OFIS 시스템의 컨셉 및 모듈 설계

(1) 연구개요

농업의 관리 부분은 정밀 농업기술의 발달과 대형 농장의 증가, 농작업 기계의 공동 사용 등의 이유로 점차 복잡해져왔다 (Steinberger et al., 2009). 농업관리정보시스템 (FMIS)는 이러한 복잡성을 해소시켜줄 수 있는 대안으로, 농업 데이터의 수집, 처리, 저장, 분배를 통해 농가에 필요한 적절한 작업 수행할 수 있도록 정보를 제공하는 역할을 담당한다 (Sørensen et al., 2010). 하지만 위에서 살펴본 바와 같이 몇 가지 중요한 문제점을 가지고 있다. 본 연구에서는 농장관리정보시스템의 관리문제, 상호연동성 문제, 기능의 확장 문제를 해결할 수 있는 노지과수생장관리시스템의 개념 설계를 수행하였다. 본 연구에서 개발한 노지과수생장관리시스템의 명칭은 OFIS (Open Farm Information System)으로 명명되었다. 노지과수를 중심 대상으로 시스템이 개발되기는 하였으나 개념설계에서는 다른 작물에 대한 고려도 되었으며, 범용적인 사용이 가능하도록 설계하고자 하였다.

(2) 연구수행방법

(가) 주요 기술에 대한 정리

① 클라우드 컴퓨팅

미국국립표준기술연구소(NIST)의 정의에 따르면, 클라우드 컴퓨팅은 언제 어디서든, 간편하게, 요청에 의해서 최소한의 관리 노력과 최소한의 서비스 제공자와의 상호 작용에 의해 빨리 준비되고 배포되는 설정 가능한 공유 컴퓨팅 자원 (네트워크, 서버, 스토리지, 어플리케이션, 서비스) 풀에 네트워크 접근을 가능하게 하는 모델이다 (Mell and Grance, 2011). 간단히 정리하면 인터넷에 있는 가상의 컴퓨터를 활용한다는 개념이다. 따라서 클라우드 컴퓨팅 기술을 활용하면 농가에 설치된 데스크탑 컴퓨터를 클라우드내의 가상 컴퓨터로 대체하는 것이 가능하며, 이는 농업인이 데스크탑 컴퓨터를 관리할 필요가 없음을 의미한다.

② 임베디드 시스템

임베디드 시스템은 특정 목적을 위해 동작하는 마이크로 프로세서 기반의 작은 컴퓨팅 시스템이다. 초소형 컴퓨터라고도 볼 수 있는데, 처리 능력은 데스크탑 컴퓨터에 비해 많이 부족하지만 적은 전력을 소모하여 특정 기능을 수행하는데 최적화 될 수 있다. 집에서 흔히 사용하는 무선공유기, 셋탑박스등이 임베디드 시스템의 구체적인 예이며, 임베디드 시스템의 경우 전원 연결에 거부감이 없고, 직접 수리하지 않고 교체하여 사용한다는 인식도 있기 때문에 농가의 관리 부담을 경감시킬 수 있는 기술이다.

(3) 연구수행 내용 및 결과

(가) 개념적 구조

OFIS의 기본적인 개념은 하나의 가상머신이 하나의 농장을 책임진다는 것이다. 농장관리를 위한 모든 기능은 클라우드에 생성된 가상머신중 하나가 전담을 하며, 해당 가상머신에는 자체 데이터베이스, 자체 웹서버, OFIS의 서비스들이 설치 운영된다. 그림 49는 OFIS의 개념적 구조도를 보여준다.

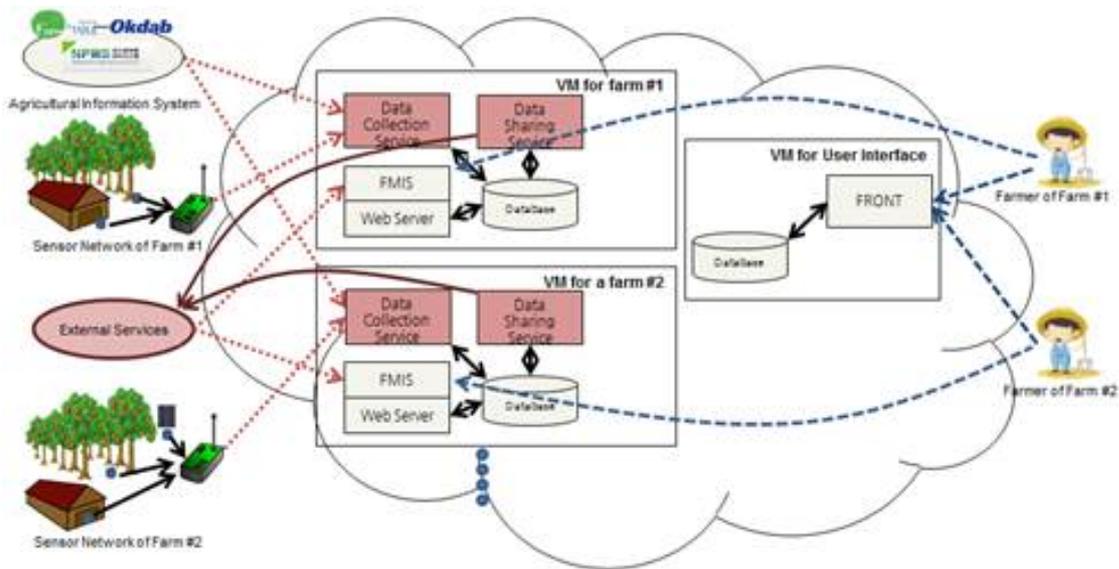


그림 49 OFIS의 개념적 구조도

농장관리에 필요한 다양한 데이터들이 존재할 수 있다. 그것은 농장에 설치된 센서네트워크로부터 발생한 것 (기상데이터, 저장고내 환경데이터 등) 일 수도 있고, 농업정보시스템에서 제공하는 것 (기상 예보, 과수 가격정보, 병해충 정보 등) 일 수도 있고, 타 업체에서 제공하는 가공된 정보 (저장고내 감모율 예측, 개화기 예측 등) 일 수도 있다. 이러한 정보는 데이터 수집 서비스 (OFIS BEE라 명명됨)에 의해 자동적으로 수집되며 각각의 농장을 담당하는 가상 머신에서 독자적으로 처리된다.

노지과수생장관리시스템은 위에서 수집된 데이터를 기반으로 동작하게 되는데, 본 연구에서는 이를 OFIS FMIS 라 명명하였다. OFIS FMIS는 웹서버를 기반으로 동작하는 웹서비스로 PC환경 혹은 모바일 환경에서 모두 접속하여 동작할 수 있도록 한다. 노지과수생장관리시스템은 농가별로 구성되기 때문에 시스템을 사용하는 사용자들이 공통적으로 접근할 수 있는 일종의 로비와 비슷한 웹사이트(OFIS FRONT라 명명됨)를 구성하도록 한다. 농업인은 OFIS FRONT로 접속하여 로그인을 수행하고, 본인의 농장정보를 얻기 위하여 OFIS FMIS로 이동하게 된다.

(나) 기능적 구조

OFIS는 농장관리를 위한 데이터 처리를 위해 그림 50과 같이 다양한 기능을 제공한다. 이미 설명한 바와 같이 OFIS는 2개의 사용자 인터페이스 (OFIS FRONT, OFIS FMIS)를 제공한다. OFIS FRONT는 OFIS 시스템에 대한 소개, 시스템 공지사항, 질의 응답, 전문가 화상회의, OFIS FMIS로의 진입 통로의 기능을 수행한다. OFIS FMIS는 농장관리를 위한 기본 농장정보관리, 환경 모니터링, 작업 관리, 재정 관리 등의 기능을 수행한다. (개별 기능에 대한 설명은 부록 2를 참조한다.)

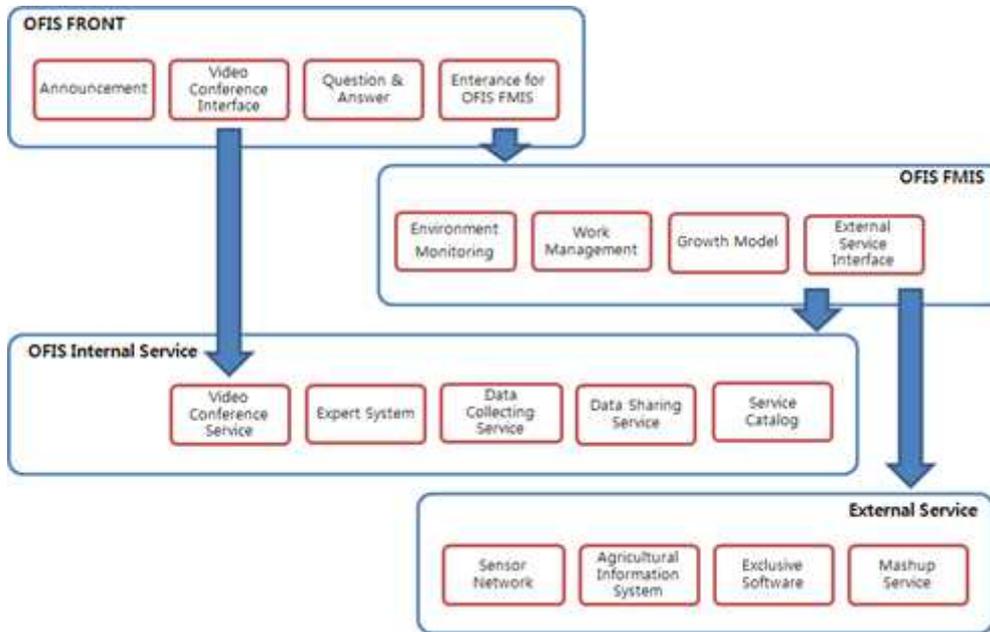


그림 50 OFIS의 기능적 구조도

두 개의 사용자 인터페이스 이외에도 OFIS는 내부 서비스와 외부 서비스의 기능을 수행할 수 있다. 내부 서비스는 전문가 화상회의 서비스, 전문가 시스템 (작업 추천, 개화기 예측 등), 데이터 수집 서비스, 데이터 공유 서비스, 외부 확장 서비스를 위한 카탈로그 서비스 등이 있다. (화상회의 서비스는 (주) 엘림넷에서 제공하는 상용 프로그램을 사용했으며, 현재 설치된 버전은 10명까지의 동시접속자를 보장하며, 전자철판, 파일공유, 화상저장 등의 기능을 수행할 수 있다.) 전문가 시스템은 제 2 세부의 연구 영역으로 OFIS 시스템에서는 내부 서비스의 영역에 포함된다. 데이터 수집 서비스는 농가의 센서 네트워크에서 수집되는 정보, 농업정보시스템에서 OpenAPI로 제공되는 정보, 그 외의 개발자 혹은 개발사에서 제공하는 정보들을 수집할 수 있는 서비스이다. 데이터 공유 서비스는 하나의 가상머신에서 관리되는 농장 내부 데이터들에 대한 접근을 지원하는 서비스로, 농장주의 동의하에서만 구동이 가능하다. 외부 확장 서비스는 타 개발사에서 개발한 서비스가 OFIS를 통해서 서비스 되는 것을 의미한다. 외부 확장 서비스 카탈로그 서비스는 이러한 외부 확장 서비스들을 관리하고, 서비스를 연계해주는 마켓플레이스로의 역할을 담당한다.

마지막으로 외부 서비스는 실제적으로 OFIS의 관리 대상이 아니지만 연동 가능한 서비스들에 대한 리스트로, 센서네트워크, 농업정보시스템, 특정업체의 소프트웨어 및 메쉬업 서비스 등이 될 수 있다.

(라) OFIS 클라우드 서비스 모델

OFIS 는 클라우드 컴퓨팅 기술을 기반으로 하고 있기 때문에, 클라우드 서비스 모델에 기반하여 전체 구조를 설계하였다. 클라우드 서비스 모델은 Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS), and Software as a Service (SaaS)의 세 가지가 있다. 그림 51은 OFIS의 클라우드 서비스 모델을 표현한 것이다. 맨 아래층은 클라우드를 구성하는 실제 하드웨어인 서버들의 집합이고, 맨 위층은 사용자가 OFIS 시스템을 사용하

면서 접할 수 있는 인터페이스를 의미한다.

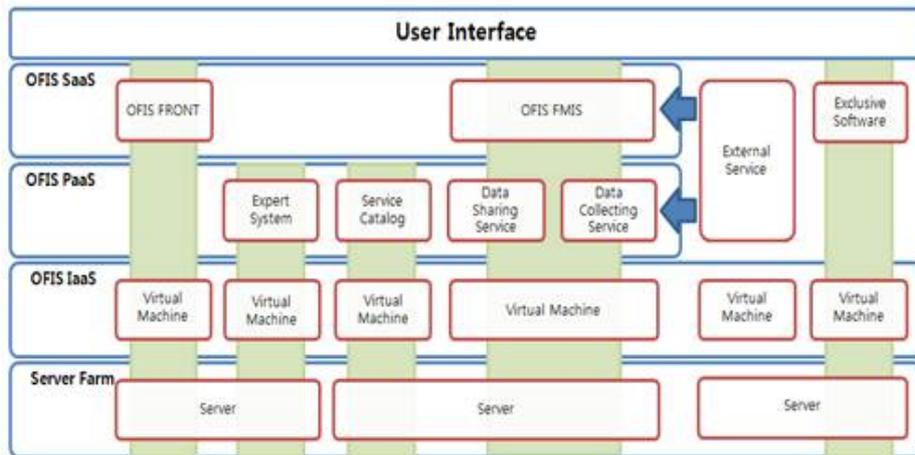


그림 51 OFIS의 클라우드 서비스 모델

① OFIS Infrastructure as a Service (IaaS)

OFIS IaaS 층은 클라우드 서버에 구성된 가상머신 환경을 의미한다. OFIS를 구성하는 모든 소프트웨어들(화상회의 솔루션 제외)은 OFIS IaaS 층에서 제공하는 가상머신위에서 구동된다. IaaS 층위에서 OFIS PaaS를 구동하는 것을 기본 모델로 한다. 하지만 외부 개발사가 OFIS 외부 확장 서비스를 IaaS에서 제공하고자 하는 경우 IaaS 활용이 가능하다. 극단적인 경우에 사용자가 직접 OFIS IaaS에 사용자가 사용하고자 하는 프로그램을 설치하여 운영할 수 있으나 시스템 보안과 관리상의 문제로 지원하지 않는 것으로 한다.

② OFIS Platform as a Service (PaaS)

OFIS PaaS 층은 OFIS내에서 컴퓨팅 플랫폼 환경을 제공하는 역할을 수행한다. 컴퓨팅 플랫폼 환경이란 운영체제를 포함한, 소프트웨어 실행환경 및 데이터베이스를 의미한다. 이 환경위에서 프로그래머는 소프트웨어를 개발하고 실행할 수 있다. 즉 OFIS PaaS는 OFIS 소프트웨어가 구동될 수 있는 환경을 제공하는 것을 의미하며, 클라우드 서버내에서 데이터를 관리하는 역할을 주요 업무로 한다. 실질적인 OFIS PaaS의 기능은 데이터의 수집과 공유를 의미하며, 나아가 외부 확장 서비스와의 연동을 포함한다.

③ OFIS Software as a Service (SaaS)

마지막 서비스 모델은 OFIS SaaS 이다. SaaS는 사용자가 직접 사용하는 소프트웨어를 서비스로 제공하는 것을 의미하는 용어이다. OFIS SaaS에서도 OFIS Front와 OFIS FMIS를 사용자가 사용할 수 있도록 제공하고 있다. 그림 51에도 나타나 있듯이 한 농가를 위해서 하나의 가상머신에서 데이터 수집 서비스, 데이터 공유 서비스, OFIS FMIS를 동시에 운영한다.

(마) 기타

구체적인 OFIS 설계관련 문서는 부록 1에 첨부되어 있다.

나. 센서 데이터의 자료구조

(1) 연구개요

USN(Ubiquitous Sensor Network) 시스템이 농업 분야에 접목되면서 수많은 센서들 및 시스템이 노지환경 및 저장고환경 측정에 이용되고 있다(Wang et al., 2006; 전문장 et al., 2009). 하지만 그 데이터의 구조나 타입, 저장방법등이 상이하여 센서데이터의 자료를 다루는 것이 쉽지 않은 실정이다. Steinberger et al. (2009)는 농업용으로 사용되는 데이터가 문자, 숫자, 이미지, 동영상 등 다양한 형태의 포맷으로 저장될 수 있고, 이에 접근하는 인터페이스도 서로 다르다는 점을 지적하였다. 또한 데이터의 종류도 기상데이터, GPS 데이터, 농약 및 비료 살포데이터, 가격변동정보, 생산기술정보, 유통정보 등으로 다양하다고 하였다. 그리고 이러한 정보들은 정밀 농업기술의 발달과 대형 농장의 증가, 농작업 기계의 공동 사용 등의 이유로 점차 복잡해질 것이다.

따라서 이들 정보의 통합을 위해서 공동의 인터페이스를 공유하는 것이 중요하다. Ninomiya et al. (2002)는 이종의 기상정보 데이터베이스에 접근하는 것은 그것들이 서로 다른 포맷과 접속 방법을 가지고 있기 때문에 어렵다고 하였다. Steinberger et al. (2009)는 현재 존재하고 있는 많은 시스템 들이 여러 가지 데이터 구조와 접근 인터페이스들을 생산해내고 있다고 지적하였다. Neményi et al. (2003)는 읽을 수 있는 데이터를 포함한 텍스트 파일을 사용하는 것이 특정한 소프트웨어를 사용해서 읽어야 하는 바이너리 파일을 사용하는 것보다 통합에 유리하다고 보았다.

(2) 연구수행방법

(가) 데이터 추상화

센서 데이터의 자료구조를 정의하기 위해서 데이터의 추상화가 필요하다. 데이터의 추상화는 현실세계의 사물을 개념화, 단순화 하고 데이터적인 측면과 기능적인 측면으로 분리 정의하여 데이터에 대한 조작을 효과적으로 수행할 수 있는 수단을 제공해 주는 작업 또는 기능을 의미한다. 데이터 추상화의 목적은 프로그램 측면에서 보면 데이터 독립성과 프로그램-연산 독립성을 보장하는 것이고, 데이터 모델 측면에서 보면 사용자들에게 저장소 구조의 자세한 내용 및 세부 처리과정은 숨기고 개념적인 뷰만을 제공하는 것이다. 마지막으로 데이터베이스 측면에서 보면 독립성유지에 목적이 있다.

(나) 센서 데이터의 특징

센서 데이터는 크게 2 종류로의 정보로 구분할 수 있다. 하나는 센서를 설명할 수 있는 상세 정보이고, 다른 하나는 센서에서 측정된 측정 정보이다.

상세 정보는 센서를 설명할 수 있는 개별 정보를 모두 포함한다. 센서의 종류, 타입, 모델, 제조사, 설치 위치 등이 모두 센서를 설명할 수 있는 데이터라고 할 수 있다. 이러한 상세 정보는 센서 스펙과 설치정보의 두 가지로 나눌 수 있다. 동일한 스펙을 가진 다수의 센서가 있을 수 있지만, 특정 설치정보를 가진 센서는 하나만 존재하게 된다. 예를 들어 센서의 타입, 모델, 제조사, 분해능 등은 센서의 스펙정보에 해당하고, 센서의 아이디, 설치 위치, 연결된 센서 시스템 등은 설치 정보에 해당한다. 센서의 측정 정보로는 측정 시간, 측정치

등이 해당된다.

이러한 구분은 다른 시스템에서도 크게 차이가 없다. 예를 들어 OGC의 표준에서도 이 두 가지 센서 데이터를 구분해서 전송할 수 있도록 규정하고 있다. 센서의 상세정보에 해당하는 정보는 Sensor Model Language (SensorML) 혹은 Transducer Markup Language (TML)을 사용하여 표현하도록 하고 있고, 센서의 측정정보는 Observations and Measurements (O&M)을 사용하여 표현하도록 하고 있다 (Na and Priest, 2007). 또한 Sensor Observation Service 표준에 따르면, 센서의 상세정보는 DescribeSensor 명령에 의해, 센서 측정정보는 GetObservation 명령에 의해 전송되도록 하고 있다 (OGC, 2012).

(3) 연구수행 내용 및 결과

(가) 센서 설치정보의 구조

OFIS는 다수의 센서시스템을 포함할 수 있는 구조를 가져야 한다. 하나의 센서 시스템은 한 개 이상의 센서노드로 구성될 수 있다. 또한 하나의 센서노드는 하나 이상의 센서로 구성될 수 있다. 그림 52에 간단한 센서시스템의 구조를 보이고 있다. 임의의 노지 환경 모니터링을 위한 센서 시스템은 두 개의 센서노드를 가지고 있는데, 하나의 센서노드에는 온도 센서와 습도센서가 들어있고, 다른 하나의 센서노드에는 일사량센서가 들어있다.

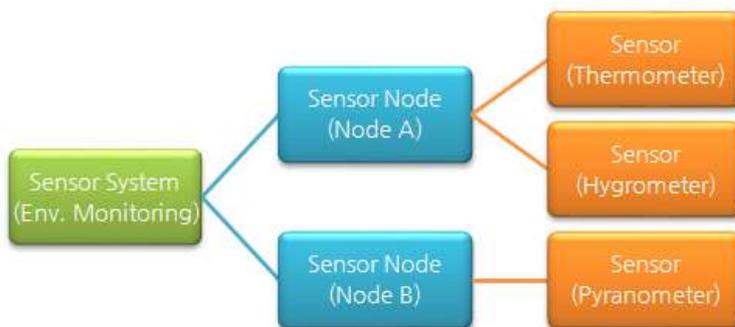


그림 52 센서 설치 정보의 구조

여기서 임의의 한 센서노드에 연결될 수 있는 센서의 종류 및 개수는 시스템에 따라 가변적일 수 있기 때문에, 동적인 구성이 가능하도록 하였다. 다만, 하나의 센서노드에 동일한 센서가 포함될 수는 없는 것으로 가정하였다.

(나) 센서정보 저장을 위한 데이터베이스 설계

센서시스템의 구조와 센서측정치를 위한 데이터베이스를 그림 53과 같이 설계하였다. sensorsystem 테이블에는 센서 시스템의 정보가 sensornodes 테이블에는 센서 노드들의 정보가, sensors 테이블에는 센서들의 정보가 각각 저장된다. 하나의 센서노드는 하나 이상의 센서를 포함할 수 있는 구조로 되어 있으며, 하나의 센서노드는 동일한 위치에 설치되기 때문에 설치 위치값을 갖는다. 여기서 중요한 컬럼은 tablename 컬럼인데, 센서노드가 다수의 센서를 가질수 있기 때문에 측정치 저장을 위한 동적인 테이블 구성이 필요하다. 즉 tablename은 해당 센서노드를 위한 데이터 저장테이블 이라고 볼 수 있다. 여기서 센서는

sensortype 과 매칭이 되는데, sensortype은 센서의 이름, 센서의 측정 대상, 단위, 측정값의 데이터 타입을 저장하고 있는 테이블이다. 여기서 센서의 측정 대상에 해당하는 target 이 특정 센서노드의 측정치 테이블에서 해당 센서의 측정치에 해당하는 컬럼이다.

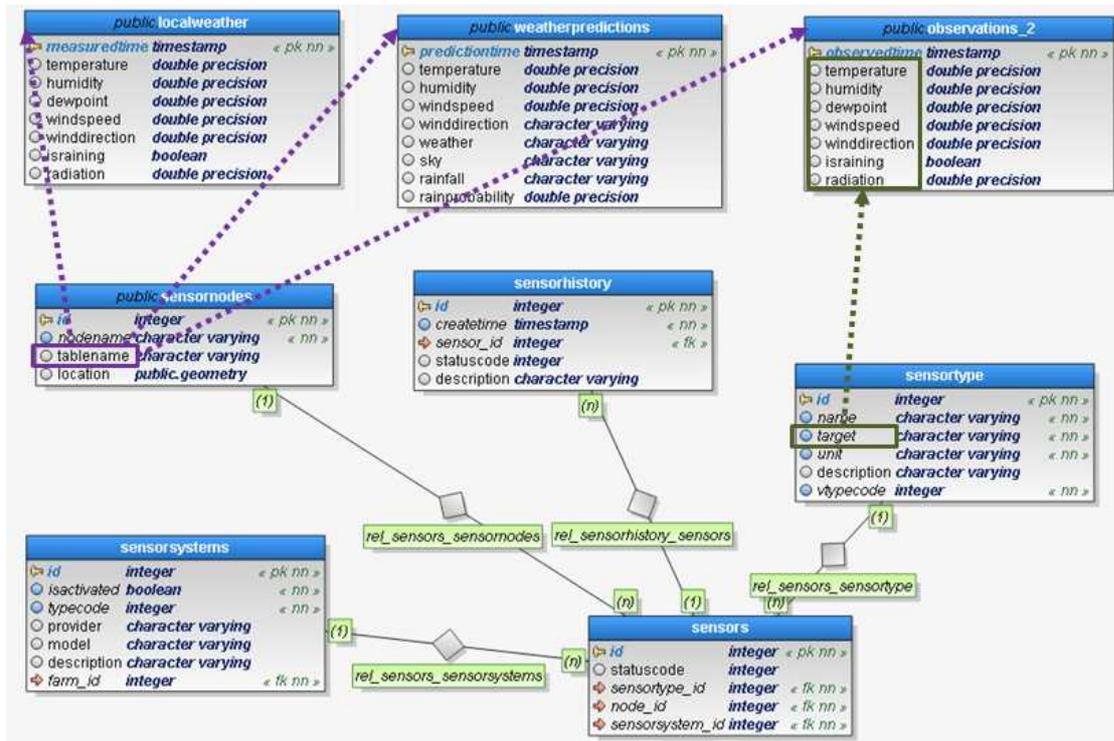


그림 53 센서정보 저장을 위한 디비스키마

그림 53의 예를 들어 설명할 수 있다. 한 농가에 소형 기상대가 하나 설치되어 있고, 해당 기상대에는 온도 센서, 습도 센서, 이슬점 센서, 풍속계, 풍향계, 강우계, 일사량계가 설치되어 있다고 하자. 여기서 하나의 기상대에 다수의 센서가 설치된 형태이므로 기상대가 하나의 센서 노드가 되고, 그 센서노드에 7개의 센서가 포함된 형태가 된다. 각각의 측정대상 (target)값은 temperature, humidity, dewpoint, windspeed, winddirection, israining, radiation에 해당하는 값이고, 공통값으로 측정 시간에 해당하는 observedtime이 있는 localweather 라는 테이블이 생성된다. 이 테이블의 이름은 기상대 센서노드의 레코드의 tablename에 'localweather'로 저장된다.

다. OFIS 서비스 설계

개별 서비스들의 설계에 대한 내용은 4장의 “uFarm 클라우드 서비스 개발” 파트에서 다루도록 한다.

3. uFarm 클라우드 인프라 구축

가. 클라우드 서버팜 구축

(1) 연구개요

최근 클라우드 시스템과 함께 빅데이터에 대한 관심이 높아지고 있다. 일반적으로 빅데이터라고 하면 기존 데이터베이스 관리도구의 데이터 수집, 저장, 관리, 분석의 역량을 넘어서는 대량의 데이터 셋(set)으로, 스마트 단말 및 소셜미디어 등의 다양한 정보채널 등장으로 생산, 유통되는 기하급수적으로 증가되는 데이터를 의미한다. 또한 빅데이터는 그 형태에 의해서도 분류될 수 있다. 일반적으로 고정된 필드에 저장된 데이터인 정형 데이터 보다는 고정된 필드는 아니지만 스키마를 포함하는 반정형 데이터(XML, HTML 등) 나 고정된 필드에 저장되어 있지 않은 비정형 데이터(GIS 정보, 텍스트, 이미지, 동영상 등) 이 빅데이터의 일반적인 형상이다.

클라우드 컴퓨팅은 인터넷 환경에 기반을 둔 기술로 1960년대 미국의 컴퓨터 학자인 존 맥카시가 “미래의 컴퓨팅 환경은 공공시설을 사용하는 것과도 같을 것이다.”이라고 언급한 개념에서 출발한다(Foster et al., 2008). 초기의 클라우드라는 용어는 데이터 통신을 위한 가상사설네트워크 사업자들이 사용한 용어였다 (Kaufman, 2009). 현재의 클라우드 컴퓨팅은 서버와 네트워크 인프라스트럭처 전반을 지칭하는 용어로 확대되었다 (Jadeja and Modi, 2012). 현재 구글, 마이크로소프트, 아마존, KT, SKT등 다양한 기업에서 클라우드 서비스를 제공하고 있으며, 클라우드 컴퓨팅은 빅데이터 처리를 위한 중요한 환경으로 자리매김하고 있다.

최근 농장관리정보시스템에 클라우드 컴퓨팅 기술을 적용하려는 움직임이 있다. 이는 크게 네가지 장점을 갖는다(Yang et al., 2012). 첫번째는 상대적으로 저렴한 비용과 어디서든 접근할 수 있다는 장점이다. 두번째는 클라우드 컴퓨팅 기술이 다양한 형태의 대용량 데이터를 처리할 수 있는 고성능 컴퓨터를 제공한다는 것이다. 농업데이터는 기상정보, 토양정보등 다양한 농업정보를 포함하는 대용량 데이터이므로 이러한 장점은 중요하다. 세번째는 서버관리의 책임이 농가에 있지 않고, 관리를 위한 학습이 필요하지 않다는 점을 들 수 있다. 네번째로는 관리가 잘 되고 있는 클라우드 시스템내에 데이터가 저장되게 되므로 농업인이 직접 관리하는 데이터에 비해 더 높은 수준의 보안 레벨을 유지할 수 있다. 본 연구에서는 클라우드 컴퓨팅기술 중 한가지인 가상머신기술을 활용하여 기존에 Stand-alone 타입으로 동작하고 있는 농업관리정보시스템을 개선하는 방법을 제안하고자 한다.

(2) 연구수행방법

(가) 가상화

가상화란 서버나 단일 컴퓨터상에 여러 독립적인 OS를 설치하고 동시에 운영할 수 있는 시스템을 구성하는 것이라고 할 수 있다. 이는 이전과는 달리 새로운 방식으로 기업의 비용을 절감하고, 시스템의 가용성을 높이고, 유연한 운영을 할 수 있게 해주는 특징이 있다. 클라우드에서의 가상화란 하나의 컴퓨터를 여러 대의 또 다른 컴퓨터로 보이게 한다는 뜻이다. 반대로 수많은 컴퓨터를 하나의 컴퓨터처럼 보이게 한다는 의미도 있다.

① 가상화 구축 기술

가상화 프로젝트로 Bochs, QEMU, VMware, KVM, Xen, UML 등이 있다. 지원하는 기술적인 특성 뿐만 아니라 가격이나 성능에도 차이가 있는 것으로 알려져 있다.

Bochs는 x86 컴퓨터 시뮬레이터로 x86, PowerPC, Alpha, SPARC 등을 포함한 다양한 플랫폼에서 실행되며, 프로세서 뿐만 아니라 키보드, 마우스 등 여러 다른 주변기기를 포함해 전체 시스템을 시뮬레이션 한다.

QEMU는 전체 시스템 에뮬레이션 모드와 사용자 모드 에뮬레이션 모드를 지원한다. 전체 시스템 에뮬레이션 모드는 Bochs와 비슷하며, 동적변환 기능으로 속도가 빨라 다른 OS등을 설치할 수 있다. 사용자 모드 에뮬레이션은 리눅스에서만 사용할 수 있으며 이 모드에서는 다른 아키텍처용 바이너리도 지원한다.

VMware는 전가상화를 이용하여 만든 상용솔루션으로 하이퍼바이저가 추상레이어로 게스트OS와 하드웨어 사이에 위치하는데, 이러한 추상레이어 덕분에 게스트OS들이 실제 하드웨어를 사용하는 것처럼 동작한다. 따라서 OS 수정없이 설치 및 사용이 가능하다.

KVM은 리눅스 커널 2.6.20부터 등장하여 최근에는 리눅스 커널에 기본적으로 탑재되어 배포되고 있다. 전가상화방식의 솔루션이며 단일 PC혹은 서버에서 동일한 유형의 여러 OS를 설치 및 운영할 수 있다.

Xen은 반가상화 방식을 이용한 오픈소스솔루션이다. 반가상화이기 때문에 OS의 커널을 수정해야 사용할 수 있지만 성능은 실제 단일 시스템으로 구성된 것 만큼 우수하다.

② 가상화의 장점

현 시점에서 가상화 기술은 다양한 장점을 가지고 있다. 첫번째 장점은 자원의 효율적인 활용이다. 현재의 하드웨어는 하나 이상의 작업을 수행할 수 있을 만큼 빨라졌고, 여분의 자원도 가지고 있다. 사용되지 않던 여분의 자원이 가상화를 통해 활용될 수 있다.

두번째 장점은 마이그레이션이 쉽다는 것이다. 운영되고 있던 서버에서 문제가 발생했을때, 일반적인 방식으로 서비스를 복구하기 위해서는 서버를 구매하고, 운영체제 및 프로그램을 설치하는 일련의 과정과 시간이 필요하다. 하지만 가상화된 서버에서의 운영인 경우 가상서버 이미지를 중복으로 유지하기만 하면 된다.

세번째 장점은 전력사용량을 낮추는 장점이다. 일반적인 환경에서는 특별히 바쁘지 않은 서버도 켜진상태로 과워를 소비해야한다. 하지만 다수의 서버들을 몇몇대의 호스트에서 실행되는 가상머신들로 통합하면 바쁘지 않은 시간대에 상당히 많은 파워소비를 줄일 수 있다.

③ 가상장치드라이버

특별한 장치 드라이버로 가상 장치 드라이버가 있다. 마이크로소프트 윈도가 설치된 컴퓨터

에서 MS-DOS 프로그램을 돌린다는지, Xen 호스트와 같은 게스트 운영 체제를 실행하는 것과 같은, 가상화 환경에서 쓰인다. 하드웨어와 대화하기 위해 게스트 운영 체제를 사용하는 대신, 가상 장치 드라이버를 사용하여 하드웨어의 일부를 가상으로 구현(emulate)한다. 이리하여 가상 머신 안에서 돌아가는 게스트 운영 체제와 시스템 드라이버들은 실제 하드웨어를 받아들인 것처럼 동작하게 만드는 것이다.

(나) 분산저장환경에 대한 검토

대규모 데이터 서비스를 위한 분산 컴퓨팅 플랫폼은 분산 환경에 대한 모니터링 및 스케줄링을 제공하는 클러스터 관리 시스템의 지원 하에 대규모 데이터 저장을 위한 분산 파일 시스템 기술, 대규모 데이터 검색 및 변경을 지원하는 분산 데이터 저장 관리 기술, 대규모 데이터 분석 처리를 지원하기 위한 분산 병렬처리 및 분석 기술 등이 통합되어 활용되고 있다 (이미영, 2009).

분산 파일 시스템 기술은 네트워크상에 분산된 하드웨어들을 클러스터로 구성하여 대용량의 저장 공간과 빠른 입출력 성능을 제공하며 시스템 확장이 요이하고 장애에 대한 대응능력이 좋은 특징이 있다. Ceph, GlusterFS, Google File System, Hadoop Distributed File System, OASIS 등이 대표적인 분산 파일 시스템이다. Ceph는 캘리포니아 대학에서 개발하고 있는 프로토타입수준의 객체기반 클러스터 파일 시스템이다. GlusterFS는 Z RESEARCH Inc.에서 개발되고 있는 클러스터 응용 플랫폼으로 클러스터 파일시스템인 GlusterFS, 고성능 컴퓨팅 클러스터를 구성할 수 있는 GlusterHPC, 시스템 프로비저닝과 플랫폼 관리를 제공하는 GlusterEP가 포함되어 있다. Google File System은 구글의 대규모 클러스터 서비스 플랫폼의 기반이 되는 파일시스템으로 클라이언트, 마스터, 청크 서버들로 구성된다. Hadoop Distributed File System은 아파치 프로젝트로 진행되는 오픈소스 프레임워크이다. OASIS는 한국전자통신연구원 저장시스템 연구팀에서 개발한 객체기반클러스터 파일 시스템으로 FM, MDS, OST로 구분되는 3개의 서브시스템으로 구성되는 특징이 있다 (김영철 외., 2007).

분산 파일 시스템의 상위에 동작하는 분산 구조 데이터 저장시스템은 기존 데이터베이스의 확장성 문제와 비용문제 등을 해결하고자 등장하였다. 기존 데이터베이스는 성능을 높이고 싶을 때 스케일 아웃 방식이 아닌 스케일 업 방식으로만 확장이 가능하여 더 높은 성능의 하드웨어를 요구하게 된다. 일반적으로 하드웨어의 성능이 높아지면 가격은 기하급수적으로 올라가기 때문에 스케일 업 방식의 확장은 높은 비용 대가를 요구한다. 반면 분산 구조 데이터 저장시스템은 분산 파일 시스템위에서 동작하기 때문에 새로운 하드웨어를 추가하는 것만으로 스케일 아웃방식의 확장이 가능하게 되어 손쉬운 확장과 저렴한 비용이라는 장점을 갖는다. 구글은 Bigtable이란 분산 저장관리시스템을 개발하였고, 아마존에서는 Dynamo, 야후에서는 PNUTS등을 개발하였다. Hbase는 구글의 Bigtable을 모방하여 개발되고 있는 오픈소스 분산 데이터 저장환경이다 (이미영, 2009).

(3) 연구수행 내용 및 결과

(가) 하드웨어 구성

가상화된 클라우드 시스템을 구성하기 위하여 필요한 하드웨어로 4대의 호스트 서버를 준비하였다. 이 하드웨어는 이미 구성된 분산 데이터 저장 프레임워크와 함께 연결되었다.

표 15 uFarm 클라우드 서버팜 하드웨어 구성

Type	Usage	Model/Vendor	Etc.
Server	Namenode	Power Edge R210II /Dell	Active/Ready
Server	Datanode	OptiPlex 9010SF /Dell	Parallel
Server	Hadoop Manager	OptiPlex 9010SF /Dell	
Server	XenServer	OptiPlex 9010SF /Dell	
Storage	Storage of	Power Vault	
Firewall	Network Security	Cisco ASA5505	/ Port Forwarding
Hub	Private Network	V1410-16G HP	/
Hub	Public Network	V1410-16G HP	/

가상화된 클라우드시스템은 공용네트워크로 구성하여 방화벽을 통해 인터넷 접근이 가능하도록 구성하였다. 분산데이터저장환경은 가상머신을 통해서만 접근이 가능하도록 구성하여 보안기능을 더 강화하였다.

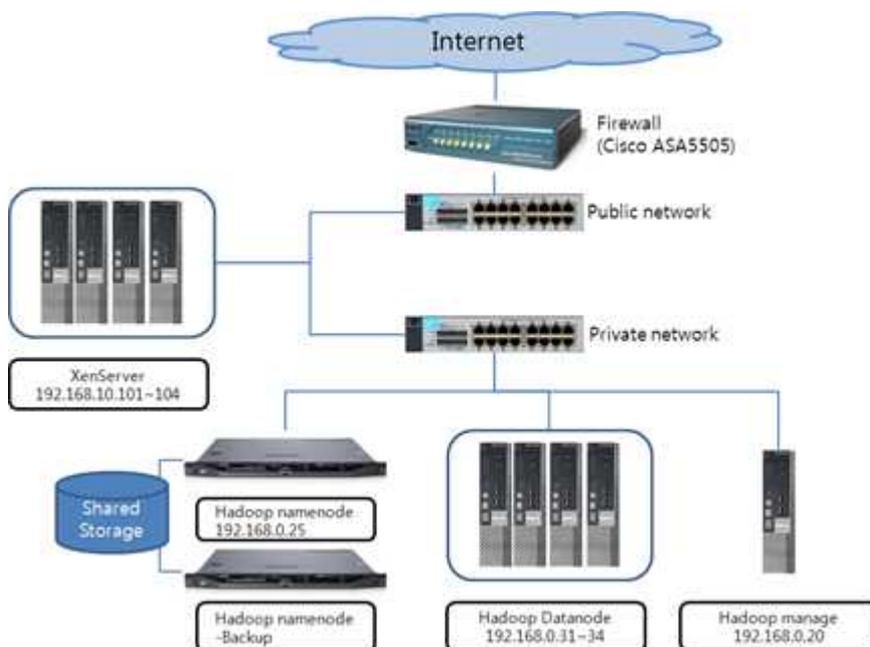


그림 54 uFarm 클라우드 서버팜의 네트워크 구성

(나) 분산데이터클러스터 구성

Hadoop을 사용하기 위해서는 MapReduce와 HDFS만 구성하면 된다고 할 수 있다. 하지만 Hadoop은 Hbase, Zookeeper 등의 서브프로젝트들과 함께 사용되어야 편리하고 생산성이 높다. 클라우드라의 CDH는 Hadoop과 서브프로젝트를 호환성을 유지하면서 쉽게 설치할 수 있도록 제공되는 배포판이다. 클라우드라는 Hadoop을 만든 멤버 중 한 명인 더크커팅이 만든 회사로 최고의 클라우드 컴퓨팅기업중 하나이다. 사실망에는 클라우드라의 CDH 기반의 분산데이터처리시스템이 설치되었다.

Hadoop은 간단한 결합 모델을 가지고 있어 한번 쓰고 여러 번 읽는 모델에 적합한 구조이다. 즉 데이터가 한번 작성되고 나면 바뀔 필요가 없는 경우에 적합하다. 노지 환경 센서네트워킹에서 수집된 정보는 한번 수집되면 변경될 이유가 없는 데이터이므로 Hadoop을 사용하여 데이터를 저장하는 것은 적절한 방법이라고 할 수 있다. 또한 Hadoop은 하드웨어 오동작에 대한 대응이 매우 좋다. 클러스터를 구축하는 하드웨어 수가 많아지면 그 중에 일부 하드웨어가 오동작하는 것은 예외 상황이 아니라 항상 발생하는 일인데, Hadoop은 이런 상황에서 자동으로 복구하는 기능을 가지고 있다.

HBase는 Hadoop 기반 칼럼 데이터베이스로 알려져 있다. Key-Value 형태로 저장하면서 다차원 칼럼이 하나의 테이블이 되는 구조로 고성능을 위해서 설계된 구조이기 때문에 2차원 형태의 일반적인 RDBMS에 비해 USN 센서데이터 처리에 장점을 갖는다. 또한 HBase의 가장 큰 장점은 대량의 데이터를 분산된 환경에서 관리하면서도 데이터의 일관성을 보장해 주는 것이기 때문에, 다수의 USN 센서를 결합하더라도 성능의 문제가 없을 것으로 기대된다.

(다) 가상화 솔루션의 도입

클라우드 서비스의 기반이 되는 기술을 가상화 기술이라고 할 수 있다. 가상화란 서버나 단일 컴퓨터상에 여러 독립적인 OS를 설치하고 동시에 운영할 수 있는 시스템을 구성하는 것이라고 할 수 있다. 이는 이전과는 달리 새로운 방식으로 기업의 비용을 절감하고, 시스템의 가용성을 높이고, 유연한 운영을 할 수 있게 해주는 특징이 있다. 클라우드에서의 가상화란 하나의 컴퓨터를 여러 대의 또 다른 컴퓨터로 보이게 한다는 뜻이다. 반대로 수많은 컴퓨터를 하나의 컴퓨터처럼 보이게 한다는 의미도 있다.

가상화 구축 기술로는 Bochs, QEMU, VMware, KVM, Xen, UML 등이 있다. 지원하는 기술적인 특성뿐만 아니라 가격이나 성능에도 차이가 있는 것으로 알려져 있다. Bochs는 x86 컴퓨터 시뮬레이터로 x86, PowerPC, Alpha, SPARC 등을 포함한 다양한 플랫폼에서 실행되며, 프로세서뿐만 아니라 키보드, 마우스 등 여러 다른 주변기기를 포함해 전체 시스템을 시뮬레이션 한다. QEMU는 전체 시스템 에뮬레이션 모드와 사용자 모드 에뮬레이션 모드를 지원한다. 전체 시스템 에뮬레이션 모드는 Bochs와 비슷하며, 동적변환 기능으로 속도가 빨라 다른 OS등을 설치할 수 있다. 사용자 모드 에뮬레이션은 리눅스에서만 사용할 수 있으며 이 모드에서는 다른 아키텍처용 바이너리도 지원한다. VMware는 전가상화를 이

용하여 만든 상용솔루션으로 하이퍼바이저가 추상레이어로 게스트OS와 하드웨어 사이에 위치하는데, 이러한 추상 레이어 덕분에 게스트OS들이 실제 하드웨어를 사용하는 것처럼 동작한다. 따라서 OS 수정 없이 설치 및 사용이 가능하다. KVM은 리눅스 커널 2.6.20부터 등장하여 최근에는 리눅스 커널에 기본적으로 탑재되어 배포되고 있다. 전가상화방식의 솔루션이며 단일 PC혹은 서버에서 동일한 유형의 여러 OS를 설치 및 운영할 수 있다. Xen은 반가상화 방식을 이용한 오픈소스솔루션이다. 반가상화이기 때문에 OS의 커널을 수정해야 사용할 수 있지만 성능은 실제 단일 시스템으로 구성된 것만큼 우수하다.

현재 하드웨어 구성에서도 설명한 바와 같이 4대의 가상화용 서버들이 배치되어 있으며, 각 서버에는 3~4대 수준의 가상머신이 운영될 예정이다. 즉, 하나의 서버에서 3~4개의 농가를 책임질 수 있는 형태로 서비스를 구성할 계획이다. 아래의 그림은 구성된 하드웨어에 가상화 솔루션을 적용한 화면이다. 두 번째 가상화서버에 우분투 12.04 버전이 설치되어있으며, 그 접속화면을 왼쪽 그림에서 확인할 수 있다. 오른쪽 그림은 가상화 서버의 스펙을 보여주는 대화상자이다.

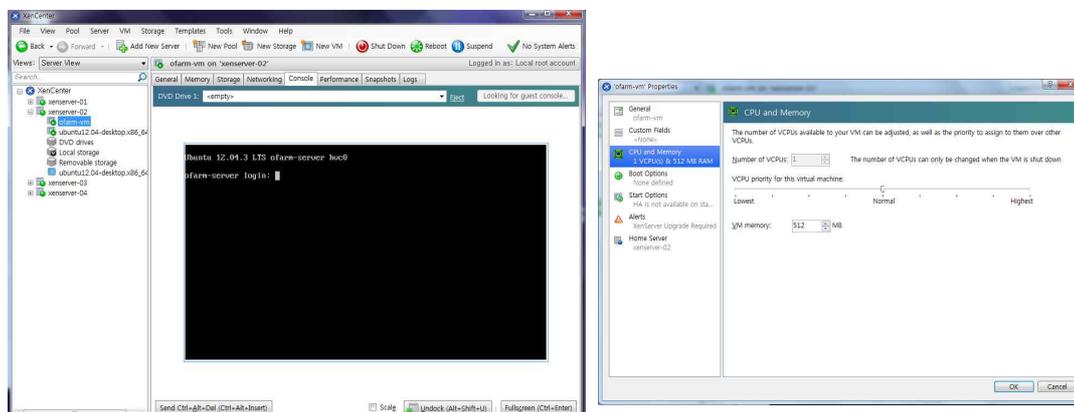


그림 55 구축되어 운영 중인 가상머신 예시

나. 클라우드 관제센터 구축

(1) 연구개요

노지 과수용 u-Farm 클라우드 시스템을 구축하는데 있어 분산클러스터 및 클라우드기반 환경을 구축을 위한 프로그램 개발은 매우 중요하다. 그러나 클라우드 시스템의 활성화를 위하여서는 클라우드 관제센터를 구축하고 이를 통하여 서비스를 효율적으로 운용하고 유지보수하는 것이 매우 중요하다.

u-Farm 클라우드 시스템은 클라우드 컴퓨팅 기술을 기반으로 하고 있기 때문에 실제서버와 그 위에 구현된 가상머신으로 구성되어 있다. 어느 한쪽에서라도 문제가 발생하는 경우 서비스 이용에 장애가 발생하기 때문에 관제센터에서 모니터링하며 시스템을 관리하게 된다. 서버의 경우 초기 설치 단계에서 전력공급, 화재예방 등을 고려하여 설치하게 되지만 갑작스러운 정전이나 화재 발생 등으로 인하여 대책이 필요한 경우 관제센터에서 대응하여 처리하게 된다. 가상머신의 경우 프로그램 제작과정에서 예상하지 못한 오류 등이 발생할

수 있으므로 에러 발생시 프로그램 수정 및 복구를 담당하게 된다.

최근 증가하고 있는 해킹이나 DDOS와 같은 외부 공격으로부터의 방어도 담당하게 된다. u-Farm 클라우드 시스템의 경우 각 농가들의 재배 품종이나 재배지의 위치 등과 같은 농가정보, 재배지의 온도, 습도, 일사량 등과 같은 환경정보 및 작업 시기, 작업량 등과 같은 작업 정보, 농촌의 수입과 지출 등에 대한 농가 경영정보와 같은 농민들의 개인적인 정보를 보관하게 된다. 이런 농가의 노하우들이 공개되는 경우 경쟁업체들의 모방 등으로 인하여 서비스를 이용하는 농가에 손해가 발생할 수 있으므로 이와 관련된 대비책을 마련하고 시스템이 외부의 공격으로부터 노출되지 않는지 감시하며 비상상황 발생 시 적절한 조치를 수행할 관제센터가 요구된다.

이외에도 농민이나 기타 관계자들로부터 클라우드 시스템에 대한 문의가 들어오는 경우 응답을 수행하기 위하여서도 관제센터가 필요하게 된다. 이런 점들로 볼 때, 클라우드 관제센터의 필요성이 제기되었고, 이에 따라 서울대학교 내에 클라우드 관제센터를 구축하였다.

(2) 연구수행방법

전기 및 인터넷을 연결하기 쉽고, 관리하는 연구진이 접근하기 좋은 장소를 모색한 결과 서울대학교 생물환경시스템 연구실 내부에 공사를 진행하여 클라우드 관제센터를 구축하였다. 1면은 환기 등을 위하여 창문에 접하게 하였고, 1면은 전원 및 인터넷 연결을 위하여 기존의 벽을 이용하였다. 나머지 두면의 경우 외부 공간과의 차단을 위하여 유리벽을 설치하였다. 내부에 컴퓨터용 테이블과 회의용 테이블을 설치하고 기존의 벽과 연결된 곳에는 수납장 설치 및 선들이 외부로 노출되어 지지분하지 않도록 배선 정리 작업을 수행하여 포트만 노출되도록 조정하였다. 클라우드 시스템을 적용하고, 회의 등을 진행하기 위하여 스마트 TV를 천장에 설치하였는데 이를 위한 공사도 수행하였다.

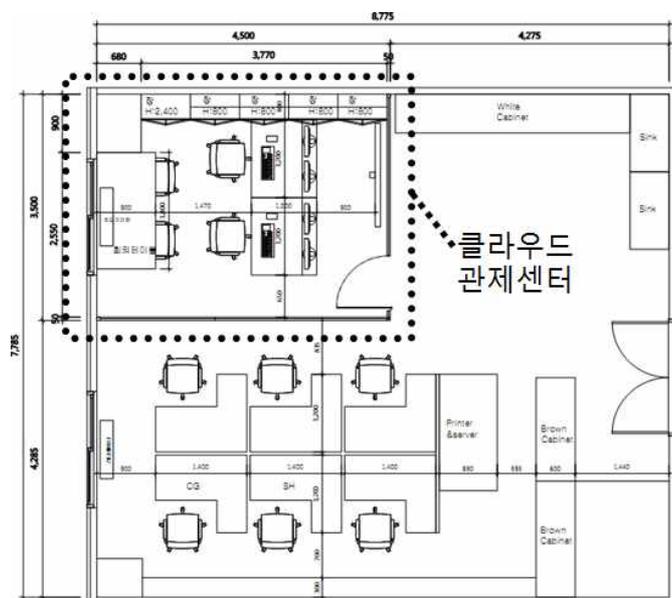


그림 56 클라우드 관제센터 평면도

(3) 연구수행 내용 및 결과

클라우드 관제센터는 3,500 x 3770mm의 공간에 마련되었으며 환기를 위한 창이 마련되었으며 냉난방 장치도 마련하였다. 벽면에는 보관용 수납장이 설치되었으며 화이트보드 겸용 벽이 설치되었다.



그림 57 클라우드 관제센터 외부의 모습과 내부 벽면설치 모습

전체 시스템의 운용상태를 모니터링 할 수 있도록 두 대의 컴퓨터가 설치되었고, 스마트 TV도 설치되었다. 스위치 허브 및 공유기를 통하여 컴퓨터와 외부 시스템을 연결할 수 있도록 설정하였다.



그림 58 관제모니터링 시스템 전경 및 OFIS 사이트 화면

4. uFarm 클라우드 서비스 개발

가. OFIS 과수농가관리정보시스템 개발

(1) 연구개요

농장관리정보시스템은 농장에서 필요한 활동을 수행하는데 있어 필요한 정보를 모으고, 처리하고, 저장하고, 전달하는 일련의 계획된 시스템을 지칭한다 (Sørensen et al., 2010). 따라서 본 연구에서 개발하고자하는 노지과수생산관리시스템도 농장관리정보시스템 분류에 포함된다. 본 연구에서 개발한 소프트웨어는 OFIS 과수농가관리정보시스템으로 명명되었다.

(2) 연구수행방법

(가) 농장관리시스템의 기능설계

1. 메인화면

설명	시스템 전체의 메인 페이지
컨텐츠	종류 1. 각 세부메뉴로 직접 연결되는 이미지 링크 5개 (각 링크는 농장관리-기본정보, 환경관리-날씨정보, 작물관리-생육정보, 저장고관리-환경제어관리, 일정관리-스케줄 페이지로 연결됨) 종류 2. 기본적으로 시스템이 추천하는 작업을 표시하고, 상황에 따라 여러가지 다른 메시지를 보여줄 수 있는 위젯 1개
액션	사용자가 각 이미지 링크를 클릭할 시 해당 페이지로 이동
링크	

2. 농장관리 - 기본정보

설명	각 농장의 기본적인 정보를 제공하는 페이지
컨텐츠	화면을 좌우로 나누어 왼쪽에는 농장주가 농장의 사진을 넣을 수 있게 하고, 오른쪽에는 농장정보 : <농장이름, 농장주, 연락처, 주소, 면적, 과수, 주수> 밭정보 : <과종, 경사도, 과수원 방향, 수령, 수형, 재식거리>가 표시됨 밭정보는 한개 이상일 수 있음
액션	농장정보 수정
링크	

3. 농장관리 - 작업관리

설명	사용자가 입력한 작업기록을 열람하고 관리할 수 있는 페이지
컨텐츠	접속일 기준으로 최근 3개월간 입력된 작업기록을 표 또는 목록 형태로 표시함 항목 : 날짜, 작업구분, 작업, 작업자, 소득 및 지출 각 항목 오른쪽에 열람, 수정, 삭제 버튼이 존재함
액션	유저가 타이틀 또는 열람 버튼을 클릭할 경우 세부 기록 내용을 새 창에 띄움 (또는 페이지 이동) 유저가 수정 버튼을 클릭할 경우 작업기록 입력 페이지를 띄우고 기존의 내용을 수정할 수 있도록 함 유저가 삭제 버튼을 클릭할 경우 확인 메시지(Y/N)를 띄우고 Yes 입력이 돌아올 경우 내용을 삭제
링크	작업기록 입력, 스케줄, 영농일지

4. 농장관리 - 작업기록 입력

설명	농장의 비품과 장비 현황을 보여주는 페이지
특이점	이 페이지는 항상 새 창을 띄워 나타냄
컨텐츠	하루동안 농장에서 일어난 일들을 입력할 수 있는 입력 화면
액션	<p>1차 입력으로 날짜, 항목, 타이틀을 입력함 날짜 : 기본적으로 접속일이 세팅되어 있으며 변경 가능 작업구분 : (목록에서 선택) 농장 작업, 저장 작업, 출고 작업, 폐기 작업, 비품 구매, 장비 구매, 장비 수리, 물품 폐기, 기타 작업 : 기본적으로 입력 항목을 선택하면 그 항목이 텍스트 형태로 입력되고 사용자는 이를 변경하는 것이 가능 (농장 작업과 기타를 선택한 경우 기본 세팅을 공란으로 함) 작업자 : 작업자 명을 알아서 넣을 수 있도록 함 소득 및 지출 : 별도의 입력박스로 각각 금액을 넣을 수 있도록 함</p> <p>2차 입력은 1차 입력에서 사용자가 선택한 입력 항목에 따라 달라짐 예를 들면 다음과 같음. 구체적인 내용은 디비에 들어있으며, 2차 입력은 입력하지 않는 것이 가능함.</p> <p>관수 작업 선택시 : 시행 작업, 사용 비품(목록에서 선택), 사용량, 사용 장비 (목록에서 선택), 동원 인부 저장 작업 선택시 : 입고량 출고 작업 선택시 : 출고량 폐기 작업 선택시 : 폐기량 비품 구매 선택시 : 품명, 품목, 주성분, 구매량 장비 구매 선택시 : 장비명, 주용도 장비 수리 선택시 : 장비명(목록에서 선택), 수리 종료일 비품 폐기 선택시 : 품명 (목록에서 선택), 폐기량, 폐기사유 장비 폐기 선택시 : 장비명(목록에서 선택), 폐기사유 기타 선택시 : 없음</p> <p>추가로 1,2차 입력과 관계없이 사용자가 원하는 내용을 적어넣을 수 있음</p> <p>동일한 작업이 입력되어 있을 경우 최종 입력을 미리 입력해주는 센스가 있으면 좋을듯함</p>
링크	없음

5. 농장관리 - 비품관리

설명	농장의 비품과 장비 현황을 보여주는 페이지
컨텐츠	기본적으로 표 2개를 화면에 표시함 이름 : 비품 재고 현황 항목 : 품명, 품목, 주성분, 최근 사용일, 재고량 이름 : 장비 현황 항목 : 장비명, 주용도, 최근 사용일, 최근 수리일, 현재 상태
액션	
링크	작업기록 입력

6. 농장관리 - 물품관리이력

설명	농장의 비품과 장비 현황을 보여주는 페이지
컨텐츠	비품 기본 항목 : 품명, 품목(농약/퇴비), 주성분 표 1 이름: 구매 기록 항목 : 구매일, 단가, 구매량, 구매금액 표 2 이름 : 사용 기록 항목 : 사용일, 사용량 표 3 이름 : 폐기 기록 항목 : 폐기일, 폐기량, 폐기사유
액션	
링크	작업기록 입력, 비품관리

7. 농장관리 - 장비관리이력

설명	농장의 비품과 장비 현황을 보여주는 페이지
컨텐츠	장비 기본 항목 : 장비명, 주용도, 구매일, 구매금액 표 1 이름 : 작동 기록 항목 : 작동일, 시행 작업 표 2 이름 : 수리 기록 항목 : 수리 시작일, 수리 종료일, 비용
액션	
링크	작업기록 입력, 비품관리

8. 농장관리 - 영농비용관리

설명	농장주가 매년 영농비용으로 소요되는 금액을 확인할 수 있는 페이지
컨텐츠	표 1개를 화면에 표시함 항목 : 연도, 비품 구매비, 장비 구매비, 장비 유지비, 인건비, 총 영농비.
액션	유저가 항목(비품 구매비, 장비 구매비, 장비 유지비, 인건비)을 클릭할 경우 세부 내용을 보여줌 세부 내용 화면 : 해당 항목이 포함된 작업기록을 표 형식으로 구성 각 항목이 포함된 작업기록은 1차 입력이 모두 동일하기 때문에 표로 구성 가능
링크	작업기록 입력

9. 환경관리 - 날씨정보

설명	농장 날씨와 날씨 예보를 확인할 수 있는 페이지
컨텐츠	화면 윗쪽에는 현재 날씨를 표시 아래쪽에 날씨 예보를 표시
액션	
링크	센서정보

10. 환경관리 - 센서정보

설명	농장에 설치된 센서의 정보를 확인하고 부가적인 작업을 수행하는 페이지
컨텐츠	농장에 설치된 외부 센서를 구글 지도에 표시 항목 : 센서ID, 목표감지정보, 위치정보, 정상작동여부
액션	센서ID를 클릭하면 그 센서로부터 최근 들어온 데이터를 표 형태로 표시 사용자가 특정한 기간과 정보 항목(기온, 습도, 강수량, 풍속, 일조시간)을 선택하면 해당 정보를 그래프 형식으로 표시
링크	날씨정보

11. 작물관리 - 생육정보

설명	각종 생육모델을 위젯의 형태로 보여주는 페이지
컨텐츠	위젯 6개를 2x3형태로 화면에 배치함 각 위젯은 다음과 같은 정보를 표시함(변경될 수 있음) 개화 날짜 예측, 만개기 예측, 착과량 예측, 숙기 예측, 서리 발생률 예측, 동해 발생률 예측 화면 맨 위(또는 맨 아래)에는 &이 예측이 틀린 경우 X를 눌러주세요&라는 텍스트 안내가 있고, 각 위젯 내부에는 X 버튼이 있음
액션	위젯에 있는 X 버튼을 사용자가 누르면 새 창에서 확인 메시지(Y/N)를 띄우고 Yes 입력이 돌아올 때 미리 정의된 질문을 이용하여 답을 얻음. 예를 들면 &농장에서 실제로 개화한(만개한/숙기에 다다른) 날짜는 언제인가요?& 와 같은 질문임. 응답은 정해진 타입으로 얻어야 함. (날짜/숫자/문자열) 디비내에 정해진 곳에 답을 기록해야함.
링크	

12. 저장고관리 - 환경제어관리

설명	저장고의 기본적인 환경을 제어하는 페이지
컨텐츠	저장고 전체를 사용자가 미리 지정해둔 구획별로 나누어 구획을 이미지로 보여줌 구획 하나당 표 하나씩을 표시함 항목 : 평균 온도, 평균 습도, 현재 재고량
액션	저장고 전체의 기온과 습도를 조절하는 기능
링크	없음

13. 저장고관리 - 센서정보

설명	저장고에 설치된 센서의 정보를 확인하고 부가적인 작업을 수행하는 페이지
컨텐츠	저장고에 설치된 내부 센서를 목록형으로 표시 항목 : 센서ID, 목표감지정보, 위치번호, 정상작동여부
액션	센서ID를 클릭하면 그 센서로부터 최근 들어온 데이터를 표 형태로 표시
링크	환경제어관리

14. 저장고관리 - 재고관리

설명	저장고에 남은 농작물의 재고를 관리하는 페이지
컨텐츠	재고량 입출 내역을 표 형식으로 표시 항목 : 날짜, 재고량, 입고일, 최근 출고일 입고 또는 출고 발생시 작업기록에 입력해달라는 텍스트 메시지를 표시 그 아래에 작업기록으로 가는 링크 버튼 제공
액션	없음
링크	작업기록, 환경제어관리, 가격정보

15. 저장고관리 - 과수상태관리

설명	저장고에 남은 농작물의 상태를 관리 및 예측하는 페이지
컨텐츠	구획별 과수 상태를 위젯 형태로 표시 (농정사이버의 감모율 예측 모델에 대한 컨택트가 필요함)
액션	없음
링크	환경제어관리

16. 일정관리 - 스케줄

설명	농민의 일정을 월 단위로 관리하여 보여주는 페이지
컨텐츠	접속일 기준 그 달의 달력을 일반적인 달력 형식으로 화면 전체에 나타냄 (작은 글씨로 음력 매월 1일과 15일도 표시함) 이미 지나간 날 중에서 작업일지가 있는 날은 작은 버튼이 표시됨 해당 월에서 아직 지나가지 않고 남은 날은 추천작업을 단문으로 표시함
액션	사용자가 작업일지 버튼을 클릭할 경우 해당일의 작업일지를 새 창에 띄움 (또는 페이지 이동) 사용자가 달력을 앞뒤로 넘겨볼 수 있음 (월 단위) 이 때 달력을 앞으로 넘길 경우 지나간 날의 작업기록은 표시하지만, 뒤로 넘길 경우에는 추천작업을 표시하지 않음 달력에서 날짜에 해당하는 숫자를 버튼으로 만들어 누를 경우 메모 입력 가능 사용자 메모는 작업기록 버튼이나 추천작업 탭과 관계없이 항상 표시함
링크	작업기록, 영농일지

17. 일정관리 - 영농일지

설명	농민의 일정을 주 단위로 보여주되, 최근 3년간 같은 기간에 있었던 일을 같이 확인할 수 있도록 하는 페이지
컨텐츠	접속일 기준 전후 3일간(총 7일)의 달력을 달력 형식으로 화면 전체에 나타냄 그리고 최근 2년간 해당 날짜를 그 아래에 붙이고, 작업일지가 있는 날은 스케줄 페이지와 마찬가지로 작은 버튼이 표시됨 스케줄 페이지에서 사용자가 해당 날짜에 입력한 메모가 있을 경우 표시함 추천작업은 표시하지 않음, 달력을 앞뒤로 넘기는 기능 역시 없어도 됨
액션	사용자가 작업일지 버튼을 클릭할 경우 해당일의 작업일지를 새 창에 띄움 (또는 페이지 이동)
링크	작업기록, 스케줄

(나) 웹 인터페이스 개발

① 웹 인터페이스 활용

선행 조사 결과에 따르면, 컴퓨터를 기반으로 하는 농업정보기술은 웹 기반 형태로 개발하는 것이 바람직하다고 볼 수 있다. 첫째로 컴퓨터를 통해 인터넷을 하는 것이 농민들에게 익숙해져 있으므로 상대적으로 사용하기 편리할 것이다. 둘째로 농가에서 보유한 컴퓨터의 사양이 낮다면 프로그램으로 개발하는 것은 이를 적용할 때에 호환의 문제가 있을 수 있다.

셋째로 일반적으로 데스크톱은 유선인터넷을 활용하는데, 본 설문조사 결과 유선인터넷 사용에 대해서는 그룹별로 차이가 발생하지 않았다.

② 개발환경

라이선스비용 및 개발 편의성을 감안하여 개별 농가용 가상머신에 활용될 OS로 linux를 사용하였으며, 과수농가관리정보시스템 개발환경은 다음과 같다.

표 16 OFIS 과수농가관리정보시스템 개발환경

소프트웨어	버전	용도
Apache	2.4.7-1	웹서버
PHP	5.5.9	프로그래밍언어
PostgreSQL	9.3	데이터베이스
PostGIS	2.1.2	GIS 정보처리

(3) 연구수행 내용 및 결과

(가) 개발 결과

OFIS 과수농가관리정보시스템은 OFIS의 로비에 해당하는 OFIS FRONT와 실제 농장관리를 수행하는 OFIS FMIS로 구분된다.

1. OFIS FRONT

OFIS FRONT 는 OFIS의 인덱스 서비스로 OFIS 에 대한 소개 정보 및 사용자 인증, 농장관리시스템 연동, 커뮤니티 서비스 등의 기능을 제공하는 서비스이다. OFIS FRONT의 메뉴 구성은 크게 다음과 같다.

OFIS는? OFIS 소개 OFIS 기능 OFIS 연동 시스템 문의 상호협력 공지사항 Q&A 게시판 전문가화상회의	농장관리시스템 대상농가관리 농가별 사용자 관리 기타 사용자인증 로그인 로그아웃 쪽지시스템 받은쪽지함 보낸쪽지함
---	--

2. OFIS FMIS

OFIS FMIS 는 농장 별로 서비스되고 관리되는 농장관리시스템으로 농장에 대한 정보 및 작업 기록 작성, 관리 환경 정보 조회, 저장고 시스템 관리 및 조회 등의 기능을 제공하는 서비스입니다. OFIS FMIS 의 메뉴 구성은 다음과 같다.

농장관리 기본정보 작업관리 비품관리 영농비용관리 환경관리 날씨정보 센서정보 센서상태 생육정보	저장고관리 환경제어관리 센서정보 센서상태 재고관리 과수상태관리 일정관리 스케줄러 영농일지 확장서비스관리 확장서비스 서비스관리 정보공개관리
--	--

(나) 주요 기능 요약

① 농장기본정보

기본정보 페이지는 농장에 대한 기본 정보를 제공한다. 사용자는 농장을 대표하는 사진과 농장명, 농장주, 연락처, 주소를 확인할 수 있다. 농장주 및 농장정보 수정 권한을 가진 사용자는 수정 기능을 통해 농장 정보를 수정할 수 있으며 수정된 농장 정보는 OFIS FRONT 에도 함께 적용된다.



그림 59 OFIS 과수농가관리정보시스템 - 농장기본정보 기능

② 노지센서정보

노지센서 정보는 농장에 설치된 센서들의 위치와 수집된 정보 및 통계 정보 그리고 현재의 센서 상태를 지도 및 그래프 상에서 확인할 수 있는 기능을 제공한다. 아래의 그림과 같이 농장 내 설치된 센서를 지도상에 표시하고 출력 설정 정보에 따라 센서의 요약 정보를 표시한다.

Main > 환경관리

센서정보



그림 60 OFIS 과수농가관리정보시스템 - 노지센서정보 기능

③ 저장고센서정보

저장고 센서 정보는 저장고 내 설치된 센서들의 위치와 수집된 정보 및 통계 정보 그리고 현재의 센서 상태를 화면 및 그래프 상에서 확인할 수 있는 기능을 제공한다. 아래의 그림과 같이 저장고 내 설치된 센서를 화면에 표시하고 출력 설정 정보에 따라 센서의 요약 정보를 표시한다. 사용자는 녹색 원으로 표시된 센서를 클릭하여 센서의 상세정보창을 확인하거나 닫을 수 있다.

Main > 저장고관리

센서정보

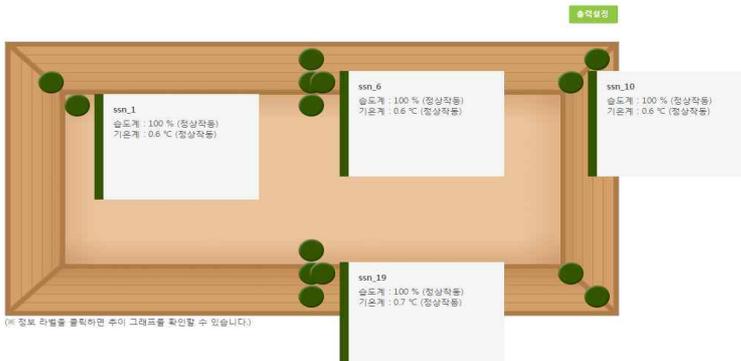


그림 61 OFIS 과수농가정보시스템 - 저장고센서정보 기능

(다) 기타

본 연구에서 개발된 OFIS 과수농가관리정보시스템은 한국저작권위원회에 프로그램저작권등록(제 C-2015-000907 호)이 되어 있으며 부록 6에 등록증이 첨부되어 있다.

본 연구에서 개발된 OFIS 과수농가관리정보시스템의 설계문서는 부록 1에 첨부되어 있으며, OFIS 과수농가관리정보시스템의 사용자 매뉴얼은 부록 2에 첨부되어 있다.

나. OFIS 데이터 수집 서비스 개발

(1) 연구개요

농장관리정보시스템에서 상위레벨의 호환성을 얻기 위해서는 표준을 준수하는 것이 중요하다. 하지만, 시스템이 이미 개발되어 설치가 되어 있을 때에는 표준에 따라 시스템을 변경하는 것이 쉽지 않다. Neményi et al. (2003)는 데이터를 처리하는 두 개의 다른 소프트웨어를 사용해 정밀농업을 위한 데이터를 모았다. 그러나 하나의 소프트웨어에 의해 만들어진 데이터는 다른 소프트웨어에 의해 처리될 수 없는 문제가 있어, 텍스트 파일로 익스포트하여 처리하였다. Kim et al. (2013b)은 세 가지 다른 타입의 데이터 소스로부터 데이터를 수집할 수 있는 미들웨어를 개발하였다. 하지만 두 가지 단점이 있었는데, 첫째로 이는 날씨 데이터를 모으도록 설계되었기 때문에 오직 여섯 개의 기상 파라미터만을 다룰 수가 있었고, 둘째로 데이터 처리 과정을 가질 수가 없기 때문에 데이터를 처리하는 것이 불가능하였다. 이에 여러 가지 종류의 데이터를 수집할 수 있으며, 기본적인 데이터 처리를 가능하게 하는 데이터 수집 서비스가 필요하였다.

결정을 하는 데에 사용할 수 있는 또 다른 데이터 타입이 있다. 예를 들어, 정부는 관련된 한국 정부 기관에 의해 만들어진 농업 정보를 제공해왔다. 특히나, 한국의 광범위한 농업 연구와 서비스에 대한 책임을 지닌 중앙 정부 조직인 농촌진흥청 (Rural Development Administration, RDA)은 경작 기술, 작물 관리 정보, 농업 뉴스 등을 제공해왔다.

농업 정보를 공유하기 위해 Shim et al. (2009)은 web 2.0의 새로운 패러다임에서 농업 정보 서비스 전략이 Open API에 맞게 수정되어야 한다고 제안하였다. Open API 서비스는 인터넷을 통한 machine communication에 좋은 방법으로 알려졌다. 요즘, RDA와 같은 많은 제공자와 정부 기관이 Open API 서비스를 제공하고 있다.

이 연구는 cloud computing 기술 기초-농장 관리를 위한 통합 시스템인 Open Farm Information System (OFIS)을 만드는 프로젝트로부터 시작되었다. OFIS는 농업 정보 시스템 (AIS)와 통신하도록 설계되었다. 결정을 내리기 위해 AIS로부터의 데이터와 센서 observations을 포함한 데이터를 모으는 일반적인 방법이 필요하다. 데이터가 불규칙적일 수 있기 때문에, 일반적인 데이터 처리 과정을 만드는 것은 중요하다. 이 연구의 목적은 데이터 처리 모델을 개발하는 것과 여러 종류의 데이터 소스를 모으는 소프트웨어로써의 모델을 실행하는 것이다. 여러 종류의 데이터 소스는 분석되었고 데이터 처리 모델의 네 단계는 확인되었다.

(2) 연구수행방법

(가) 데이터 수집 대상

OFIS 데이터 수집 서비스의 대상이 될 수 있는 대표적인 데이터는 두 가지로 하나는 농장 내 센서데이터이고 다른 한가지는 국가 정보시스템에서 제공하는 농업 정보이다. 농업정보 시스템 (AIS)는 농업인에게 정보를 제공하기 위해 만들어진 정보시스템으로 많은 연구자에 의해 연구가 되고 있다 (Laliwala et al., 2006). 예를 들어, AGClimate은 웹 기반의 기후 예보 및 정보 시스템이다. 농업생산 분야에서 생산 위험성을 알기 위해 계절별 기후 가변성이 중요하다. AGClimate은 미국 남동부의 계절별 그리고 연간 기후 변화데이터를 이용하여 기후 예보를 수행하기 위한 정보와 도구를 제공하기 위해 개발되었다 (Fraisie et al., 2006).

농업 정보를 공유하기 위해 Shim et al. (2009)은 web 2.0의 새로운 패러다임에서 농업 정보 서비스 전략이 Open API에 맞게 수정되어야 한다고 제안하였다. Open API는 웹 기술들을 이용하여 웹사이트가 서로 다른 이들과 통신하는 것이 가능하도록 하는 기술 집합들을 묘사하는 데에 사용하는 단어이다 (WIKIPEDIA, 2014b). 이는 사람들에게 직접 정보를 제공하는 것이 아니라 소프트웨어간 정보 교환을 목적으로 설계되어 있다. “공공데이터 포털”을 이용하면 다양한 Open API 서비스 검색하고 활용할 수 있는데, 이곳에는 786 기관에 의해 제공되는 7,776 데이터 모음과 563개의 Open API 서비스가 있다 (MOSPA, 2014).

농업과 밀접한 관련이 있는 네 개의 OpenAPI 서비스는 RDA OpenAPI, 국가 작물 해충 관리(National Crop Pest Management, NCPMS) OpenAPI 서비스, 한국 기상청(Korean Meteorological Administration, KMA)에 의해 제공되는 기상 예보 서비스(RSS), 그리고 농림수산식품교육문화정보원(Korean Agency of Education, Promotion and Information Service in Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, EPIS)에 의해 제공되는 옥답 OpenAPI 서비스가 있다.

RDA OpenAPI 서비스는 농업 기술, 농업 작업 스케줄, 해충 및 질병 관리 노하우 등을 포함하는 농업에 대한 일반적인 정보를 지원한다. 비록 NCPMS 또한 RDA에 의해 운영되지만, 이는 해충 및 질병 정보에 대해 특화된 서비스이다. NCPMS Open API 는 해충 및 질병 정보를 검색하는 15가지 기능들 그리고 해충 및 질병을 예측하는 4가지 기능들을 서비스한다.

KMA 기상 서비스는 주변 온도, 상대 습도, 기상 조건, 풍속과 풍향 등을 포함한 지역 날씨 정보를 제공한다. 옥답 OpenAPI 서비스는 주로 곡물 가격을 다룬다. 19개 서비스 중에 곡물 가격과 관련된 것이 11개 서비스이다.

비록 이러한 서비스들이 모두 “OpenAPI 서비스”라 불리지만, 이들 서비스는 콘텐츠가 다를 뿐만 아니라 사용하는 기술 또한 다르다. 공통점이라 한다면 모든 서비스가 인터넷의 기초가 되는 프로토콜인 Hypertext Transfer Protocol (HTTP)을 이용한다는 것이다. 이 서비스들은 다른 데이터 형식과 다른 기술적 특징들을 사용한다. 표 17은 각 서비스들의 데

이터 형식과 기술적 특징들을 요약하고 있다.

표 17 농업 Open API 서비스의 데이터 형식과 방법에 대한 요약

서비스	형식	기술적 특징
RDA	XML and HTML mixed	Web service, AJAX
NCMPS	XML	RESTful web service, AJAX
KMA	RSS (XML)	RSS
Okdap	XML	Web service

네 개의 모든 Open API 는 XML을 데이터 형식으로써 지원한다. XML 은 World Wide Web Consortium (W3C)에 의해 생산된 XML 1.0 Specification에서 정의된다. 사람이 읽을 수 있고 기계가 읽을 수 있는 태그와 콘텐츠로 구성되어 있기 때문에 OpenAPI 서비스에서 XML 문서를 사용하는 것은 굉장히 일반적이다. 하지만 HyperText Markup Language (HTML)은 OpenAPI 서비스를 위해 적절한 형식은 아니다. HTML은 HTML 문서의 콘텐츠를 어떻게 디스플레이 할지를 기술하도록 설계되었기 때문에, 사람이 시각적으로 인지할 수 있는 정보들을 포함하고 있으며, 이의 해석을 위해서 미적 감각이 필요할 수도 있어 소프트웨어간 데이터 전달에는 적합하지 않다. 하지만 RDA OpenAPI 서비스의 데이터 형식은 XML과 HTML의 혼합된 문서를 사용하고 있기 때문에 이에 대한 수정이 요구된다.

각각의 서비스는 나름의 기술적 특징들을 지니고 있다. 웹 서비스와 웹 페이지를 이용하는 것이 다른 것이 아니라 그들의 결과들이 다른 것이다. 웹 페이지의 결과는 content와 display description으로 구성되지만 웹 서비스의 결과는 오직 content만 가지고 있다. Representational State Transfer (REST) 은 웹 구조를 설명하는 구조 스타일이다 (Fielding and Taylor, 2002). RESTful 웹 서비스는 REST 스타일을 따르는 웹 서비스이다. Asynchronous JavaScript와 XML (AJAX)를 이용한 두 서비스가 있다. 서비스는 보통 지도와 같은 그래픽 콘텐츠를 지원하는 AJAX를 이용하는데 이는 비동기 웹 어플리케이션을 개발하는 고객 측에서 사용한 웹 개발 기술이기 때문이다.

(나) 데이터 수집 절차 모델

비록 모든 OpenAPI 서비스는 HTTP와 같은 표준 프로토콜을 사용하지만, 콘텐츠의 metadata는 서비스 제공자에 의해 정의된다. 그리고, 데이터에 접근하는 방법은 똑같을 수 있으나 데이터를 분석하는 방법은 달라야 한다. 이러한 상황에서 일반화된 방법으로 데이터 수집을 할 수 있는 모델이 필요하다.

어떤 데이터는 수집 뿐만 아니라 별도의 처리 과정을 필요로 한다. 예를 들어, KMA의 기상 예보는 시간이 지남에 따라 과거 예보는 불필요해지고, 또한 중간에는 겹치는 시간대가 생긴다. 새로운 기상 예보는 이전에 비해 더욱 정교해 질 수 있기 때문에 이전의 예보 데이터는 큰 의미가 없을 수 있어 삭제되는 것이 바람직할 것이다. 또한 옥답에서 과수 가격 정보를 모을 때, 정보의 날짜 데이터에는 년도 정보가 포함되지 않는다. 이런 경우 년도 정보를

추가하는 방법도 필요하다.

데이터의 처리가 이루어지면 기존의 데이터와는 다른 새로운 데이터가 되며, 이 새로운 데이터는 새로운 메타정보를 가져야한다. 예를 들어, 어떤 공판장에서 판매된 사과 가격정보를 수집하였다면, 해당 공판장의 식별자가 필요하다. 이러한 데이터는 기존의 데이터에는 포함되지 않은 데이터 일 수 있다. 따라서 새로운 데이터와 데이터의 메타정보를 맵핑하는 것은 중요한 과정이다. 이렇게 데이터의 수집, 처리, 맵핑의 과정이 끝나면 데이터는 저장될 수 있다. 그림 62는 데이터 수집 서비스의 절차를 보여준다.

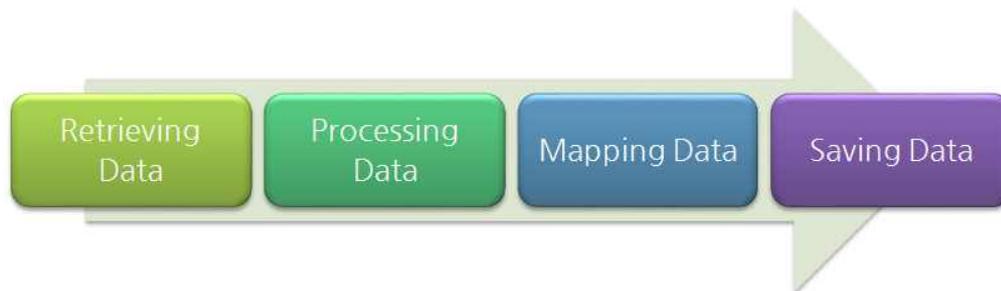


그림 62 데이터 수집 서비스의 데이터 수집 절차 모델

(다) 클래스 설계(Class design)

데이터 수집 절차 모델은 네 단계로 구분되는데, 마지막 단계를 제외한 각각의 단계는 다음 단계로 데이터를 전달해야만 한다. OFISBJunk는 다음 단계로 데이터를 전달하기 위한 데이터에 대한 클래스이다. 이는 데이터를 저장하고 마지막으로 실행된 경로와 그 결과를 기억한다.

비록 각각의 단계의 행동이 다르지만, 모든 단계의 패턴은 동일하도록 설계하였다. 모든 단계들은 이전 단계에서 데이터정크(OFISBJunk)를 받고 가공된 데이터정크(OFISBJunk)를 되돌려준다. 그래서 각각의 단계는 OFISBRoutine이라 불리는 같은 부모 클래스를 지닐 수 있다. OFISBRoutine은 네 가지 하위 클래스들을 지닌다 - OFISBSource, OFISBProcessor, OFISBMapper, OFISBSink. OFISBSource는 여러 데이터 소스로부터 데이터를 수집하는 클래스들의 부모이다. OFISBProcessor는 데이터 처리하는 클래스로, 데이터의 분석, 제거를 수행하거나, XML 데이터 형식을 파싱하거나 데이터 인코딩을 변화시키는 클래스들을 의미한다. OFISBdataMapper는 하나의 단위 데이터에 메타정보를 연결해주는 기능을 수행한다. OFISBSink는 수집, 처리, 맵핑된 데이터를 저장할 수 있는 클래스들을 대표한다. 데이터는 두 개의 데이터베이스 또는 텍스트 파일로 저장될 수 있다.

그림 63은 데이터 처리 과정 모델을 실행하기 위한 클래스 설계를 보여준다. OFISBee는 설정 파일을 읽고 해당 설정내용을 실행할 수 있는 메인 클래스이다. OFISBStream은 하나의 데이터 수집 절차를 처리하는 클래스로, 메인 클래스는 다수의 OFISBStream을 순차적으로 실행하게 된다.

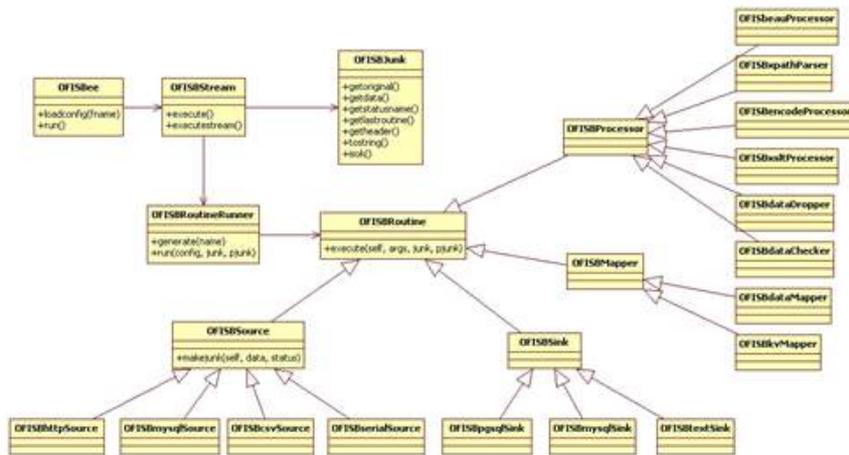


그림 63 데이터 수집 서비스의 클래스 설계

(3) 연구수행결과

(가) 데이터 수집 서비스의 구현

서비스 구현을 위해 사용된 언어는 일반적인 목적이나 고차원 언어로 널리 사용되는 Python 프로그램 언어 (2.7.3, Python Software Foundation)이었다. 설계된 모든 클래스가 구현되었고, 일곱 개의 외부 library 들(MySQL, psycopg2, ClientCookie, BeautifulSoup, libxml2, libxslt, serial)과 표준 library들을 이용하였다. HTTP 프로토콜, MySQL 데이터 베이스, csv 형식 파일 그리고 RS232와 같은 시리얼 데이터 통신을 이용하여 데이터 수집이 가능하다. 이외에도 여섯 가지 데이터 처리 클래스, 두 가지 데이터 맵핑 클래스, 세 가지 데이터 저장 클래스가 구현되었다.

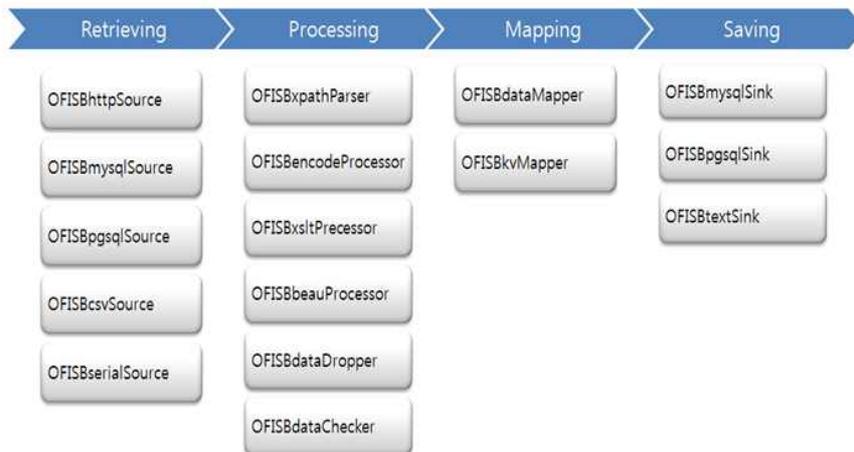


그림 64 데이터 수집 절차 단계별 구현 클래스

그림 64에서 데이터 수집 절차 단계별로 구현된 클래스들의 리스트를 확인할 수 있다. 가능한 조합들이 많이 있을 수 있다. 예를 들어, 데이터 수집단계에서 OFISBhttpSource를, 데이터 처리단계에서 OFISBxpathParser를, 데이터 맵핑 단계에서 OFISBdataMapper를, 그리고 마지막으로 데이터 저장단계에서 OFISBpgsqlSink의 조합을 사용하면, 어떤 웹 서비

스의 XML 문서에 접근하여 XPath를 이용하여 그 문서를 분석하고, 적절한 메타데이터를 설정하여 PostgreSQL 데이터베이스에 해당 데이터를 저장하는 스트림을 만들 수 있다.

OFISBhttpSource를 통해 어떤 웹 페이지나 웹 서비스로부터 데이터를 검색할 수 있기 때문에, 하나의 조합으로도 여러 가지 다른 데이터를 수집할 수 있다. 각각의 조합은 일련의 클래스들과 실행에 대한 인자를 포함하는 텍스트 파일인 설정 파일에 의해 기술될 수 있다. 데이터 수집 서비스는 Python으로 개발되어 Python이 실행될 수 있는 어떠한 플랫폼에서도 실행될 수 있으며, 두 개의 주요 운영체제(리눅스 : Ubuntu 12.04.4, Linux kernel 3.2.0-57, Canonical Ltd. 와 윈도우즈 : Windows XP, Microsoft Corporation)에서 테스트 되었다.

(나) 사용 예시

데이터 수집 서비스는 설정에 따라 다양한 사용이 가능하다. 날씨는 작물의 성장 특성과 관련되며 서리, 해충 그리고 질병 등에 의해 발생한 작물 손상에 영향을 줄 수 있기 때문에 합리적인 의사결정을 위해 기상 예보를 확인하는 것은 중요하다 (Laurenson, 1989; Stewart et al., 1984). 따라서 여기서는 기상청의 지역별 기상예보를 수집하는 예를 보여 준다. 기상청의 지역 날씨 서비스를 이용하기 위해서는 행정 구역을 나타내는 지역 코드와 서비스 URL이 필요하다. 기상청에서 별도의 코드 표를 제공하지는 않지만, 간단한 프로그램을 통해 행정구역별 코드표를 획득하였고, 이를 기반으로 데이터 수집 서비스의 설정파일을 작성하였다.

```

<?xml version="2.0">
<channel>
  <title>기상청 날씨예보 웹서비스 - 경기도 화성시 진안동 요요예보</title>
  <link>http://www.kma.go.kr/weather/main.jsp</link>
  <description>날씨예보 웹서비스</description>
  <language>ko</language>
  <generator>날씨예보</generator>
  <pubDate>2014년 04월 08일 (화)요일 23:00</pubDate>
  <item>
    <author>기상청</author>
    <category>경기도 화성시 진안동</category>
    <title>날씨예보(요요) : 경기도 화성시 진안동 [X-H.Y=11]의</title>
    <link>
      http://www.kma.go.kr/weather/forecast/timeseries.jsp?searchType=INTEREST&dongCode=4159062000
    </link>
    <guid>
      http://www.kma.go.kr/weather/forecast/timeseries.jsp?searchType=INTEREST&dongCode=4159062000
    </guid>
    <description>
      <header>
        <a>201404082000</a>
        <s>7</s>
        <o>61</o>
        <y>119</y>
      </header>
      <body>
        <data seq="0">
          <hour>3</hour>
          <day>1</day>
          <temp>4.7</temp>
          <ta>22.0</ta>
          <tm>3.6</tm>
          <sky>1</sky>
          <et>0</et>
          <efk>맑음</efk>
          <efn>Clear</efn>
          <sc>0</sc>
          <r12>0.0</r12>
          <s12>0.0</s12>
          <sp>1.2000000000000002</sp>
          <sp6></sp6>
          <edk>시</edk>
          <edn></edn>
          <reh>91</reh>
          <rs>0.0</rs>
          <sd5>0.0</sd5>
        </data>
        <data seq="1">
          <hour>6</hour>
          <day>1</day>

```

그림 65 기상청 기상예보 XML 문서 예시

기상청에서 서비스하고 있는 기상예보의 XML 문서의 구조는 그림 65와 같다. 기상청의 기상예보 시간은 상대적인 값이기 때문에 이 값을 절대적인 값으로 변경할 필요가 있다. 그림 65를 보면 다음날 오전 3시 라는 의미에서 “<hour>3</hour><day>1<day>”라는 상대적인 값을 사용한다. 즉, 기상예보 시간이 2104년 4월 8일의 23시라고 한다면, 기상예보의 첫 기록 날짜는 2014년 4월 9일 오전 3시가 된다. 여러 가지 방법으로 이러한 문제를 해결하는 것이 가능하지만, Extensible Stylesheet Language Transformations (XSLT) 기술이 사용되었다. 이 기술은 XML 문서를 또다른 XML 문서로 변환시키는 데에 사용된다. 그림 65에 보여진 기상예보 예시는 XSLT 설정에 의해서 그림 66와 같이 변경되었고, 이는 XPath 파서에 의해 쉽게 분석될 수 있다.

```

▼<predictions>
  ▼<data>
    <time>2014-04-09T3:00:00</time>
    <temperature>4.7</temperature>
    <max-temperature>22.0</max-temperature>
    <min-temperature>3.6</min-temperature>
    <windspeed>1.2000000000000002</windspeed>
    <winddirection>서</winddirection>
    <humidity>91</humidity>
    <weather>맑음</weather>
  </data>
  ▼<data>
    <time>2014-04-09T6:00:00</time>
    <temperature>3.8</temperature>
    <max-temperature>22.0</max-temperature>
    <min-temperature>3.6</min-temperature>
    <windspeed>1.0</windspeed>
    <winddirection>서</winddirection>
    <humidity>86</humidity>
    <weather>맑음</weather>
  </data>

```

그림 66 XSLT에 의해 변환된 기상예보

파싱된 기상예보데이터는 자체로 충분한 정보를 포함하고 있기 때문에 별도의 특별한 맵핑 과정 없이 데이터베이스에 저장될 수 있다. 이러한 일련의 과정은 데이터 수집 서비스의 설정파일로 표현될 수 있다. 그림 67은 기상청의 지역 기상 예보를 수집하는 설정파일을 보여준다.

```

"source" : {
  "name" : "httpSource",
  "args" : {
    "dataAccess" : {
      "uri" : "http://www.kma.go.kr/wid/queryOFSRSS.jsp",
      "method" : "GET",
      "args" : {
        "zone=4159052000"
      }
    }
  }
},
"processors" : [
  {
    "name" : "xsltProcessor",
    "args" : {
      "xsltfile" : "xslt/kma.xslt"
    }
  },
  {
    "name" : "xpathParser",
    "args" : {
      "format" : "xml",
      "start" : 1,
      "end" : -1,
      "xpath" : [
        "/predictions/data[id]/time",
        "/predictions/data[id]/temperature",
        "/predictions/data[id]/humidity",
        "/predictions/data[id]/windspeed",
        "/predictions/data[id]/winddirection",
        "/predictions/data[id]/weather"
      ]
    }
  }
],
"mapper" : {
  "name" : "dataMapper",
  "args" : {
    "observedtime" : { "type" : "datetime", "index" : 0, "pattern" : "Y-M-dTH:IK:IS" },
    "temperature" : { "type" : "float", "index" : 1 },
    "humidity" : { "type" : "float", "index" : 2 },
    "windspeed" : { "type" : "float", "index" : 3 },
    "winddirectionko" : { "type" : "string", "index" : 4 },
    "weather" : { "type" : "string", "index" : 5 }
  }
},
"sink" : {
  "name" : "jdbcSink",
  "args" : {
    "login" : {
      "username" : " ",
      "password" : " ",
      "dbname" : " ",
      "host" : " "
    },
    "autoquery" : "false",
    "autoclear" : "true",
    "query" : "insert into forecastweather (observedtime, forecast_time, temperature, humidity, windspeed, winddirectionko, weather) values (now(), 'observedtimeI', temperatureI, humidityI, windspeedI, 'winddirectionkoI', 'weatherI')",
    "table" : "forecastweather"
  }
}
}

```

그림 67 지역 기상예보 수집용 설정파일 예시

(4) 연구 수행 결론

OFIS에서 다양한 데이터를 필요로 하기 때문에 이 데이터를 수집하기 위한 일반적인 방법이 필요하다. 이를 위해 농업과 관련된 네 개의 OpenAPI 서비스가 분석되었고 데이터 처리 과정의 네 단계가 확인되었다. 이들은 데이터 소스로부터 데이터를 수집, 가공, 매핑하여 저장한다. 이러한 일련의 데이터 처리 과정은 스트림이라 불리는 설정파일에 기록되고, 데이터 수집 서비스는 이 설정파일에 기술된 방법을 통해 데이터를 수집할 수 있다.

다. OFIS 데이터 수집서비스를 이용한 OpenAPI 연동

(1) 연구개요

농장관리에 필요한 정보는 주로 노지 과수원에서 획득하지만 최근 발달하는 정보통신 환경에서는 인터넷을 통하여서도 다양한 정보를 얻을 수 있다. 그 중 정부나 농업 관련 연구소, 단체 등에서 제공하는 정보들은 농민들 입장에서 수집하기 어려운 내용일 뿐만 아니라, 추가적인 가공을 거친 자료가 많아 그 활용가치가 높은 편이다. 이런 자료들 중 OpenAPI를 이용하여 정보를 제공하는 자료들은 그 표준화된 데이터 형태 덕분에 수집 및 활용이 용이하여 OFIS 데이터 수집서비스(OFIS_Bee)를 활용하여 데이터베이스와 연동하여 데이터를 수집하였다.

본 연구에서는 과수 농민 및 관계자들에게 중요할 것으로 판단된 농산물 가격정보와 병해충정보 API를 연동하였다. 가격정보의 경우 옥답 사이트에서 제공하는 API를 활용하였고 병해충 정보의 경우 국가농작물병해충관리시스템(National Crop pest Management System, NCPMS) 사이트에서 제공하는 병해충정보 데이터를 활용하였다.

(2) 연구수행방법

파이썬(Python)을 이용하여 제작된 OFIS_BEE 프로그램을 이용하여 OpenAPI로부터 데이터를 수집하였다. 수집하려는 데이터에 따라 OFIS_Bee에게 설정값을 알려주는 stream 파일을 제작하였고 DB는 postgresql을 이용하였다.

(가) 옥답 API

옥답에서 제공하는 API는 생산, 유통, 소비, 소식, 자료실 5가지 그룹으로 나뉘며 총 27개로 구성되어 있다. 그중 가격과 관련된 API로는 13종이 있는데 수산물과 축산물과 관련된 API를 제외한 농산물 관련 API는 표 18과 같다. 이 중 실시간 경매속보 API의 경우 데이터가 가장 안정적으로 들어오며 가장 기본적인 형태의 데이터라 사용자의 편의에 따라 원하는 방식으로 가공이 가능할 것으로 보여 본 연구에서는 실시간 경매속보 API를 수집하기로 결정하였다.

표 18 옥답에서 제공하는 농산물 관련 API

번호	API 명	번호	API 명
1	실시간 경매속보	6	농수축산물 조사가격 정보
2	도매시장 경락정보(농산물)	7	강서시장 조사가격 정보
3	종합유통센터 가격정보	8	가락시장 조사가격 정보
4	빠른가격조회	9	도매시장별 가격비교
5	산지 공판장 가격정보		

(나) NCPMS API

NCPMS에서 제공하는 OpenAPI서비스들은 병해충 검색 OpenAPI서비스, 병해충 예측 OpenAPI서비스, 병해충 예찰 OpenAPI서비스로 그 구체적인 내용은 표 19와 같다.

표 19 NCPMS에서 제공하는 Open API 서비스

병해충 검색 OpenAPI서비스	
서비스명	서비스내용
병검색	작물에 발생하는 병 정보를 검색할 수 있는 서비스
병 상세정보	병의 상세 정보 및 이미지를 제공하는 서비스
병원체 검색	병의 원인이 되는 병원체 정보를 검색할 수 있는 서비스
병원체 상세정보	병원체의 상세 정보 및 이미지를 제공하는 서비스
해충 검색	작물에 기생하는 해충 정보를 검색할 수 있는 서비스
해충 상세정보	해충의 상세 정보 및 이미지를 제공하는 서비스
곤충 검색	각종 곤충의 정보를 검색할 수 있는 서비스
곤충 상세정보	곤충의 상세 정보 및 이미지를 제공하는 서비스
잡초 검색	작물에 기생하는 잡초 정보를 검색할 수 있는 서비스
잡초 상세정보	잡초의 상세 정보 및 이미지를 제공하는 서비스
이미지 검색	대분류이미지로 작물을 검색할 수 있도록 하는 서비스
이미지 검색	중분류이미지로 작물을 검색할 수 있도록 하는 서비스
이미지 검색	소분류이미지로 작물을 검색할 수 있도록 하는 서비스
천적곤충 검색	천적곤충의 정보를 검색할 수 있는 서비스입니다.
병해충 예측OpenAPI서비스	
서비스명	서비스내용
병해충예측지도	병해충 발생 예측정보를 GIS 기반의 지도 서비스로 제공
지점자료예측조회	한 지점에 병해충 발생 예측정보를 시계열 정보로 서비스
예측조사비교	병해충 예측 정보와 예찰 정보를 비교하는 서비스를 제공.
벼도열병 방제결정지원	벼도열병의 방제 결정에 도움이되는 정보를 제공
병해충 예찰OpenAPI서비스	
서비스명	서비스내용
병해충예찰검색	병해충 예찰정보를 검색 서비스로 제공
병해충예찰검색상세 (시도별)	한 회차에 병해충 예찰정보를 시도별로 서비스
병해충예찰검색상세 (시군구별)	한 회차의 시도에 해당하는 병해충 예찰정보를 시군구별로 서비스

① 병해충 검색 OpenAPI서비스

병, 병원체, 곤충 등에 대한 전문적인 지식정보와 이미지 정보를 검색할 수 있다. NCPMS 사이트에서 제공하고 있는 병해충 검색서비스를 그대로 옮겨놓은 것이다. 병해충에 당한 작물의 사진과 병해충 정보를 백과사전식으로 제공하고 있으나 실제 농민들에게 큰 도움이 되기는 어렵다. 이 서비스를 이용하려면 백과사전식으로 단순히 나열된 정보들을 가공하여 실제 작물생산에 도움이 되는 형태의 데이터로 만들 필요가 있다. REST, Ajax 방식을 모두 제공하며 XML, HTML 모두 지원하고 있다.

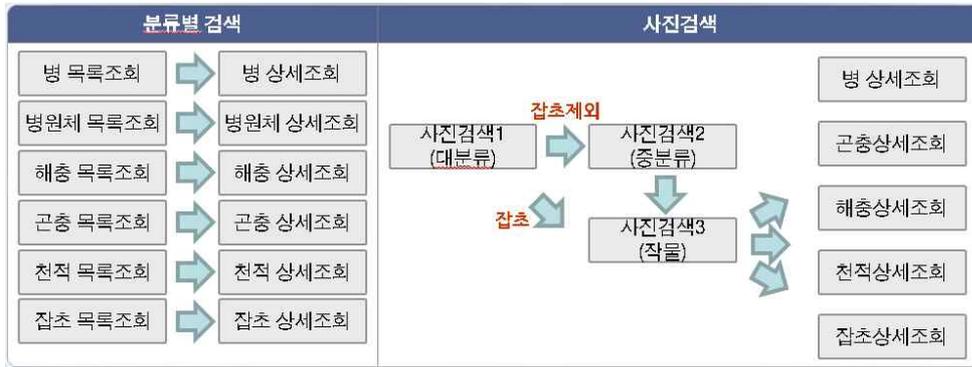


그림 68 병해충 검색서비스 구상도

② 병해충 예측 OpenAPI서비스

병해충 예측 서비스는 적산온도를 이용한 모델을 구동하여 병해충, 위치마다 각기 다른 결과값을 통해 해당위치의 방제시기를 알려주거나 예상할 수 있게 도와주는 서비스이다. 구글 맵과 같은 지도 OpenAPI 서비스를 같이 이용하면 지도상에 결과를 표시할 수 있다(그림 69). 병해충 예측지도의 경우, 특정일자 예측한 병해충 발생정보를 전국단위의 지도서비스로 제공한다. 예측조사비교 서비스는 특정 일자에 병해충 예찰 지점의 한달간 병해충 예측정보를 그래프로 제공하며 일자를 선택하고 병해충을 선택하면 병해충 예찰지점이 지도에서 표시된다. 표시된 지점을 클릭하면 팝업으로 해당지점의 한달간 예측 정보를 그래프로 보여준다. 벼 도열병 방제지원 결정서비스는 벼도열병의 방제를 지원하기 위하여 농작업 정보와 벼도열병 발생 예측정보를 조합하여 방제의견을 제시한다. 이를 위해 농작업정보 중 육묘방법, 이양일, 품종, 시비량, 생육단계, 농약방법 정보를 이용한다. 지점자료 예측조회 서비스의 경우, 일정 기간 동안의 특정 지점의 병해충 발생 예측정보를 조회하여 그래프로 제공한다. 병해충 예측지도, 예측조사비교, 벼도열병 방제결정지원 서비스의 경우, 지도 OpenAPI 서비스가 필수적이며 Ajax 방식만을 제공하기 때문에 이용이 쉽지 않다. 전체적으로 병해충 예측 서비스는 농민에게 도움이 되도록 구상도가 잡혀있으나 아직 구현이 부족한 단계이다. 병해충 예측지도, 지점자료 예측조회 서비스의 경우, 작목별 병해충을 선택할 수 있으나 그 수가 매우 적다. 현재 서비스 하고 있는 병해충과 대상작물은 표 20과 같다.

표 20 예측서비스에서 검색가능한 병해충 및 대상작물

대상작물	병해충명
감귤	감귤케양병, 감귤더텅이병, 감귤검은점무늬병, 감귤화살깎지벌레
배	꼬마배나무이, 가루깎지벌레, 붉은별무늬병
배, 사과	애모무늬잎말이나방, 점박이응애, 굴나방, 복숭아 순나방, 복숭아심식나방, 검은별무늬병, 사과응애, 사과무늬 잎말이나방
사과	겉무늬썩음병
고추	고추탄저병, 고추역병, 담배나방
논벼	잎도열병, 잎집무늬마름병, 세균벼알마름병 출수시, 세균벼알마름병 출수후3일

병해충예측지도 서비스의 경우, 현재 논벼의 잎도열병, 세균벼알마름병이 검색가능하다. 지

점자료 예측조회 서비스의 경우, 지금까지 발표된 기상정보를 이용하여 병해충마다의 적산 온도를 구하고 이를 이용한 모델을 구동하여 병이 발생할 수 있는 환경, 해충이 부화하거나 작물에 해를 입힐 수 있는 환경조건에 도달했는지 확인하여 방제적기를 알려주는 것으로 미래를 예측하여 2015년 3월에 2015년 7월의 발생량이나 발생여부를 알려주는 서비스는 아니다. 또한 이들 서비스의 정확도에도 약간의 문제가 있다. 농촌진흥청에서 해마다 월별로 발행하는 병해충예찰정보의 월별 위험 병해충과 지점자료예측조회 서비스에서 방제시기라고 알려주는 병해충 사이에는 약간의 차이가 있었다. 이는 구동모델 완성도의 문제로 적산온도를 이용하는 이 모델은 병의 경우, 여러 변수를 통해 비교적 정확한 값을 내지만 해충모델의 경우, 누적된 값만을 출력해내고 있어서 실제 해충발생시기와 차이가 발생한다.

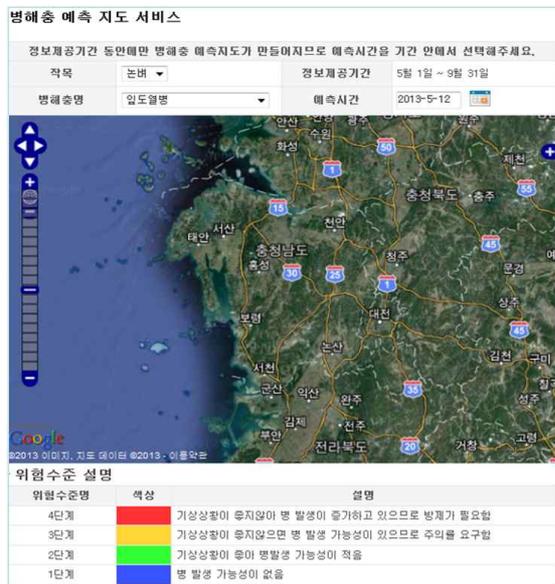


그림 69 병해충 예측지도서비스 구상도

③ 병해충 예찰 OpenAPI서비스

농촌진흥청에서 발행하는 병해충예찰정보를 검색하거나 지역에 맞는 예찰정보만을 시, 도별로 나눠서 제공하는 서비스이다. 병해충 예찰검색 서비스는 병의 예찰을 위해서 어느 시기에 조사를 했는지 검색하는 서비스로 구체적인 예찰정보를 검색하는 서비스는 아니다. 최근 개설된 서비스로 제공하는 정보의 양이 매우 적고 접근이 용이하지 않아 아직 이용하기에는 무리가 있다.

④ OpenAPI 서비스 선택

NCPMS에서는 총 21개의 OpenAPI서비스를 제공하고 있으나 이들을 모두 이용할 필요는 없다. 실제 농민들이 보고 농사에 반영할만한 정보를 가지고 있어야 하고 서비스 지원방식이 본 연구에서 구축한 OFIS에서도 지원 가능해야 한다. NCPMS에서 구현 단계인 서비스도 이용할 수 없다. 따라서 농민들에게 직접적으로 도움이 될 만한 정보가 아닌 검색서비스, 구현이 완성되지 않은 단계인 예찰서비스, 예측서비스에서도 Ajax방식만 지원하는 병해충예측지도, 예측비교서비스는 이용하지 않았다. 벼 도열병 방제결정지원 서비스도 본 연구에서 초점을 맞추고 있는 과수와는 상관이 없고 역시 Ajax방식만 지원하여 이용하지 않았다.

다. 지점자료 예측조회서비스의 경우, 미래 값을 알 수는 없으나 방대한 양의 과거데이터를 제공하여 이후 추세가 어떻게 될지 예상해볼 수 있고 데이터의 정확도도 병해충 피해가 시작되는 3월부터 가장심한 6,7,8월까지의 비교적 정확하다고 볼 수 있으며 REST 방식을 지원하므로 이용할 수 있다.

(3) 연구수행내용 및 결과

(가) 실시간 경매속보 stream

실시간 경매속보의 경우 날짜, 도매시장코드, 대분류코드를 이용하여 원하는 날짜에서 특정 품목의 거래시간, 거래가격, 거래량, 거래가 일어난 시장, 거래가 일어난 업체 등의 거래정보를 받을 수 있다. 실시간 경매속보 api의 경우 요청 url과 그 뒤에 결합하는 요청변수(request parameter)의 조합으로 구성된다. 요청url의 경우 품목별 분류와 검색 url로 분류되는데 그 코드는 다음과 같다.

품목별분류: http://openapi.okdab.com/price/realtime/pricexml_class_action.jsp?

검색 : http://openapi.okdab.com/price/realtime/pricexml_search_action.jsp?

두가지 url 중 품목별분류의 경우 검색서비스에 이용할 코드들을 조회하는데 사용한다. 해당코드들은 아래의 표와 같다. 즉 위의 품목별분류코드 뒤에 아래의 키들을 단계적으로 입력하여 원하는 코드들을 얻을 수 있게 된다. 우선 okdab 사이트에서 사용신청을 통하여 발급받은 key를 집어넣고, 날짜, lcode, mcode, scode 등을 단계적으로 입력하면 그 하위단계에 해당하는 코드들을 얻을 수 있다.

표 21 품목별 분류 검색을 통한 코드 조회

코드명	코드기호	예시
대분류코드	lcode	03 - 두류, 04 - 잡곡류, 06 - 과실류
중분류코드	mcode	0601 - 사과, 0602 - 배, 0603 - 포도
소분류코드	scode	060101 - 홍옥, 060103 - 후지, 060104 - 아오리
도매시장코드	ccode	110001 - 서울가락도매, 210001 - 부산엄궁도매, 250001 - 대전오정도매

검색의 경우 품목별 분류를 통하여 파악한 코드를 이용하여 원하는 거래정보를 조회할 수 있다. 예를 들어 2014년 10월 16일 서울가락동도매시장의 사과(후지)의 경매정보를 조회하면 그림 70과 같은 결과를 받을 수 있다. (url: http://openapi.okdab.com/price/realtime/pricexml_search_action.jsp?key=1&date=20141016&lcode=06&mcode=0601&scode=060103&ccode=110001&snum=&enum=)

This XML file does not appear to have any style information associated with it. The document

```

▼ <price>
  <count>79</count>
  <totalcount>79</totalcount>
  ▼ <result>
    <bidtime>10/16 10:28:29</bidtime>
    <coname>중앙청과</coname>
    <marketname>서울가락도매</marketname>
    <mcclassname>사과</mcclassname>
    <price>36000</price>
    <sanji></sanji>
    <scclassname>후지</scclassname>
    <sumamt>180</sumamt>
    <unitname>15kg 파렛트 특대</unitname>
  </result>
  ▼ <result>
    <bidtime>10/16 10:11:41</bidtime>
    <coname>서울농협(공)</coname>
    <marketname>서울가락도매</marketname>
    <mcclassname>사과</mcclassname>
    <price>17000</price>
    <sanji>경북 영천시</sanji>
    <scclassname>후지</scclassname>
    <sumamt>5</sumamt>
    <unitname>10kg</unitname>
  </result>
  ▼ <result>
    <bidtime>10/16 10:11:39</bidtime>
    <coname>서울농협(공)</coname>
    <marketname>서울가락도매</marketname>
    <mcclassname>사과</mcclassname>
    <price>17000</price>
    <sanji>경북 영천시</sanji>
    <scclassname>후지</scclassname>
    <sumamt>5</sumamt>
    <unitname>10kg</unitname>
  </result>
  ▼ <result>
    <bidtime>10/16 10:10:52</bidtime>
    <coname>서울농협(공)</coname>
    <marketname>서울가락도매</marketname>
    <mcclassname>사과</mcclassname>
    <price>30000</price>
    <sanji>경북 영천시</sanji>
    <scclassname>후지</scclassname>
    <sumamt>7</sumamt>
    <unitname>10kg</unitname>
  </result>

```

그림 70 서울가락동도매시장의 사과(후지) 경매정보

필요에 의하여 후지의 거래내역 뿐만 아니라 사과 전체의 거래내역을 알고 싶다면 scode에 값을 입력하지 않는 경우 사과 전체의 거래내역을 확인할 수 있다. 아래 그림 71에서 볼 수 있는 것과 같이 상위 코드까지만 입력하는 경우 하위 코드들을 통틀어서 검색하기 때문에 더 많은 검색결과를 조회하게 된다.

<pre> ▼ <price> <count>79</count> <totalcount>79</totalcount> </pre> <p>(a)</p>	<pre> ▼ <price> <count>1117</count> <totalcount>1117</totalcount> </pre> <p>(b)</p>
---	---

그림 71 (a) 과실류-사과-후지 로 검색한 결과, (b) 과실류-사과 로 검색한 결과 개수 비교

OFIS Bee를 이용하여 okdab API에서 데이터를 가져오는 stream 파일을 구성하였다. OFIS Bee 프로그램에 맞추어 Stream 파일은 Source, Processor, Mapper, Sink 4가지 파트로 구성되어있다. Source의 경우 접속한 url을 입력하고 원하는 코드를 입력하는 부분으로 이 부분은 미리 조사한 코드를 입력하였다. 단, 조회할 날짜 정보를 특정일로 입력해 놓는 경우 매일 코드를 수정하여야 하는 불편함이 발생하기 때문에 전날의 날짜를 자동으로

입력받는 변수를 작성하였다.

Processor에서는 API 데이터에서 태그를 검색하여 데이터를 파싱할 수 있는 xpathParser를 사용하였다. 그 외의 별도의 processor는 사용하지 않았다. 그 후 Mapper에서 수집한 각각의 데이터의 형태와 타입을 결정하고, Sink를 postgresql DB에 저장하였다. 단 이 경우 okdab의 데이터에 날짜 데이터가 연도 정보가 누락되어 있기 때문에 연도 정보를 함께 입력해주는 코드를 추가적으로 삽입하였다.

(나) NCPMS stream

① 데이터 항목 및 저장구조

데이터는 매번 접속할 때마다 NCPMS에 요청하여 가져올 수도 있고 필요할 때 요청하여 OFIS의 DB에 저장해놓고 이용할 수도 있는데, 병해충 정보는 실시간 또는 짧은 간격으로 급변하는 성격의 데이터가 아니라 보름~1달 기간의 장기적인 정보데이터이기 때문에 OFIS의 DB에 데이터를 저장해놓고 이용한다. DB에 쓸모없는 데이터를 넣어놓을 필요는 없으며 좀더 빠르고 효율적으로 이용하기 위해서 유용한 데이터만 저장해놓고 나머지는 불러오지 않는다.

㉠ 데이터 요청코드

NCPMS에서 데이터를 불러오기 위해 필수로 필요한 코드는 표 22와 같다.

표 22 요청변수(Request Parameters)

요청변수	값	설명
apiKey	String(필수)	Open API 이용신청을 통해 받은 key
serviceCode	String(필수):SVC32	지점자료예측조회 서비스코드
proxyUrl	String(필수)	크로스 도메인을 위한 callback URL
div_id	String(필수)	Ajax 요청 결과의 대상이 되는 Tag Id
dbyhsMdlCode	String(필수)	병해충 코드
longitude	String(필수)	경도
latitude	String(필수)	위도
s_date	String(필수) :YYYY-MM-DD	조회시작일자
e_date	String(필수) :YYYY-MM-DD	조회종료일자

위 표에서 apiKey는 NCPMS에서 발급받은 apikey를 의미한다. serviceCode, proxyUrl은 Ajax방식으로 구현 시 필요한 코드로 REST방식에서는 이용하지 않아도 된다. 그러나 이럴 경우, 그래프가 나타나지 않는다. dbyhsMdlCode는 검색할 병해충코드를 의미하는 것으로 사과, 배에서 검색 가능한 대상작물 및 병해충코드는 다음 표23과 같다. 병해충마다 정보를

제공하는 기간이 정해져있어 그 기간외의 기간에는 응답하지 않는다. longitude, latitude는 검색하고자 하는 지역의 경도, 위도를 의미하며 s_date, e_date는 조회하고자 하는 기간을 의미한다.

표 23 사과, 배 병해충코드

병해충코드	병해충명	대상작물	정보제공기간 2010~2014
1000000001	애모무늬잎말이나방	사과,배	3/1~10/31
1000000002	점박이용애	사과,배	3/1~10/31
1000000003	굴나방	사과,배	3/1~9/31
1000000004	꼬마배나무이	배	2/1~5/31
1000000005	가루깍지벌레	배	3/1~10/31
1000000006	복숭아순나방	사과,배	3/1~10/31
1000000008	겉무늬썩음병	사과	3/1~9/30
1000000009	복숭아심식나방	사과,배	3/1~10/30
1000000010	검은별무늬병	사과,배	4/1~7/31
1000000011	붉은병무늬병	배	4/1~7/31
1000000017	사과응애	사과,배	2/28~10/31
1000000018	사과무늬잎말이나방	사과,배	3/1~10/31

요청변수들을 이용하여 stream파일에 들어갈 url을 만들어보면 다음과 같다.

```
http://ncpms.rda.go.kr/npmsAPI/service?apiKey=201313602229983c7a77c36ab6cbb
c2ad126&serviceCode=SVC32&dbyhsMdlCode=1000000025&longitude=127.83&lati
tude=36.75&s_date=2010-07-15&e_date=2010-09-10
```

㊤ 데이터 요청 결과

NCPMS의 응답 결과는 아래 표24와 같으며 데이터 저장여부도 같이 표시했다.

표 24 응답결과(Response Element) 와 데이터 저장여부

응답변수	설명	저장여부	이유
dbyhsMdlCode	병해충코드	x	병해충명과 중복
dbyhsMdlNm	병해충 명	o	검색한 병해충명
fieldCode	모형구동코드	x	농민에게 불필요함
drveBeginMon	예측시작월	o	사용자가 입력한 예측 시작/ 종료 월일
drveBeginDe	예측시작일	o	
drveEndMon	예측종료월	o	
drveEndDe	예측종료일	o	
drveCycle	모형구동주기(0:시간별,1:일별)	x	일별만 구동 가능함
nowDrveDatet m	최근 구동일자	x	농민에게 불필요함
riskIdx	병해충명 별 위험수준 번호	o	병해충에 따라 위험수준번호, 위험수준 명칭, 위험수준 설명, 위험수준마다의 최대최소 할당값이 다름.
mxmmValue	병해충명 별 위험수준 최소값	o	
mummValue	병해충명 별 위험수준 최대값	o	
riskLevelNm	병해충명 별 위험수준 명	o	
riskDesc	병해충명 별 위험수준 설명	o	
r	레전드 컬러 r값	x	그래프가 나오지 않고 위험도 등급, 설명만 제시를 할 수 있기 때문에 필요하지 않음.
g	레전드 컬러 g값	x	
b	레전드 컬러 b값	x	
alpha	투명도	x	
colorValue	rgb color 코드	x	

riskIdx, mxmmValue, mummValue, riskLevelNm, riskDesc는 모형에서 나온 결과값이 어떤 위험수준에 속하는지 알려주기 위해서 필요하다. 이들의 의미는 각각 한 위험등급별 번호, 명칭, 최대, 최소값으로 표25와 같은 데이터를 의미한다.

표 25 데이터 응답 예시

dbyhsMdlNm	riskLevelNm	riskIdx	drveBeginMon	drveEndMon	mxmmValue	mummValue
애모무늬잎말이나방	3세대방제	4	3	10	1796	1625
애모무늬잎말이나방	2세대방제	3	3	10	1111.25	640
애모무늬잎말이나방	1세대방제	2	3	10	628.75	578
애모무늬잎말이나방	초발일	1	3	10	348.75	290

r, g, b, alpha, colorValue는 그래프에 표시되는 것으로 본 연구에서는 NCPMS에서 제공하는 그래프를 이용하지 않기 때문에 이용하지 않았다.

㉔ 데이터 저장구조

데이터는 두가지 테이블로 저장한다. 모형을 구동시켜 얻은 데이터를 저장하는 테이블과 ㉔에서 설명한대로 그 데이터가 어떤 위험수준에 속하는지 알려줄 이론적인 내용을 저장하는 테이블로 나누었다.

표 26 모형 데이터 저장용 테이블

farmid	dName	fdat	value	code
농장번호	병해충명	날짜(yyyy-mm-dd)	결과값	병해충코드
1	복숭아순나방	2010-04-20 00:00:00	47.155212	1000000006

표 27 이론데이터 저장용 테이블

dName	riskLevelNm	riskIdx	drs_Mon	dre_Mon	mxValue	mnValue
병해충명	위험수준명	위험수준번호	예측시작월	예측종료월	최대값	최소값
굴나방	2세대방제	3	3	9	635	511

라. OFIS 데이터 공유 서비스 개발

(1) 연구개요

표준을 준수하는 것은 몇 가지 이점이 있다. 우선 다른 시스템과의 통신 및 상호작용을 쉽게 만들어 준다. 이것을 이용하면 다양한 벤더의 제품을 연계하여 원하는 기능을 수행하게 만들 수도 있다. 사용자 입장에서 보면 표준을 준수하는 다른 소프트웨어의 사용이 가능하기 때문에 특정 소프트웨어에 종속되지 않을 수 있다. 유사한 관점에서 Schmitz et al. (2009a)는 표준화된 데이터교환이 가능한 시스템을 사용하는 것이 농업정보분야의 지속가능성과 적대적 효과를 줄이는데 도움이 될 것이라고 하였다. 제 2 장에서 살펴본 바와 같이 다양한 농업용 데이터 표준이 존재하지만, 농장관리정보시스템간의 데이터 전송을 위한 국제 표준은 없는 상태이다. 다만 독일, 프랑스 등 특정 국가의 표준만 존재한다.

본 연구는 OFIS 과수농가관리정보시스템의 내부 데이터를 외부에서 접근할 수 있도록 하는 데이터 공유서비스를 개발하는 것이다. 하지만 이를 위한 적절한 표준이 없는 관계로 OFIS 내부의 프로토콜을 정하고 그것을 기반으로 데이터를 전송할 수 있도록 하였다.

(2) 연구수행방법

(가) 데이터의 표현형식

데이터의 표현형식은 마크업을 표현하는 것에서 점차 정보의 메타데이터를 설명할 수 있는 구조적인 형태로 진보해 왔다 (Nurseitov et al., 2009). 이러한 데이터 표현형식으로 XML 혹은 JavaScript Object Notation (JSON) 이 있다.

XML은 Standard Generalized Markup Language (SGML)의 한 부분에 속하는데, XML 문서라 불리는 데이터를 표현하는데 사용되는 언어이다. 각 XML 문서는 논리적 구조와 물리적 구조를 가지고 있다. 물리적으로, XML 문서는 엔티티라 불리는 단위로 구성되며, 루트 라는 엔티티로 시작된다. 한 엔티티는 다른 엔티티를 포함할 수 있다. 논리적으로, 선언, 엘리먼트, 주석, 문자 참조, 처리 순서 등 마크업으로 표현되는 모든 것들로 구성된다 (Bray et al., 1998). 간단히 이야기하면, XML은 사용자가 정의한 태그와 데이터로 이루어진 언어라고 할 수 있다.

JSON은 또 다른 데이터 교환 형식으로, 가볍고, 문자기반이며, 이름과는 달리 프로그래밍 언어에 종속적이지 않다. ECMAScript 프로그램 언어 표준을 기반으로 개발되었고, 간단한 표현형식규칙들로 이루어져 있다 (Crockford, 2006). 사람이 읽는데 지장이 없을 뿐만 아니라 파싱하고 사용하기에도 용이한 형태로 XML과 함께 웹 어플리케이션에 많이 사용된다.

농업관련 분야에서도 XML과 JSON은 다양하게 활용된다. Han et al. (2012)은 작물들의 지역 점유를 확인할 수 있는 CropScape 라는 웹서비스를 개발하였는데, XML와 JSON을 모두 사용하였다. 그 외에도 다양한 연구자들이 XML과 JSON을 그들이 개발한 시스템의 데이터 표현형식으로 사용하였다 (Heindl et al., 2010; Rafoss et al., 2010; Schuster et al., 2011; Kubicek et al., 2013; Montoya et al., 2013). JSON과 XML은 독자적인 강점을 가지고 있기 때문에 사용에 있어서 그 성능과 가능한 리소스등에 대한 이해가 중요하다 (Nurseitov et al., 2009).

(나) OpenAPI와 웹서비스

웹 서비스는 네트워크 상에서 서로 다른 종류의 컴퓨터들 간에 상호작용을 하기 위한 소프트웨어 시스템이다. 웹 서비스는 서비스 지향적 분산 컴퓨팅 기술의 일종으로 SOAP, WSDL, UDDI 등의 주요 표준 기술로 이루어진다. 웹 서비스의 메시징에는 주로 XML과 JSON이 사용된다. OpenAPI는 웹 서비스의 한가지 종류로, 응용프로그램에서 사용할 수 있는 프로그래밍 인터페이스를 HTTP 와 같은 웹 서비스용 프로토콜을 사용하여 접근하여 활용할 수 있도록 것이다. 다양한 IT기업에서 지도, 차트, 블로그 등을 위한 OpenAPI를 개발하여 공개하고 있다. 최근 “정부 3.0” 정책과 함께 정부의 다양한 부처에서도 공공데이터 접근용 OpenAPI를 공개하는 추세이다.

(다) 데이터 공유를 위한 데이터 그룹

OFIS 과수농가관리정보시스템은 농작업기록, 수입과 지출, 지역 기상정보와 예보, 노지 환경정보, 저장고 환경정보 등 다양한 데이터를 다룬다. 그림 72는 OFIS 과수농가관리정보시스템의 데이터베이스 스키마를 보여준다.

(3) 연구수행 내용 및 결과

(가) REST

REST(Representational State Transfer)는 월드 와이드 웹과 같은 분산 하이퍼미디어 시스템을 위한 소프트웨어 아키텍처의 한 형식이다. 이 용어는 HTTP 1.0과 HTTP 1.1 스펙의 주요한 기여자인 로이 필딩(Roy Fielding)의 박사학위 논문에서 소개되었다(Fielding, 2000). 이후로 REST의 원칙에 기반한 RESTful 웹 서비스가 단순한 사용법과 SOAP에 비해 구현하기 쉬운 장점을 배경으로 많이 사용되었다 (Cantelon et al., 2012).

엄격한 의미로 REST는 네트워크 아키텍처 원리의 모음이다. 여기서 네트워크 아키텍처 원리란 리소스를 정의하고 리소스에 대한 주소를 지정하는 방법에 대한 개괄을 말한다. 간단한 의미로는, 도메인 지향 데이터를 HTTP위에서 SOAP이나 쿠키를 통한 세션 트래킹 같은 부가적인 전송 레이어 없이, 전송하기 위한 아주 간단한 인터페이스를 의미한다.

(나) 데이터 공유 인터페이스 설계

데이터 공유 인터페이스는 위에서 설명한 JSON 데이터 형식과 RESTful 웹서비스를 기반으로 설계되었다. JSON은 RESTful 웹서비스와 함께 많이 사용되는데, 상대적으로 빠르고, 적은 리소스를 요구하기 때문이다 (Nurseitov et al., 2009).

표 29 데이터 공유서비스를 위한 RESTful 인터페이스

그룹	HTTP Verb	경로	작동	사용처
농장정보	GET	/farm	show	상세농장정보
	GET	/farm/fields	index	농장에 속한 농지리스트
	GET	/farm/fields/:id	show	특정 농지에 대한 상세정보
지역기상정보	GET	/weather/weatherstation	show	기상대에 대한 상세정보
	GET	/weather	show	현재 기상정보
	GET	/weather/:datetime	show	과거 :datetime 의 기상정보
	GET	/weather/:from,:to	show	과거 :from 부터 :to까지의 기상정보
센서정보	GET	/sensorsystems	index	농장내 센서시스템들에 대한 리스트 정보
	GET	/sensorsystems/:id/observations/	show	:id 센서 시스템의 최근 관측치 정보
	GET	/sensorsystems/:id/dailyobservations/:date	show	:id 센서 시스템의 :date에 대한 일간 관측치 통계정보
	GET	/sensornode/:id/observations/:from,:to	show	:id 센서 시스템의 :from부터 :to까지의 모든 관측치
작업이력정보	GET	/workhistory/:from,:to	index	:from부터 :to까지의 모든 작업이력정보 리스트
	GET	/workhistory/:id	show	:id 작업이력의 상세정보

(다) 데이터 공유 서비스 개발

데이터 공유 서비스는 전통적인 소프트웨어와는 다르게 웹 서비스로 설계되었다. 전통적인 소프트웨어와 웹서비스의 가장 큰 차이점은 모듈간의 연관도라고 할 수 있다. 웹 서비스는 전통적인 소프트웨어와 달리 약한 연관성을 기반으로 하기 때문에 좀 더 유연하게 동적으로 서비스를 찾고, 호출하는 것이 가능하다 (Murakami et al., 2007). 위에서 이미 설명한 바와 같이 데이터 공유 서비스는 4개의 데이터 그룹에 따라 13개의 기능이 설계되었다. 데이터의 공유만을 수행하기 때문에 모든 데이터는 읽기 전용이고, 따라서 GET 방식만 사용한다.

데이터 공유 서비스는 node.js 프레임워크를 사용하여 구현되었다. node.js 프레임워크는 JavaScript 엔진 기반의 프레임워크로 높은 생산성을 보인다. 특히 이벤트 드리븐 방식의 비동기적 I/O를 사용하여 병렬실행이 가능하다 (Tilkov, 2010). node.js의 핵심부는 최적화된 C 언어를 사용하여 작성된 HTTP 파서가 존재하고, 해당 파서는 JavaScript를 사용가능한 저수준의 TCP API를 노출하여 유연한 HTTP 서버로 동작할 수 있다 (Cantelon et al., 2012). 그림 73은 구현된 데이터 공유서비스의 구조와 실행결과를 보여준다.



그림 73 데이터 공유 서비스의 구조와 실행결과

(라) 데이터 공유를 위한 사용자 동의

데이터 공유가 이루어지기 위해서 가장 선결되어야 할 조건은 데이터 소유주의 허가이다. 이를 위해서 OFIS 과수농가관리정보시스템에 데이터 공유 여부를 설정할 수 있는 인터페이스를 만들었다. 각 데이터 그룹별로 공유여부를 설정할 수 있으며, 공개, 비공개, 선택적 공개의 3가지 선택지를 사용하였다. 공개는 특별한 조건없이 데이터를 공유하는 것이며, 비공개는 반대로 공유하지 않는다는 것이다. 선택적 공개는 데이터의 소유주가 데이터 공개 신청에 대해서 선택할 수 있도록 하겠다는 의미이다. 그림 74는 일반 웹 환경과 모바일 웹 환경에서 정보공개관리를 수행할 수 있는 UI를 보여준다.



그림 74 데이터 그룹별 데이터 공유 동의 설정

마. OFIS 외부 확장서비스 플랫폼 개발

(1) 연구개요

개방형 시스템을 활용한 접근법은 개발하려는 시스템을 지속가능하게 하기 위한 목적으로 활용된다. 개방형 시스템은 다른 시스템과 서로 데이터를 교환할 수 있는 개방형 인터페이스를 가진 시스템이다. 이러한 접근법은 복잡한 정보처리와 시스템 접근성 향상에 있어서 크게 도움이 될 수 있다 (Pesonen et al., 2008).

OFIS는 클라우드 기반의 통합 농장관리시스템으로 다양한 장치 및 농업정보시스템으로부터 데이터를 수집할 수 있다. 앞서 설명한 데이터 수집 서비스는 다양한 데이터 소스로부터 데이터 수집 및 처리를 가능하게 하고, 데이터 공유 서비스는 농장내에서 발생하여 uFarm 클라우드에 축적된 정보를 공유할 수 있도록 한다. 지금까지 보아온 서비스가 데이터의 확장 및 공유에 대해서 이야기하였다면 여기서 언급하는 외부 확장서비스는 OFIS FMIS에 개발되어 활용가능한 기능 이외의 추가적인 기능의 활용이 가능하도록 하는 서비스이다.

(2) 연구수행방법

(가) OFIS Service

OFIS는 클라우드 내의 가상머신에서 작동하는 시스템이다. 한 농가를 위한 가상머신에는 다양한 서비스들이 동작하게 되는데 앞서 설명한 데이터 수집 서비스, 데이터 공유 서비스 등이 그러한 서비스들의 일종이다. 그림 75는 OFIS에서 실행되는 서비스간의 상호연결 상태를 보여준다.

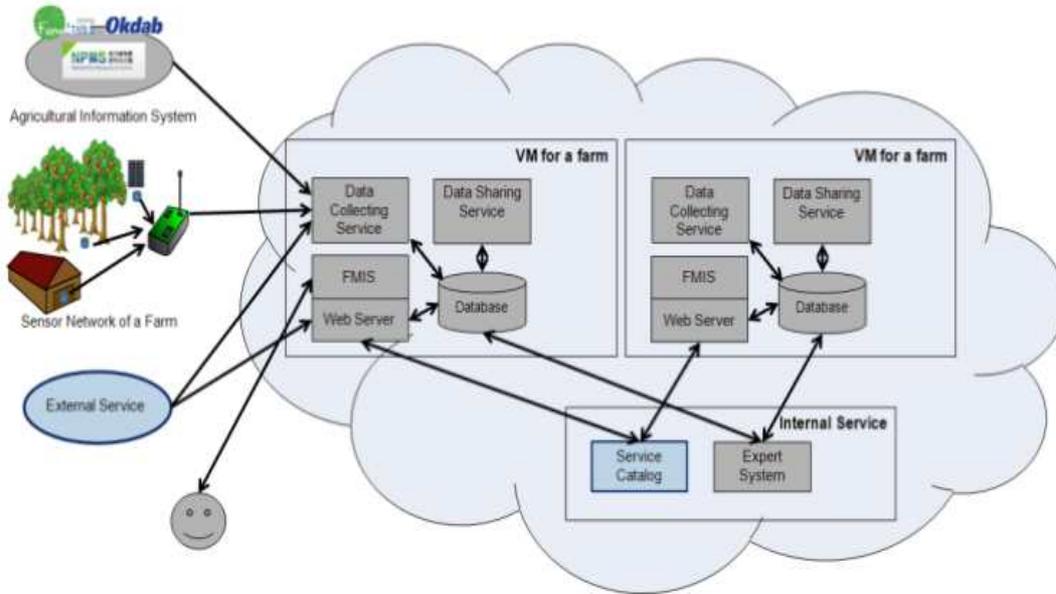


그림 75 OFIS 서비스간 상호연동

OFIS 서비스는 다양하기 때문에 이를 분류하는 것이 중요한데, 이는 각 서비스마다 고유의 범위와 권한이 필요하기 때문이다.

① 서비스 위치 분류

OFIS FMIS는 자체적인 운영 체제, 웹 서버 그리고 데이터베이스를 지니는 단일 가상머신에서 동작하며, 동일한 가상머신에서 동작하는 다른 OFIS 서비스와 연동된다. 서비스 카탈로그나 전문가 시스템 같은 서비스는 별도의 가상머신에서 동작된다. 이러한 별도의 가상머신에서 동작하는 서비스들도 OFIS FMIS가 동작하는 가상머신위에 있는 서비스들과 서로 통신이 가능하다. 다만 다른 가상머신에서 동작하는 서비스는 특정가상머신의 데이터에 직접 접근할 수 없고, 데이터 공유 서비스를 이용해야한다.

② 실행 타이밍 분류

각각의 서비스는 적절한 타이밍에 접속되거나 실행되어야 한다. 실행에는 두 가지 타입이 있다 - 일괄 실행과 실시간 실행. 예를 들어, OKDAB OpenAPI는 작물의 실시간 매매 정보를 지원한다. 만일 서비스가 작물의 가격 정보를 모으고 사용자가 곡물의 현재가를 알려고 한다면, 서비스는 사용자 요구시 실행되어야 한다. 그러나 만일 사용자가 지난 달 동안 곡물가의 변화를 알고 싶다면, 서비스는 정기적으로 실행되어야 하고 그것은 약간의 통계처리가 필요하다.

③ 접근 권한 분류

접근 권한이란 것에 있어 서비스에는 두 가지 타입이 있다. 공개 서비스는 별도의 허가 없이 해당 서비스에 접근할 수 있다. 예를 들어 기상청의 기상예보정보는 공개서비스의 전형적인 예라고 할 수 있다. 그러나 비공개 서비스는 접근을 위한 허가가 필요한 서비스이다. OFIS 데이터 공유 서비스에 접근하기 위해서는 데이터의 소유주로부터 확인을 받은 이후에

발급되는 서비스키를 사용하여야만 접근이 가능gkeek.

(나) 외부 서비스

외부 서비스란 OFIS 시스템에서 기본적으로 제공하지 않는 모든 서비스를 의미한다. 일반적으로 타 개발사에 의해서 개발되는 웹서비스를 의미하며, OFIS 서비스 카탈로그에 등록되어 사용될 수 있다. 이런 방식을 통해서 OFIS에서 제공되지 않는 기능이 외부 개발사에서 개발한 서비스에 의해 지원될 수 있게 된다.

웹서비스를 위한 일반적인 구조 모델은 서비스 제공자, 서비스 등록기관, 그리고 서비스 소비자로 구성된다. 서비스 제공자는 서비스 등록기관에 서비스를 공개 할 수도 있고 하지 않을 수도 있다. 서비스 소비자는 서비스 등록기관에서 원하는 서비스를 찾을 수 있다. 서비스 소비자가 원하는 서비스를 찾으면, 서비스 소비자와 서비스 제공자 상호 간의 연결이 생기는 것이다 (Arroqui et al., 2012). OFIS의 외부 확장서비스는 이 구조 모델을 채택한다. 서비스 제공자에 의해 개발된 외부 서비스는 OFIS 내에서 서비스 카탈로그라 불리는 서비스 등록기관에 등록되어야 한다.

OFIS는 네 가지 타입의 외부 확장 서비스 인터페이스를 지원한다.

① 데이터 서비스

데이터 서비스는 어떤 정보와 데이터를 포함하는 JSON 또는 XML documents를 제공할 수 있는 일반적인 웹 서비스이다. OFIS는 웹서비스로부터 데이터를 모으는 구성요소를 지닌다. 만일 적절한 파싱 규칙이 주어지면, 제공된 데이터는 구성 요소에 의해 수집될 수 있다. OFIS 플랫폼은 이미 두 가지 데이터 서비스를 지닌다. OGC의 SOS를 제공하는 임베디드 시스템은 개발되었다. 이는 SensorML을 사용하는 기상대와 Observations and Measurements를 이용한 기상관측의 기술을 제공할 수 있다 (Kim et al., 2013a). 다른 데이터 서비스는 OFIS FMIS의 내부 데이터에 접근하는 인터페이스를 지원할 수 있는 데이터 공유 서비스이다. 내부 데이터는 네 개의 데이터 그룹으로 분류되고 AgroXML 및 OGC standards와 같은 적절한 데이터 교환 형식에 의해 접속될 수 있다.

② 모델 서비스

모델 서비스는 모델 실행의 경과를 보여주는 특별한 서비스이다. 누적된 온도 데이터를 이용하여 사과 나무의 만개일을 예측할 수 있는 모델이 있다면, 서비스 제공자는 사용자의 작업장의 주변 온도 데이터 세트와 모델을 이용하여 날짜를 계산할 수 있는 모델 서비스를 개발할 수 있을 것이다. OFIS 데이터 공유 서비스를 이용하여 농장내 온도데이터에 접근이 가능하고, 이를 기반으로 서비스 제공자가 모델의 결과를 계산하여 알려주는 서비스가 가능하다.

③ 뷰 서비스(View Service)

데이터 서비스 또는 모델 서비스는 그들의 사용자 인터페이스를 정의할 수 없다. 만일 서비스 제공자가 정보를 다른 형식으로 보여주고 싶다면, 서비스 제공자는 뷰 서비스와 같은 다

른 서비스 타입을 사용할 수 있다. 뷰 서비스에 대해, OFIS FMIS는 다섯 가지의 정의된 위젯 - 메뉴, 표, 이미지, 차트 그리고 텍스트박스 - 을 지원한다. 하나의 뷰는 위젯의 조합이 될 수 있고 링크를 통해 여러 가지 뷰를 제공할 수 있다. 뷰 서비스 인터페이스를 따르는 뷰는 OFIS FMIS에 의해 해석되어 보여질 수 있다. 이러한 방식의 장점은 서비스 제공자가 쉽게 단순한 UI의 서비스를 제공할 수 있다는 것이다. 모든 위젯은 두 종류의 링크를 제공할 수 있다. 외부 링크는 새로운 윈도우 내에서 링크를 열 수 있다. 내부 링크는 뷰 서비스의 다른 뷰와 연결하여 사용자의 피드백을 얻도록 사용될 수 있다.

④ 어플리케이션 서비스

마지막 타입은 완전한 웹 어플리케이션과 같은 어플리케이션 서비스이다. 이 서비스에는 어떤 제약도 없으며, 서비스 제공자는 웹사이트를 하나를 하나 만드는 것이다. OFIS에서 이 서비스의 결과를 해석하지는 않으며 다만 발급된 서비스 키를 이용하여 링크를 새창에 열어준다. 서비스 제공자는 서비스 키를 이용해서 개인용 서비스를 제공할 수 있다.

(3) 연구수행 내용 및 결과

(가) 서비스 카탈로그

서비스 제공자에 의해 서비스가 개발되었을 때, 서비스는 서비스 카탈로그에 등록되어야 한다. 등록 과정은 OFIS의 관리자가 서비스를 점검해야 하기 때문에 수동으로 이루어진다. 서비스 카탈로그는 모든 서비스를 관리하며 서비스를 도입하거나 도입을 취소할 수 있게 도와준다. 현재 OFIS가 시스템 도입 및 서비스 도입에 대한 과금을 수행하고 있지는 않지만, 서비스 카탈로그는 일종의 마켓플레이스 역할을 담당하게 된다고 할 수 있다.

표 30 서비스 도입 및 취소를 위한 RESTful 인터페이스

HTTP Verb	Path	Action	used for
POST	/adopt	adopt	notify that a user adopt this service
DELETE	/drop	drop	notify that a user drop this service

표 31 외부 확장서비스 접근을 위한 RESTful 인터페이스

HTTP Verb	Path	Action	used for
GET	/allservices	index	display a list of all public services
GET	/service	index	display a list of available services for a user
GET	/availableservices	index	display a list of available and not adopted services
GET	/service/:id	show	display detail information of a specific service
POST	/service/:id	adopt	adopt a specific service
DELETE	/service/:id	drop	drop a specific service

(나) 외부 확장서비스 도입 절차

외부 확장서비스를 이용하기 위해 해당 서비스를 도입하여야 한다. 도입절차는 다음과 같다.

- ① 사용자는 외부 확장서비스의 세부 정보를 읽은 후에 해당 서비스를 도입할 지를 결정할 수 있다.
- ② OFIS FMIS는 외부 확장서비스의 구동을 위해 필요한 제약 서비스(보통 데이터공유서비스)가 있는지를 확인한다. 만약 제약 서비스가 있다면, OFIS FMIS는 사용자에게 제약 서비스에 접근하기 위한 사용 동의를 요청하고, 사용자의 동의를 얻으면 다음을 진행한다. 하지만 사용자의 OFIS FMIS가 제약 서비스를 제공하지 않거나, 사용 동의를 거부되면 도입절차는 실패하게 된다.
- ③ OFIS FMIS는 서비스 카탈로그에 도입 REST 요청을 보낸다.
- ④ 서비스 카탈로그는 제약 서비스 정보를 확인한다. 사용자의 OFIS FMIS가 제약 서비스를 제공하지 않는다면, 서비스 카탈로그는 요청을 거절한다.
- ⑤ 만일 제약 서비스가 없거나 제약 서비스가 제공되지 않는다면, 서비스 카탈로그는 서비스에 대한 서비스 키를 만들어낸다. 그리고 제약 서비스가 있다면, 서비스 카탈로그는 제약 서비스에 대한 서비스 키를 만들어 낸다.
- ⑥ 서비스 카탈로그는 서비스 제공자에 대한 서비스의 도입을 알리게 된다. 이 알림은 서비스, 제약 서비스 정보에 접근하기 위한 서비스 키를 포함해야 하며 제약 서비스에 대한 서비스 키도 포함해야 한다.
- ⑦ 서비스 제공자는 서비스 키, 제약 서비스 정보 및 제약 서비스에 대한 서비스 키를 저장하고 있어야 하며 응답을 보내야 한다.
- ⑧ 서비스 카탈로그는 데이터베이스에 서비스 도입에 대한 모든 관련된 정보를 저장하고 도입이 되었음을 알린다.
- ⑨ OFIS FMIS는 서비스 키를 저장하고 서비스 키를 이용하여 서비스에 접속한다.

그림 76은 외부 서비스 도입 절차를 시퀀스 다이어그램으로 보여준다.

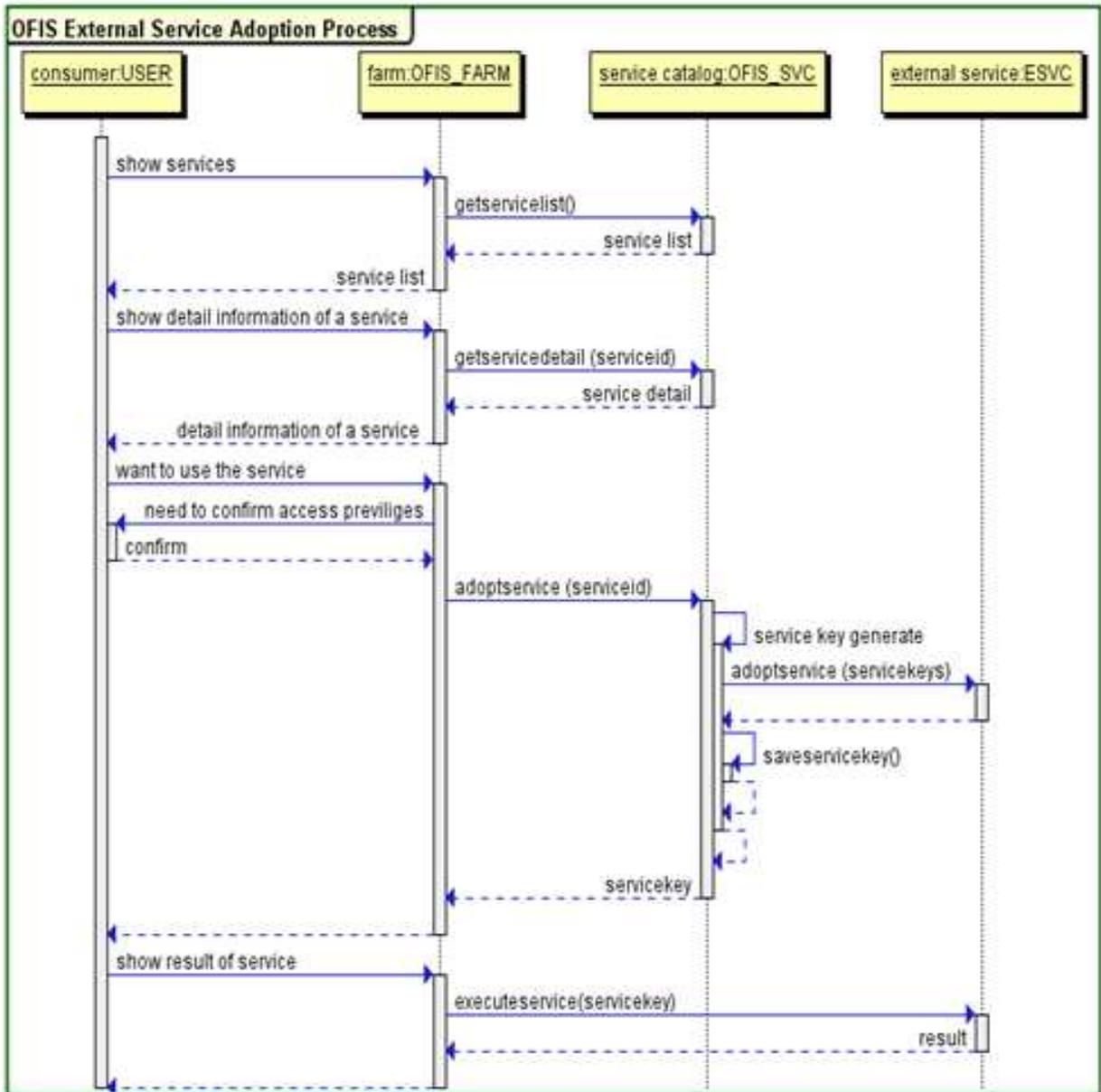


그림 76 외부 서비스 도입 절차

(다) 외부 확장서비스 도입 취소 절차

서비스 사용을 멈추기 위해서 다음의 과정이 필요하다.

- ① 사용자는 채택된 서비스의 도입을 취소 할 수 있다.
- ② OFIS FMIS는 서비스 카탈로그에 도입취소 요청을 보낸다.
- ③ 서비스 카탈로그는 제약 서비스, 서비스 인스턴스를 확인하고 사용자의 도입 취소요청을 서비스 제공자에 알린다.
- ④ 서비스 제공자는 해당 서비스와 관련된 모든 정보를 삭제한다.
- ⑤ 만약 해당 서비스가 제약 서비스를 사용하고 있었다면, OFIS FMIS는 제약 서비스 정보와 서비스 키를 지워야만 한다.

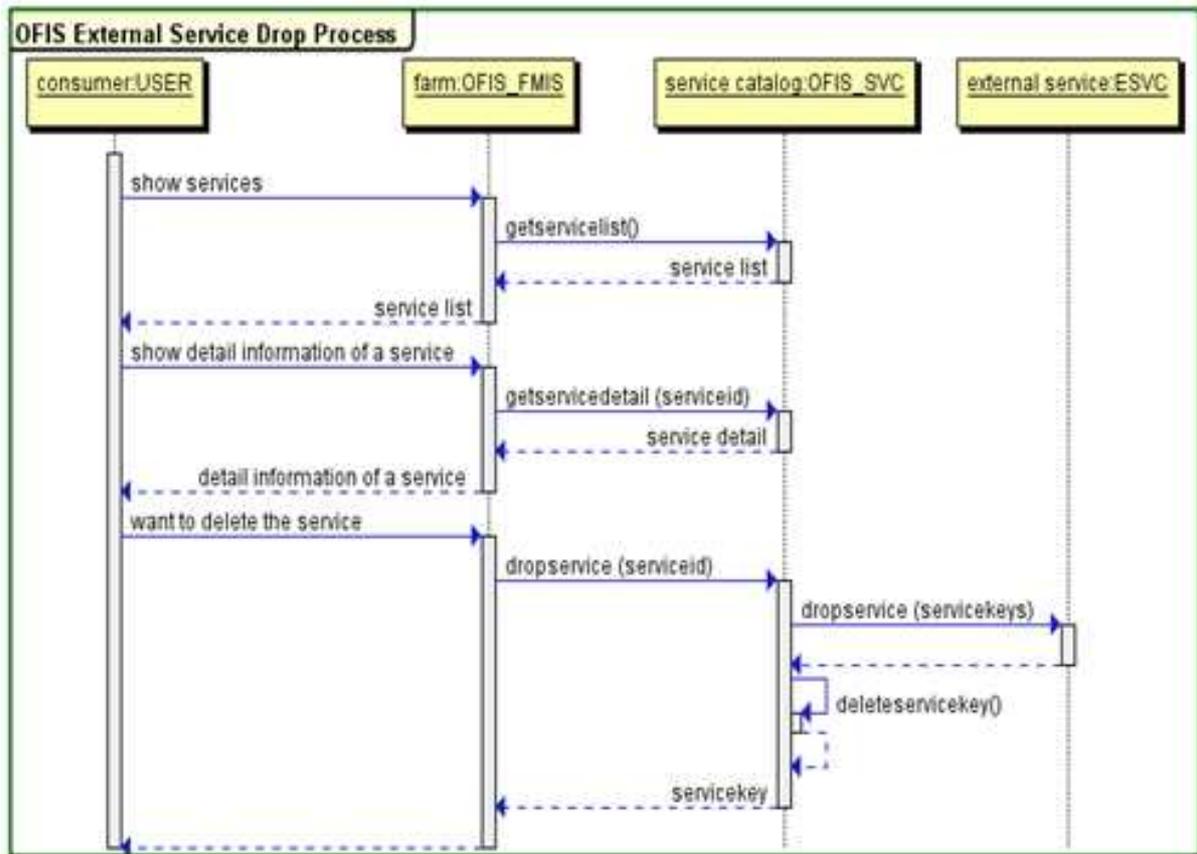


그림 77 외부 확장 서비스 도입 취소 절차

(라) 외부 확장서비스의 실행

OFIS는 네 가지 타입의 외부 확장 서비스 인터페이스를 지원한다. 그림 78은 외부 확장서비스의 실행 절차를 보여준다. 그림에서 보이는 것처럼, 모든 서비스는 사용자와 상호작용을 수행하지만, 데이터 서비스는 사용자와 직접적인 상호작용이 없다. OFIS FMIS는 외부 서비스의 결과를 보여주고 사용자의 피드백 요청을 보내주는 기능을 지닌다.

데이터 서비스와 모델 서비스는 배치 프로그램과 같이 작동한다. 데이터 수집 서비스는 외부 서비스의 결과를 얻는 데에 사용되는데, 주기적으로 외부 서비스에 접속하여 데이터를 수집한다.

모델 서비스, 뷰 서비스 그리고 어플리케이션 서비스는 사용자와 소통할 필요가 있다. 어플리케이션 서비스 다른 웹 사이트와 같아서 링크를 이용하여 새 창을 열어주는 것이 전부이지만, 모델 서비스와 뷰 서비스는 외부 서비스의 결과를 해석하여 처리할 필요가 있다. 외부 서비스의 출력은 JSON 형식이며, 이 내용을 웹브라우저에서 보여주기 위해 OFIS FMIS의 내부 프로그램에서 이를 HTML로 전환한다.

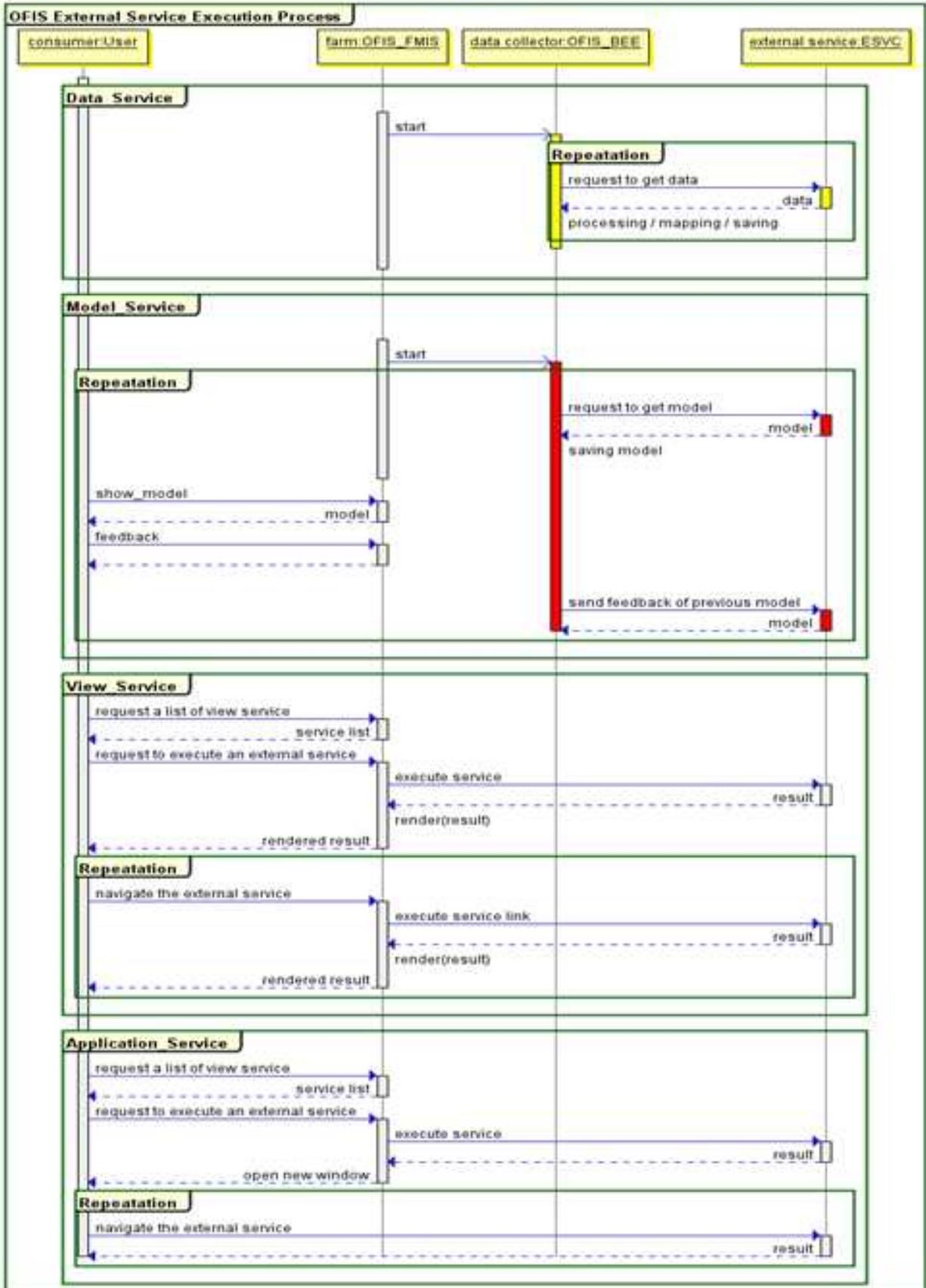


그림 78 외부 확장서비스의 실행절차

(마) 외부 확장서비스 구현 예

외부 확장 서비스의 구현 예를 보이기 위해서 농촌진흥청의 OpenAPI 서비스를 선택하였다. 농촌진흥청은 경작 기술, 작물 관리 정보, 농업 뉴스 등과 같은 여러 가지 농업 정보와 관련된 OpenAPI 서비스를 지원해왔다. 이 중 농촌진흥청의 OpenAPI 서비스 중 작물 관리 매뉴얼 서비스는 농부, 소비자, 관련 기관 및 이를 사용하는 학생들을 위해 10개의 카테고리 와 177 작물 요약 정보를 지원한다 (RDA, 2014). 농촌진흥청 OpenAPI 서비스로부터 직접적으로 정보를 얻어내는 것은 번거로운데 이는 농촌진흥청의 OpenAPI가 XML과 HTML 혼합 형태의 문서 형태를 사용하기 때문이다.

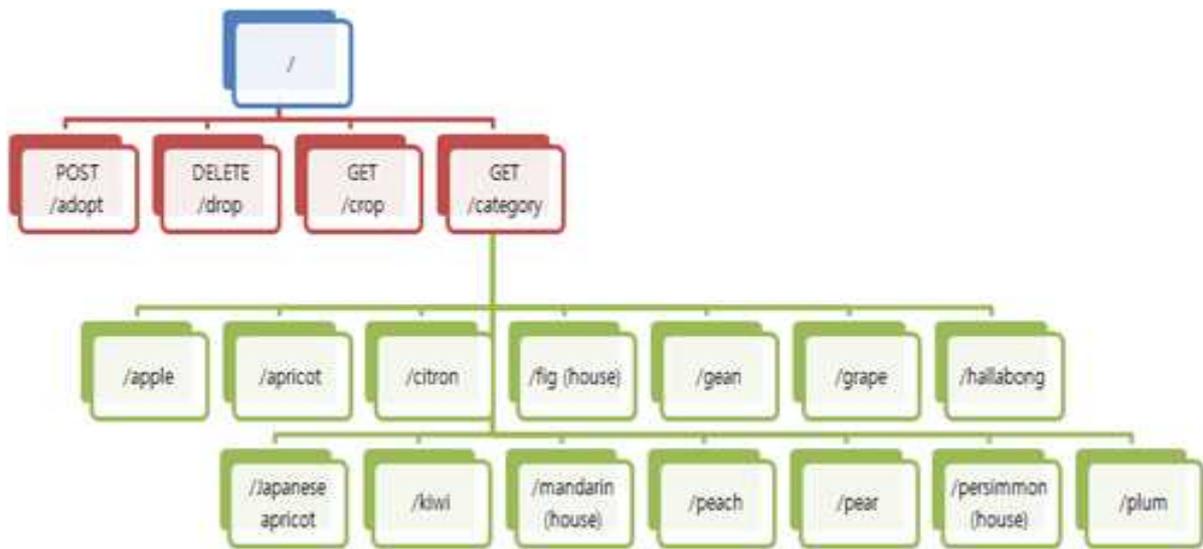


그림 79 농촌진흥청의 품목별 매뉴얼 OpenAPI를 활용한 외부 확장서비스의 RESTful 인터페이스

외부 확장서비스는 RDA OpenAPI 가 지원하는 14종의 과수에 대한 품목별 관리 매뉴얼을 보여줄 수 있는 뷰 서비스로 설계되었다. 설계된 외부 서비스의 RESTful 인터페이스 구조는 그림 79와 같다. 외부서비스는 node.js framework와 PostgreSQL을 기반으로 구현되었다. 외부 확장서비스 환경에 대한 전체 과정을 시험하기 위해, 이 사용 케이스는 서비스 카탈로그에 등록되었고 OFIS FMIS의 인스턴스로 도입되었다. 그림 80는 외부 서비스의 도입 상태와 실행상태를 보여준다.

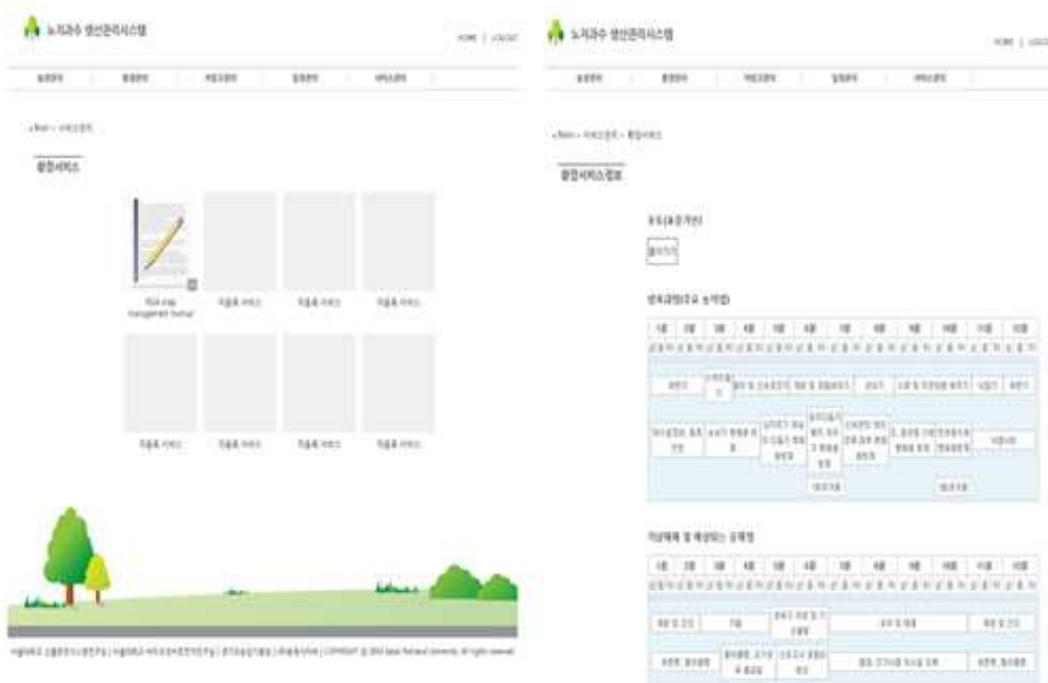


그림 80 외부 확장서비스 실행 예시

바. 외부 확장서비스 샘플 개발

본 연구에서 개발한 OFIS 에서는 외부의 데이터를 DB로 저장한 후 유용한 데이터만을 취사선택, 가공하여 새로운 방식의 서비스로 제공할 수 있다. 농업정보사이트인 옥답과 국가농작물병해충관리시스템(NCPMS)에서 제공하는 OpenAPI 서비스를 이용하여 가격정보와 병해충관련정보를 가져왔고 이들을 새로운 형태로 가공하여 제공한다.

(1) 가격정보서비스 샘플 개발

(가) 연구개요

우리나라 농산물 거래에 있어 가격의 대부분은 도매시장 경매에서 결정된다. 그림 81의 자료에서 볼 수 있는 것과 같이 농산물의 유통 경로별 비중에서 도매시장이 차지하는 비율이 50%를 넘는 실정이다. 거기다 정가나 수의 매매를 통한 거래는 8.5%밖에 이루어지지 않으나 경매의 경우 80%에 달해 이웃나라인 일본에 비하여 가격의 변동성이 매우 심하다고 할 수 있다. 그 중 서울 송파 가락시장의 경우 우리나라 1년 과일 채소 유통 물량의 4분의 1을 취급하는 곳으로 전국 표준가격 역할을 수행하게 된다.

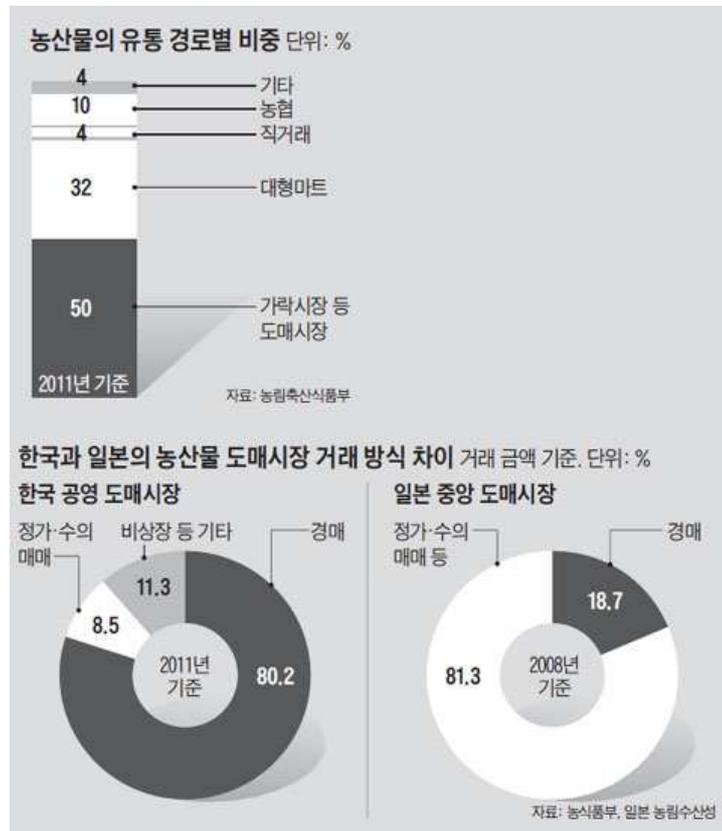


그림 81 농산물의 유통 경로별 비중 및 한국과 일본의 농산물 도매시장 거래 방식 차이

이에 따라 농민이나 유통업자들은 가락도매시장의 가격을 참조로 하여 거래 단가를 결정하는 경우가 많다. 따라서 가락도매시장의 가격 변화와 전날의 거래 가격 정보를 제공해주는 외부 서비스를 제작하여 u-Farm 클라우드 시스템에 연동하였다.

(나) 연구수행 방법

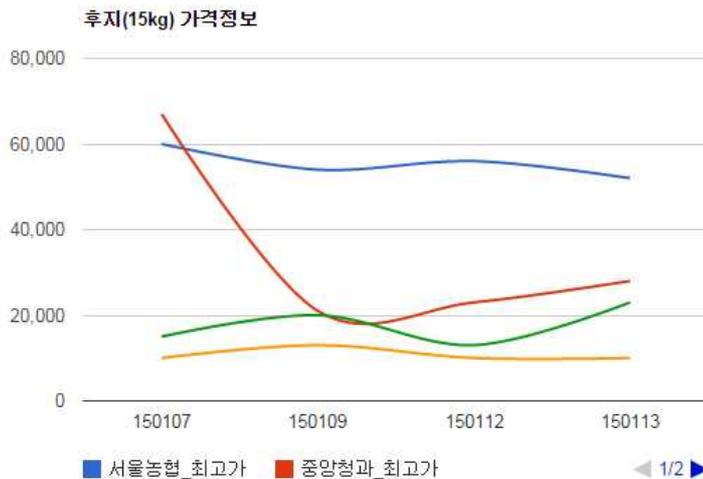
OFIS Bee를 이용하여 수집된 가락도매시장의 거래정보에서 각 일자별 최고가와 최저가를 조회하는 코드를 Python과 SQL query를 이용하여 작성하였다. 그래프의 경우 구글 차트를 이용하여 작성하였는데 사용자가 서비스에 접속하는 경우 그 전날을 기준으로 1주일 치의 최고가, 최저가의 변화를 나타내었다. 가격정보를 수집하는 업체의 개수는 가격비교가 가능하도록 2곳으로 결정하였다. 또, 전날의 가격의 경우 실제 가격이 얼마인지가 중요한 정보라고 판단되어 테이블 형태로 별도로 제공하였다.

(다) 연구수행 내용 및 결과

본 연구과제의 적용 대상인 사과, 배, 복숭아에 대하여 가격정보를 표시할 수 있는 외부서비스를 제공하였다. 기본적인 틀은 OFIS BEE를 통하여 실시간 경매속보 데이터를 DB에 순차적으로 저장하고, 사용자가 가격동향 외부서비스를 실행하는 순간 미리 작성해 놓은 쿼리문을 이용하여 페이지에 차트와 테이블을 그려주는 형태이다.

실제로 그려진 그래프와 테이블의 형태는 그림82와 같다. 그래프는 차트종류 중 Line

chart를 이용하여 그렸는데 옵션으로 curveType을 function으로 설정하여 부드러운 곡선 형태로 표현하였다. 범례의 경우 차트 하단과 우측에 표현이 모두 가능하도록 설정하였다. 실제 어제 가격의 경우 두 업체에서 제공한 최솟값과 최댓값을 표시하여 실제 거래에서 이용할 수 있도록 하였다.



Date	Max Price	Min Price	Company Name
15-01-13	52000	10000	서울농협(공)
15-01-13	28000	23000	중앙청과

그림 82 가격동향 외부서비스

(2) 병해충정보서비스 샘플 개발

(가) 연구개요

국제적인 통계에 의하면 정상적으로 작물을 보호관리 했을 경우에도 병해충 및 잡초로 인한 작물 생산 손실이 평균 30%가 넘는다고 한다. 특히 과채류의 경우, 감수량이 8,90%에 이를 만큼 병해충에 대한 방제, 예찰은 한해 농사 결과를 좌우하는 요소들 중 하나라고 할 수 있다. 80년대부터 국내에서도 과학적인 방법을 동원하여 농촌진흥청을 중심으로 전국적인 병해충 예찰, 방제업무를 진행하고 있다. 그러나 지역별로 기상조건이 다르고 병해충의 발생시기를 예측하는 일이 매우 전문적인 지식과 기술을 요구하는 일이다보니 국가에서 많은 노력을 기울인다고 해도 국지적인 예찰이나 농가마다의 개별적인 예찰은 불가능한 상황이다. 따라서 본 연구에서는 국가농작물병해충시스템에서 제공하는 지점자료 예측조회 서비스를 이용하여 월별 주요 병해충, 발생위험정도 등의 정보를 제공해주는 외부 서비스를 제작하여 u-Farm 클라우드 시스템에 연동하였다.

(나) 연구수행 방법

NCPMS에서 제공하는 병해충 정보와 지난 병해충발생예보를 이용해 2010~2014년까지 월별 주요 병해충을 기록하고 OFIS Bee를 이용하여 NCPMS의 지점별 병해충발생정보에서 병해충별 월별 평균값과 1달간의 일일 적산온도값을 조회하는 코드를 Python과 SQL

query를 이용하여 작성하였다. 그래프는 구글차트를 이용하여 작성하고 병해충명을 선택하면 1달동안의 적산온도 데이터를 연도별로 선형그래프로 나타내고 1년 동안 월별 적산온도 평균값을 막대그래프로 나타내어 1달, 연도별 변화량을 알고 미래의 발생 시기를 가늠해볼 수 있게 하였다. 구체적인 위험수준명과 위험수준정보를 통해 적절한 방제시기를 알린다.

(다) 연구수행 내용 및 결과

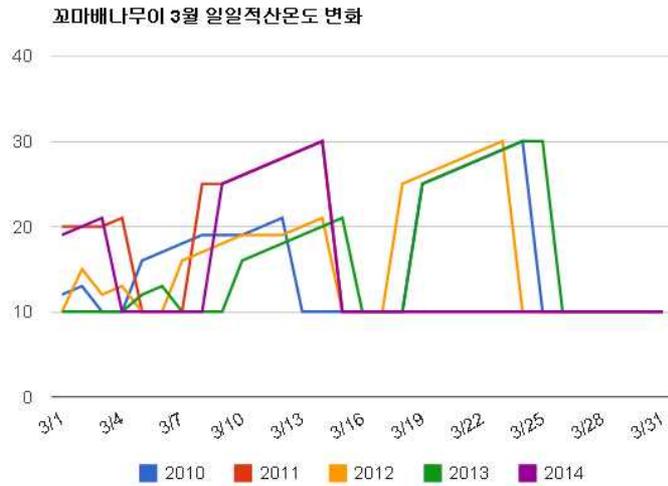
본 연구과제의 적용대상인 사과, 배, 복숭아 중 현재 실험중인 농가가 위치한 지역과 재배작물인 배에 대하여 월평균 적산온도값과 1달간의 적산온도 변화량을 보여줄 수 있는 서비스를 제공하였다. OFIS BEE를 통하여 NCPMS의 지점자료예측조회 서비스를 이용하여 지난 5년간(2010~2014) 병해충별 적산온도 데이터를 저장하고 사용자가 메인페이지의 월 또는 병해충명을 실행하는 순간 미리 작성된 쿼리문을 이용하여 페이지에 차트와 텍스트를 출력하는 형태이다.

실행된 화면은 그림83과 같다. 먼저 메인페이지에는 월별로 위험한 병해충을 표로 정리해 놓고 사용자가 원하는 달의 병해충을 선택할 수 있게 하였다. 월, 병해충명을 둘다 선택할 수 있다. 월을 선택하는 경우, 그림84와 같은 페이지가 출력된다. 이는 3월 1달간 꼬마배나무이의 일일 적산온도가 지난 5년간 어떻게 변화했는지 보여주는 그래프로 그래프는 꺾이는 형태를 표현하기 위하여 가장 기본적인 형태의 그래프를 이용하였다. NCPMS 사이트에서 제공하는 병해충 정보와 전문가 의견을 반영한 그래프 해석도 첨부하여 농민들이 변화 추세를 알고 방제시기를 대비할 수 있고 이후의 방제시기도 대략적으로 염두에 둘 수 있게 하였다.

월	병명	해충명
2월		꼬마배나무이
3월		꼬마배나무이, 배나무면충, 사과응애, 점박이응애
4월	검은별무늬병, 붉은별무늬병	가루깍지벌레, 꼬마배나무이, 배나무면충, 사과응애, 점박이응애
5월	검은별무늬병, 붉은별무늬병	꼬마배나무이, 배나무면충, 복숭아순나방, 점박이응애
6월	검은별무늬병, 붉은별무늬병	가루깍지벌레, 굴나방, 복숭아순나방, 복숭아심식나방, 사과응애, 점박이응애, 사과무늬잎말이나방, 애모무늬잎말이나방
7월	검은별무늬병	가루깍지벌레, 꼬마배나무이, 복숭아순나방, 복숭아심식나방, 사과응애, 점박이응애, 사과무늬잎말이나방, 애모무늬잎말이나방
8월		가루깍지벌레, 복숭아순나방, 복숭아심식나방, 점박이응애
9월	검은별무늬병	가루깍지벌레, 꼬마배나무이, 복숭아심식나방, 사과응애, 점박이응애
10월	검은별무늬병	꼬마배나무이

그림 83 월별 주요 병해충

3월 꼬마배나무이

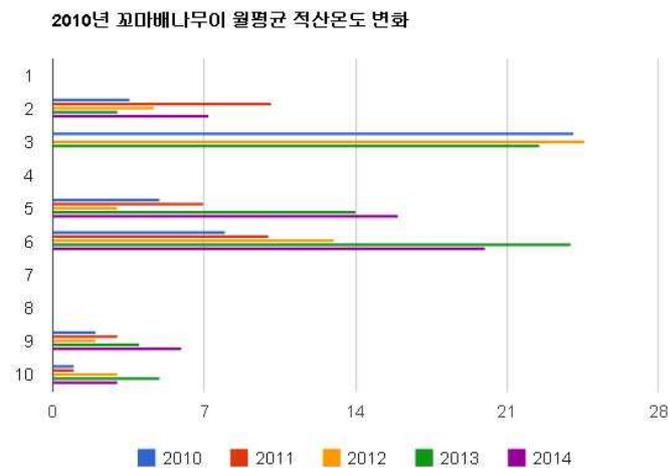


3월달 꼬마배나무이 방제준비 필요. 2011년 이후 3월 온도상승으로 매년 3~5일정도 방제적기가 빨라지고 있음. 피해농가 증가추세.
일일적산온도 12~13: 월동성충이동시기. 15~16: 최적약제살포시기. 25~30: 산란시기.

그림 84 병해충정보 외부서비스

병해충명을 선택할 경우, 다음 그림85와 같은 모양의 그래프와 텍스트가 출력된다. 병해충예찰정보상의 내용과 비교하면 정확도가 떨어지는 편이다. 그래프는 월별로 추세비교를 위해 구글차트의 Barchart를 이용하여 그렸고 그래프 해석을 추가했다.

2010 꼬마배나무이



매년 2월부터 월동성충이 이동하기 시작하여 2월말~3월경 산란. 3월초 최적살포시기로 방제준비 필요. 꼬마배나무이는 연 5회 발생하며 5월 중하순 1세대, 6월 하순 2세대가 발생하고 기온이 상승하는 7~8월에는 발생이 감소하는 경향. 3세대는 7월 중·하순, 4세대는 8월 하순 발생, 9월 하순 이후 5세대인 월동형 성충이 출현. 늦가을 방제 필요없음. 발생량 정도에 따라 3월초, 5월초 방제.

그림 85 월평균 적산온도 변화

사. 클라우드 시스템 보안

(1) 연구개요

클라우드 컴퓨팅 기반의 IT 환경 구축이 보편화되면서 기업과 공공기관에서는 정보시스템 자원의 활용과 통합을 위한 하나의 필수적인 환경으로 인식하기 시작하였고, 개인들도 인터넷 및 모바일 환경에서 다양한 클라우드 서비스를 이용하면서 클라우드 환경에 대한 인식도 높아지고, 당연시 하는 경향이 생겨나기 시작하였다. 이러한 클라우드 컴퓨팅 환경이 기존의 전통적인 IT 환경을 대체하면서 가장 큰 화두로 등장한 것이 클라우드 보안(Cloud Security)이다. 클라우드 보안은 클라우드 서비스를 이용함에 있어서 발생할 수 있는 데이터 유출, 서비스의 가용성 침해 등을 방지하고, 서비스의 안정성과 가용성을 높이는 것이다.

(2) 연구수행방법

(가) 시스템 보안용 하드웨어

1. 방화벽

방화벽이란 서로 다른 보안기준을 갖는 네트워크나 호스트 간의 네트워크 트래픽을 통제하는 프로그램이나 장비를 의미한다. 초창기의 방화벽은 네트워크 경계에 배치되어 내부호스트를 보호하는데 효과를 거두었으나 내부 호스트간의 공격엔 취약한 면모를 보였다. 때문에 최근에는 내부 호스트간에도 차별적으로 방화벽을 설치하고 있으며, 개인PC용 방화벽도 사용되고 있다. 방화벽의 종류는 몇 가지가 있는데, 각각의 방화벽은 네트워크 트래픽 분석 능력이나 기존 정책과 트래픽 특성을 비교하여 트래픽을 차단/허용하는 능력에 차이가 있다. 따라서 방화벽 종류별 기능 차이를 이해하고, 조직의 요구에 맞는 방화벽 정책을 설계하고 적절한 기술을 적용하는 것이 중요하다 (Wack et al., 2002).

2. 가상사설망 (VPN)

가상 사설망은 공중 네트워크를 통해 내용을 바깥 사람에게 드러내지 않고 통신할 목적으로 쓰이는 보안 통신망이다 (WIKIPEDIA, 2014). 가상 사설망에서 메시지는 인터넷과 같은 공공망 위에서 암호화된 프로토콜을 써서 전달되어 가상 사설망에 포함되지 않은 인터넷의 다른 호스트에서는 그 내용을 확인할 수 없다.

(나) 시스템 소프트웨어 보안 검증틀

① 웹 어플리케이션 보안 가이드

웹서비스는 단순한 홍보 뿐만 아니라 상거래등 다양한 활용성을 보이고 있으며, 이를 서포트하기 위해 다양한 기술들이 사용되어 왔다. 이러한 기술들을 잘못 사용하면 보안에 취약한 문제점들을 만들 수 있다. 어떤 기관이 웹 애플리케이션을 도입한다는 것은 전세계 누구나 HTTP 요청을 할 수 있도록 허용한다는 의미와 같다. 이런 경우 HTTP를 활용한 공격은 정상적인 HTTP 요청과 동일하기 때문에 방화벽 필터링 솔루션, 서버 보안 솔루션, 침입탐지 시스템(IDS)을 우회할 수 있다. 심지어 SSL을 사용하는 "안전한" 웹 사이트 조차도 암호화 터널링을 통해 도착하는 웹 요청은 별도로 점검하지 않는다.

이런 환경에서 웹 어플리케이션 보안은 중요한 주제가 되었고, 다양한 단체에서 보안 안내서를 제작배포하고 있다 (KISA, 2010; SNU, 2010). 예를 들면, 한국인터넷진흥원에서 제

작배포하고 있는 홈페이지 개발 보안안내서에서는 10가지 보안 취약점 유형과 대책을 제시하고 있어, 개발시 중요한 참고 자료가 된다 (KISA, 2010).

② 웹 어플리케이션 취약점 점검 도구

웹 어플리케이션의 취약점을 점검하기 위해서 자동화된 점검 도구를 사용하는 것이 가능하다. 취약점 점검 도구를 이용한 점검은 기존에 잘 알려진 취약점, 디렉토리 리스팅 취약점이나 백업파일 존재 여부 등 단순 작업이지만 수동으로 점검했을 때 시간이 오래 걸리는 취약점들을 자동으로 점검 해준다. 또한 수동점검 때 놓칠 수도 있는 취약점들을 찾아주기 때문에 수동점검 전에 자동화 도구를 이용한 점검이 꼭 필요하다. 서울대학교에서는 학내에서 제공하는 웹 서비스에 대해서 취약성 점검을 필수적으로 하도록 하고 있다.

(3) 연구수행 내용 및 결과

(가) 하드웨어를 활용한 보안

uFarm 클라우드 센터의 보안을 위해서 방화벽과 가상사설망 장비를 사용하였다. NIST의 방화벽 설치 가이드라인에 따라 서울대학교의 방화벽 이후 학내망에서도 uFarm 클라우드 서버팜과 uFarm 클라우드 관제센터에 각각 방화벽을 설치하고 방화벽 간 가상사설망을 연결하여 uFarm 클라우드 서버팜과 관제센터가 하나의 망에 연결된 것처럼 동작할 수 있도록 보안시스템을 구성하였다.

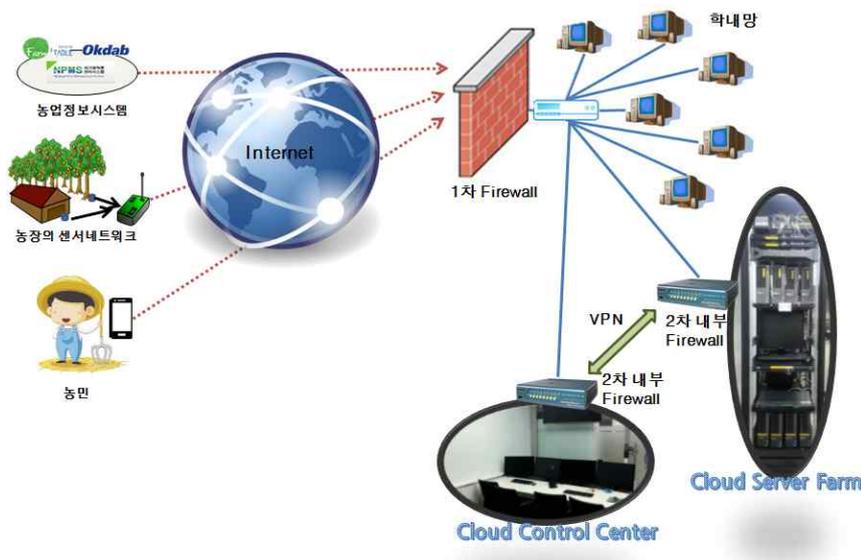


그림 86 클라우드 센터내 네트워크 보안 장비 구성도

(나) 소프트웨어적 보안

OFIS의 개발은 한국인터넷진흥원과 서울대학교 정보화본부에서 제공하고 있는 보안가이드라인을 준수하면서 개발되었다. 이에 웹 취약성 점검도구를 활용한 점검 결과에서 가장 안전한 등급인 A등급 (92점)을 받아, 안전한 시스템으로 평가되었다. 5개의 취약점이 발견되었으나 모두 낮거나 중간 수준의 취약점으로 시스템 운영에 무리가 없는 것으로 판단되었다. 그림 87은 OFIS의 웹 취약성 점검 결과를 요약한 것이다.



주요 취약점	개수
XSS(Cross Site Scripting)	0
시스템 명령 실행	0
SQL Injection	0
파일 업로드 취약점	0
파일 다운로드 취약점	0
숨겨진 파일 및 디렉토리	3
기타	2

그림 87 OFIS 취약점 점검 결과

(다) 기타

OFIS 시스템의 웹 취약점 점검 결과는 부록 4 에 첨부되어 있다.

5. uFarm 클라우드 연결노드 개발

가. OGC SOS 표준용 노드개발

(1) 연구개요

농업생산에서 있어 지역 기상정보를 수집하는 것은 중요한 이슈이다. 자동기상대 (AWS)는 원거리 지역의 기상을 자동으로 측정할 수 있는 장치로 농업분야에서 지역기상정보를 수집하는데 사용되어 왔다. (Ley and Muzzy, 1992 Pierce and Elliott, 2008). 자동기상대는 다양한 기상 센서의 데이터를 읽고, 풍속, 풍향, 온도 등을 다룰수 있다. 농업적 활용을 위해 다양한 센서와 센서네트워크 기술이 개발되어 보급되어 왔다 (Lee et al., 2010 Wang et al., 2006). 이들 센서네트워크에서 얻어진 기상정보들은 농업인에게 유용한 정보임에 틀림없지만, 그 정보를 농업정보시스템이나 농장관리정보시스템에 통합하려는 노력은 부족했다.

정보의 통합을 위해서 공동의 인터페이스를 공유하는 것이 중요하다. 왜냐하면 각각의 시스템들은 이종의 센서와 이종의 네트워크를 가지고 있기 때문이다. Ninomiya et al. (2002)는 이종의 기상정보 데이터베이스에 접근하는 것은 그것들이 서로 다른 포맷과 접속 방법을 가지고 있기 때문에 어렵다고 하였다. Steinberger et al. (2009)는 현재 존재하고 있는 많은 시스템 들이 여러 가지 데이터 구조와 접근 인터페이스들을 생산해내고 있다고 지적하였다.

많은 연구자들이 이러한 문제를 풀기위해서 여러 가지 방법을 제안하였다. Neményi et al. (2003)는 읽을 수 있는 데이터를 포함한 텍스트 파일을 사용하는 것이 특정한 소프트웨어를 사용해서 읽어야 하는 바이너리 파일을 사용하는 것보다 통합에 유리하다고 보았다. Gigan and Atkinson (2007)는 이종의 센서네트워크 통합을 위해서 Sensor Abstraction Layer (SAL)라는 일종의 미들웨어 구조를 제안하고 구현하였다. Kim et al. (2013b) 세가지 다른 인터페이스를 지원하는 미들웨어를 개발하였다. 비록 이러한 접근들이 실용적이고 직접적인 방법은 맞지만 확장성과 호환성이 보장되는 방법이라고는 할 수 없다.

다른 방법은 잘 정의된 표준을 이행하는 것이다. 센서 네트워크와 관련하여 다음과 같이 잘 알려진 표준들이 있다(Song and Lee, 2009 Lee and Reichardt, 2005 Sheth et al., 2008 Peizhao et al., 2007).

the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) 1451 Smart Transducer Interface Standards
the National Institute of Standards and Technology (NIST) Network Sensor Standard
the OpenGeospatial Consortium, Inc. (OGC) Sensor Web Enablement (SWE) initiative

OGC는 약 500여개의 회사, 정부기관, 대학으로 이루어진 국제 산업 컨소시엄으로 공용으로 사용가능한 인터페이스 표준을 개발하는 프로세스를 관장하고 있다 (OGC, 2013). Sensor Web Enablement (SWE) initiative는 OGC가 소개한 프레임워크로 이종의 센서네트워크를 실시간으로 통합하는 것을 가능하게 한다. 웹베이스 인터페이스를 사용하고 있어 웹 어플리케이션의 통합에 적합하다. Sensor Observation Service (SOS) 는 SWE의 한가

지 표준으로 센서에서 측정된 값, 센서의 메타데이터, 측정된 값의 표현 등에 관한 질의응답이 가능한 웹 서비스 인터페이스를 정의하고 있다 (Na and Priest, 2007). 이 표준은 물리적인 센서네트워크와 소프트웨어 클라이언트 사이에서 미들웨어 역할을 할 수 있다. 많은 연구자들과 회사들에서 이 표준을 구현하였다 (Chen et al., 2009 Fairgrieve et al., 2009 Henson et al., 2009). 하지만 이러한 대부분의 구현은 고사양의 컴퓨터에서 작동되는 것을 가정한 것이었다.

본 연구는 과수농장에서 농장관리정보시스템을 개발하는 것에서 시작되었다. 농장관리정보시스템은 일반적으로 기상정보를 포함하는 다양한 형태의 정보를 요구하며, 이러한 정보들이 사람의 개입없이 전달되어야 한다. 위에서 언급한바와 같이 이러한 통합은 두가지 방식에 의해서 처리될 수 있다. 하지만 본 연구에서는 확장성과 호환성을 얻기 위해서 표준을 따르기로 한다. 이 연구의 목적은 임베디드 시스템상에서 SOS를 부분적으로 구현하는 미들웨어를 개발하고, 이것을 기상대에 적용하는 것이다.

(2) 연구 수행 방법

(가) 설계 고려사항

미들웨어는 2가지 메인 기능을 제공해야 한다. 첫번째는 기상정보를 기상대로부터 가져오는 것이고, 두번째는 이 정보를 요구가 있을 때 전송하는 것이다. 이를 위해서 다음과 같은 고려사항이 있다.

- 실용적인 사용을 위해서 가격을 낮추는 것이 중요하다.
- 상호연계성이나 호환성을 획득하기 위해서 표준을 준수한다.
- 기상정보를 가져오는 프로세스는 정기적으로 동작하도록 한다.
- 기상정보에 대한 응답시간은 효율성을 최대화하기 위해 가급적 짧게 만든다.
- 안정적인 서비스가 제공될 수 있도록 한다.

이러한 고려사항을 만족시키기 위해서 SOS 표준을 도입하고, 임베디드 시스템상에서 이를 구현하도록 한다.

(나) Sensor Observation Service

SOS (Na and Priest, 2007) 는 OGC SWE를 구성하는 표준과 스펙들 중 하나이다. 이것은 이중의 센서네트워크 상에서 메타데이터와 측정값을 다루기 위한 표준화된 인터페이스를 제공한다.

SOS는 3가지 작동 프로파일 - 중요 프로파일, 트랜잭션 프로파일, 향상된 기능의 프로파일 - 이 있다. 중요 프로파일은 3가지 필수 기능 - GetCapabilities, DescribeSensor, and GetObservation으로 구성되어 있다. GetCapabilities는 구현된 서비스가 제공할수 있는 기능에 대한 기초적인 메타데이터를 공급하는 기능이다. DescribeSensor 는 Sensor Model Language (SensorML) 나 Transducer Markup Language (TML)를 이용하여 센서 자체의 메타데이터를 처리한다. GetObservation 은 저장된 측정값들에 접근하는 기능이다. 이를

이용하여 측정값에 대한 질의가 가능하고, 이에 대한 응답은 Observation and Measurement specification (O&M) 형태로 처리된다. 트랜잭션 프로파일은 RegisterSensor와 InsertObservation 의 두가지 기능을 갖으며, 향상된 기능 프로파일은 6 개의 기능을 추가로 제공한다.

아래의 그림은 SOS의 작동방법을 보여주는 시퀀스 다이어그램이다. 우선 데이터의 소비자가 센서시스템의 메타정보를 알기 위해서 GetCapabilities 함수를 호출하고, 이에 대한 결과가 정의된 XML 형태로 전송된다. 소비자는 이 내용을 확인하여 접속한 SOS 서비스가 어떤 기능을 수행할 수 있는지 확인하게된다. 이후 소비자는 DescribeSensor 함수를 이용하여 센서시스템의 디테일한 메타정보를 얻게 된다. 이때 메타정보는 SensorML 이나 TML 의 형태로 전송된다. 이후 소비자는 GetObservation 함수를 이용하여 측정된 값을 반복적으로 획득하게 된다.

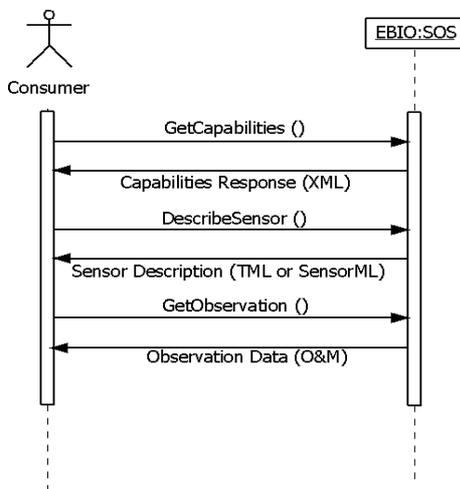


그림 88 OGC SOS 작동 순서도

(다) 웹서비스

SOS 서비스는 웹을 통하여 웹서비스형태로 서비스된다. 웹 서비스는 사람들이 접속해서 내용을 확인하는 웹페이지와는 다른 개념의 서비스이다. 웹서비스는 특정한 소프트웨어가 접속해서 데이터를 확인할 수 있도록 고안된 것이다. 웹서비스는 일반적으로 Extensible markup language (XML)를 주로 사용한다.

Hypertext Transfer Protocol (HTTP) (Fielding et al., 1999) 은 요청-응답 형태의 프로토콜로 World Wide Web을 위하여 고안되었다. 이 프로토콜은 클라이언트와 서버사이에서 통신을 담당하며 GET과 POST라는 두가지 통신방법을 주로 사용한다. GET 방법은 URL에 쿼리 문자열을 포함하여 전송하는 방법인데 반해 POST 방법은 HTTP의 메시지 바디에 쿼리 문자열을 넣어서 전송하는 방법이다. 다음의 그림에서 보는바와 같이 SOS는 두가지 방법을 모두 지원한다.

a. HTTP/GET GetObservation Request URL

```
http://sos.ebio.snu.ac.kr/SOS?service=SOS&request=GetObservation&version=1.0.0&observedProperty=temperature&offering=urn:ogc:def:property:OGC:temperature&responseFormat=text%2Fxml
```

b. HTTP/POST GetObservation Request XML

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<sos:GetObservation
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://schemas.opengis.net/sos/1.0.0/sosAll.xsd"
  xmlns:sos="http://www.opengis.net/sos/1.0"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
  xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
  xmlns:om="http://www.opengis.net/om/1.0" service="SOS" version="1.0.0">
  <sos:offering>urn:ogc:def:property:OGC:temperature</sos:offering>
  <sos:observedProperty>temperature</sos:observedProperty>
  <sos:responseFormat>text/xml</sos:responseFormat>
</sos:GetObservation>
```

그림 89 HTTP/GET 방법과 HTTP/POST 방법사용시 GetObservation 명령 예시

(라) 구조

미들웨어는 5개의 주요 클래스로 구성되어 있으며 3개의 서로 다른 파트와 상호작용하도록 설계되었다. 3개의 파트는 기상대, 미니SD 카드, 데이터 소비자이다. 기상대는 매 분마다 6개의 기상정보를 수집하여 미들웨어로 전송한다. 데이터 처리가 끝나면 전송된 데이터는 모두 미니 SD 카드에 저장된다. SOS client 라고 하는 소프트웨어는 데이터 소비자를 위해서 설계된 것이다. 이를 통하여 데이터 소비자가 요청을 보내면 미들웨어는 적절한 응답 혹은 오류를 전송하게 된다.

다섯가지 클래스는 각각 SensorObservationService, WebServer, ObservationCache, SDClass, Configuration 이다. SensorObservationService 클래스는 SOS 메시지를 처리하고 XML을 이용하여 적절한 응답을 만드는 역할을 한다. WebServer 클래스는 HTTP 프로토콜을 다루는데, HTTP 요청을 파싱하고 SOS 처리를 위하여 SensorObservationService 클래스에 요청을 전달한다. 전달된 요청을 SensorObservationService 가 처리하여 응답을 보내면 그것을 소비자에게 전달하는 역할도 담당한다. ObservationCache 클래스는 60개의 관측값을 메모리상에 유지한다. WeatherStation클래스는 ObservationCache 클래스에게 관측값 저장을 요청하고, SensorObservationService 클래스는 ObservationCache 클래스에게 관측값의 조회를 요청한다. SDClass 클래스는 SD 카드에 구성된 파일시스템에 대한 접근 인터페이스를 제공한다. 마지막으로 Configuration 클래스는 시스템 동작을 위한 설정정보를 처리한다. 아래의 그림은 미들웨어 구성을 확인할 수 있는 스케마틱 다이어그램이다.

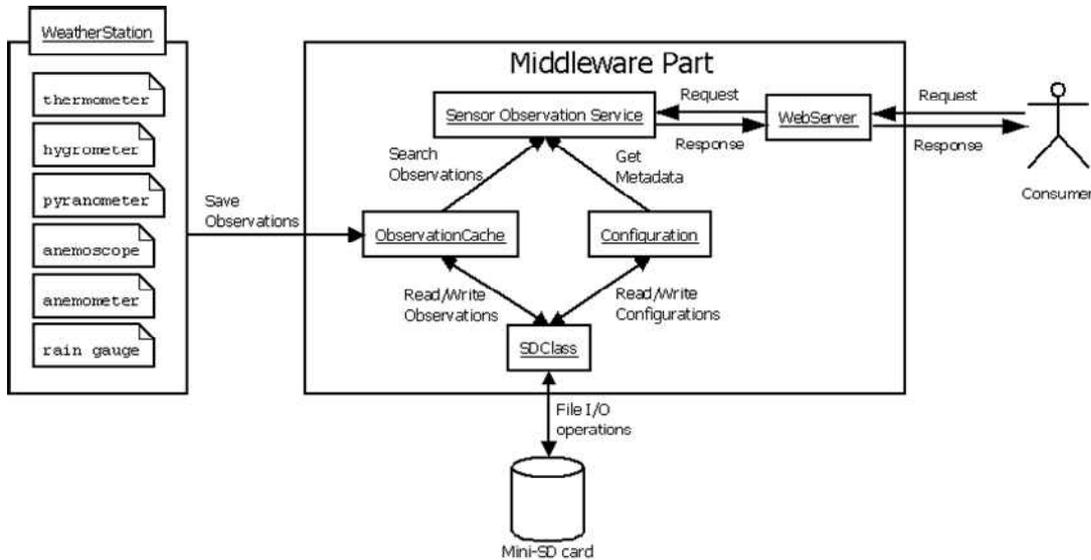


그림 90 미들웨어의 구조

(바) 기상대

이 연구를 위해 기상대 프로토타입을 만들어서 미들웨어 평가에 사용하였다. 이 기상대는 온도, 상대습도, 풍향, 풍속, 강우량, 일사량을 측정할 수 있다. 상대습도와 온도는 용량성 센서와 밴드갭 센서가 통합되어 있는 온습도 센서(SHT 10, Sensirion Inc., Switzerland)를 사용하여 측정하였다. 기상대 부품 (Weather Sensor Assembly p/n 80422, Argent Data Systems Inc., USA)이 풍향, 풍속, 강우량을 측정하기 위해서 사용되었다. 풍속은 컵타입의 풍속계가 사용되었으며, 2.4km/h의 속도가 내부 스위치를 작동시키고 이 컨택이 매초 측정되는 형태이다. 풍향은 각도를 이용하여 나타내어지는데, 풍향이 변하면 내부 저항의 변화를 감지하여 각도를 추정하는 방식이다. 강우량계는 버킷타입으로 일정량의 빗물이 차면 그것을 내보내면서 틱을 올리는 방식으로 동작한다. 일사량 측정을 위해서는 저가의 일사량계 (SP-110, Apogee Instruments Inc., USA)를 사용하였다.

(사) 아두이노 플랫폼

아래의 그림은 아두이노 보드 (Arduino Mega 2560, SmartProjects, Italy)와 그것의 확장 모듈이 결합된 것이다. 사용된 아두이노 보드는 마이크로컨트롤러 보드로 ATmega2560를 장착하고 있으며, 8KB SRAM, 4KB EEPROM, 256KB Flash Memory, 54 digital input/output pins, 16 analog inputs 을 가지고 있다. 네트워크 모듈 (WIZ812MJ, WIZnet Co., Ltd., Korea)은 이더넷 통신을 지원하며 미니SD카드의 I/O 도 지원한다. 4GB의 미니 SD카드가 사용되었다.

아두이노는 단순히 임베디드 보드가 아니라 오픈소스 프로토타이핑 플랫폼이다. 아두이노는 프로세싱 언어 기반의 개발환경을 지원하며 다양한 라이브러리를 제공한다. 본 연구에서는 이더넷 라이브러리, SD카드 라이브러리, Webduino 라이브러리를 사용하였다.

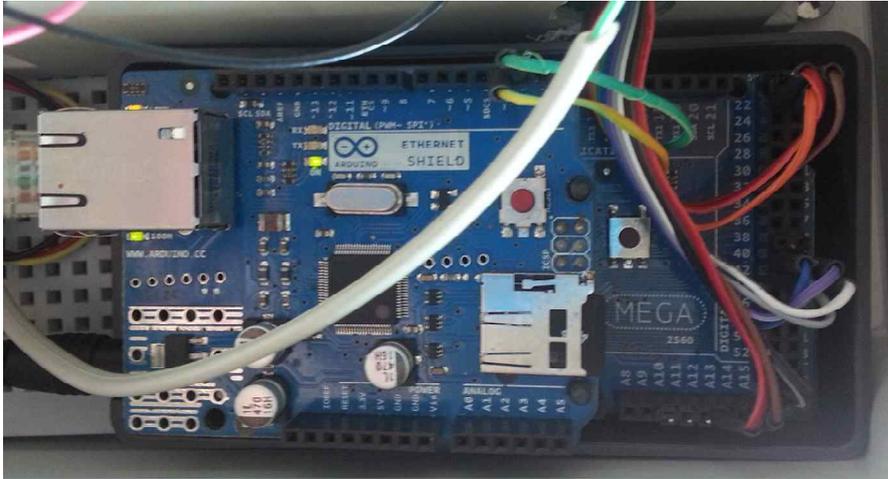


그림 91 사용된 아두이노 보드 및 확장 모듈

(3) 결과

(가) 구현

① 객체지향패러다임

미들웨어는 C++ 프로그래밍 언어를 사용하여 구현되었다. C++ 프로그래밍 언어는 객체지향적인 특징을 가지고 있어서 모듈간의 구조가 단순하고, 소스코드의 유지보수를 쉽게하는 특성이 있다. 미들웨어의 주요 다섯개의 클래스는 각각의 속성값과 지원함수를 갖고, 각각이 서로 연관되지 않도록 설계되었다. 따라서 어떤 한가지 기능추가를 위해서 모든 소스코드를 수정할 필요가 없다. 예를 들면, SD 카드 이외의 저장소를 사용한다면 SDClass 클래스를 대체할 클래스를 만들어 사용하면 되며 다른 클래스를 수정할 필요는 없다.

② SOS 부분 구현

전체 SOS를 구현한 것이 아니라 일부의 SOS를 구현하였다. SOS는 3개의 코어 기능, 2개의 트랜잭션기능, 7개의 향상된 기능을 제공하는데, 코어 기능만이 필수 기능이다. 본 연구에서 구현된 미들웨어는 성능이 높지않은 임베디드시스템상에서 구동되어야 하기 때문에 필수기능만을 포함하는 SOS를 구현하였다.

또한 구현된 미들웨어는 HTTP/GET 방식의 접근만을 지원한다. HTTP/POST 방식의 접근은 HTTP 바디에 XML 메시지를 포함하는데, 임베디드시스템 상에서 XML을 파싱하여 적용하기에는 무리가 있다. 따라서 미들웨어는 HTTP/POST 방식을 지원하지 않기로 하였다.

③ 캐쉬의 사용

ObservationCache클래스는 메모리상에 다수의 관측치를 보관할 수 있도록 한다. 메모리는 SD 카드의 접근속도에 비해 매우 빠른 접근속도를 보장하기 때문에 시스템의 효율성이라는 측면에서 매우 중요하다.

WeatherStation 클래스가 관측치 저장을 요청하였을 때 ObservationCache클래스는 는 메모리와 SD카드에 동시에 관측치를 저장한다. 이러한 프로세스를 사용하기 때문에 잃어버리게 되는 관측치는 없으며, 메모리와 SD카드에 동일한 데이터가 저장되게 된다.

SensorObservationService 클래스에서 관측치에 대한 조회를 요청하는 경우 ObservationCache 클래스는 메모리에서 우선 관측치를 조회하고 없는 경우 SD 카드에서 관측치를 찾는 방식으로 동작한다.

④ 검색알고리즘

SensorObservationService 클래스에서 ObservationCache 클래스에 관측치의 요청을 했을 때, 메모리에 해당 관측치가 존재하지 않는다면, ObservationCache 클래스는 SD 카드를 검색하게 된다. 모든 관측치는 텍스트파일에 순차적으로 저장되어 있고, 관측치의 구조가 알려져 있기 때문에 특정한 관측치의 위치를 계산을 통해서 구하는 것이 가능하다. 하지만, 관측치에 빈 값이 있을 수 있기 때문에 계산을 통해 구한 위치는 실제 위치와 차이가 있을 수 있다. 계산을 통해 구한 위치가 아닌 경우에는 처음부터 그 위치 사이를 수정된 바이너리 검색기법으로 검색하였다.

⑤ XML 템플릿

XML 문서를 생성하는 것은 XML 문서를 파싱하는 것에 비해서 쉽다. 특히 SOS 요청에 대한 응답의 경우 고정된 형태의 응답이 가능하기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 템플릿을 사용하여 XML 응답문서를 생성하도록 하였다. 또한 효율성을 위하여 XML 템플릿은 SD 카드가 아닌 플래쉬 메모리상에 올려두어 접근시간을 줄였다.

템플릿은 다수의 문자열로 구성이 되는데, 각 라인은 3가지 파트로 구성이 된다. 접두, 내용, 접미의 세 파트 중 내용에 해당하는 파트는 특정한 아이디를 가지고 있어서 SOS 가 생성한 응답과 매치되어 치환된다. 접두와 접미의 내용은 저장된 형태 그대로 사용이 된다.

(나) 평가

구현된 SOS의 세가지 주요 기능은 Firefox (21.0, Mozilla, USA) 웹 브라우저와 Firebug (1.11.4, Mozilla, USA) 확장기능을 이용하여 테스트되었다. 아래의 그림은 GetCapabilities의 응답을 보여준다. 응답시간은 1.08s 였으며, 응답은 에러가 없는 잘 정의된 XML로 표현되었다.

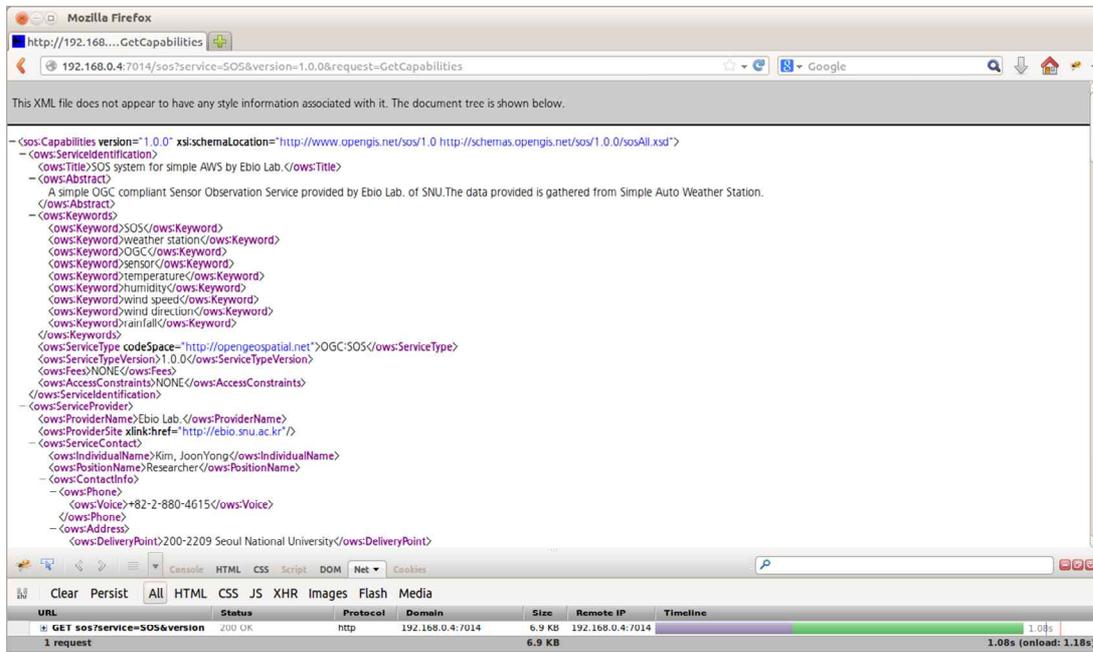


그림 92 GetCapabilities 명령의 응답 예

다음 그림은 DescribeSensor 기능의 응답을 보여준다. 응답은 SensorML로 표현되었으며, 응답시간은 약 830 ms 였다.

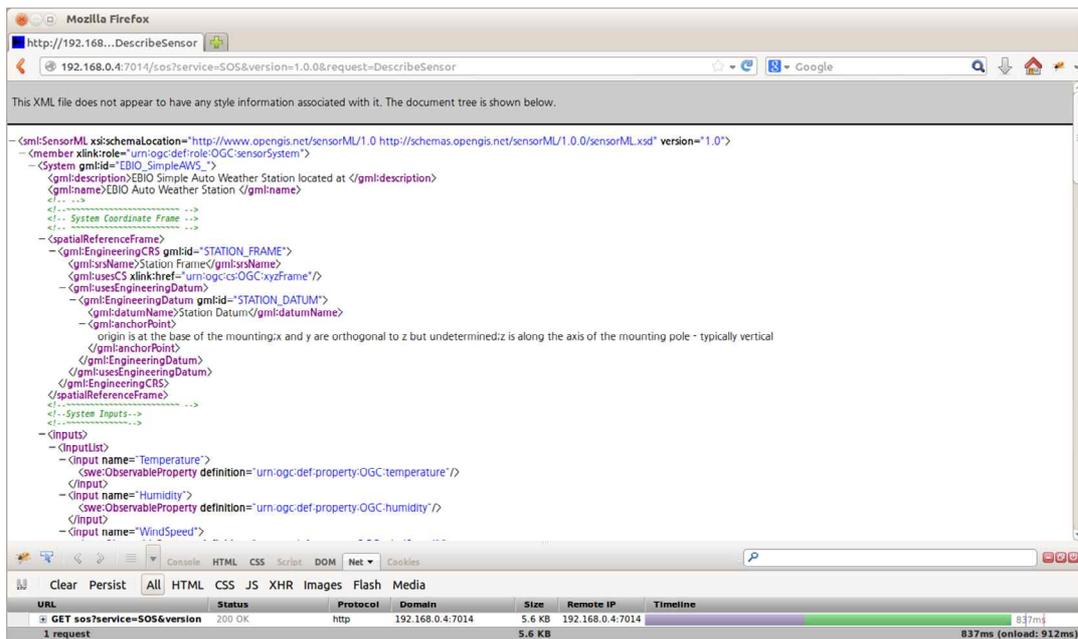


그림 93 DescribeSensor 명령의 응답 예

GetObservation의 응답은 위의 두 기능의 응답과는 달리 동적으로 구성된다. 이는 GetObservation 요청이 조회 조건을 포함하기 때문이다. 아래의 테이블은 조회조건에 따른 결과를 보여준다. 요청이 처리되는 시간은 조회 조건에 따라 다르게 나타난다. 캐쉬상에 있는 관측치를 요청한 경우 속도가 빠르며, 더 많은 관측치를 요청한 경우 속도가 느리다.

표 32 조건에 따른 GetObservation 명령의 응답시간

조건	개수	1	30	30	500
	데이터위치	캐쉬	캐쉬	파일	2개 파일
	응답시간	0.944 s	1.27 s	1.68 s	3.44s

(다) 토의

개발된 미들웨어는 에러도 없었고, 합리적인 응답시간을 보여줬지만, OGC 표준에서 제공하고 있는 호환성 테스트는 통과할 수 없었다. OGC Compliance Testing Program 은 OGC 표준을 구현하는 개발자를 위하여 제공하고 있는 서비스인데 온라인을 통해서 시험이 가능하다 (OGC, 2013). 미들웨어가 이 호환성 테스트를 통과하지 못하는 이유는 호환성테스트가 DescribeSensor와 GetObservation에서 HTTP/POST 방식을 사용하고 있기 때문이다. 하지만 임베디드 시스템상에서 XML 문서를 파싱하는 것은 적절하지 못하다. 따라서 임베디드 시스템을 위한 최소 호환성 테스트가 개발될 필요가 있다.

(4) 연구 수행 결론

농업분야에 다양한 이종의 센서네트워크가 개발되어 보급되어온 이래로 , 높은 수준의 상호 협력이 가능한 센서네트워크의 통합이 강조되어 왔다. 이를 위해서 적절한 표준을 준수하는 것이 중요하다. OGC의 SOS는 웹을 기반으로한 표준인터페이스이다. 본 연구에서는 이 SOS의 중요 기능을 구현하는 미들웨어를 임베디드시스템 상에서 개발하였다. 저사양의 임베디드시스템 상에서 SOS 구현하기 위해서 HTTP/GET 방식의 접근만을 허용하였고, 3가지 중요기능만을 구현하였으며, 여러가지 최적화 기술을 적용하였다. 결과적으로 에러없이 합리적인 시간안에 결과를 보낼 수 있는 시스템이 구현되었다.

나. OFIS 내부표준용 노드개발

(1) 연구개요

여러 센서시스템을 통합하기 위해서는 각각의 인터페이스에 맞는 미들웨어를 개발하는 것이 중요하다. 해당 미들웨어는 정보의 통합을 위해서 공동의 인터페이스를 공유하게 되고 이를 통해 시스템 통합을 이룰 수 있다. 이전의 연구에서 OGC SOS 표준으로 접근 가능한 임베디드 노드를 개발하고, 테스트 하였다. 해당 노드는 실용적으로 사용되기는 좋지만, C 언어로 개발된 만큼 새로운 센서시스템에 포팅하기 위해서는 절대적인 프로그래밍 시간이 필요하다. 본 연구에서는 센서 시스템을 보다 쉽게 연동시키기 위한 방법으로 스크립트 언어를 사용하고, OGC SOS 보다 단순한 통신 규약인 OFIS 데이터공유서비스에서 정의한 RESTful 웹 서비스를 지원하는 임베디드 노드를 개발하였다. 본 연구에서 개발한 임베디드 시스템은 OFIS ROSE 2로 명명되었다.

(2) 연구수행방법

(가) 임베디드 시스템용 하드웨어와 운영체제

OFIS 내부표준용 노드개발을 위한 하드웨어로 라즈베리파이를 선정하였다. 라즈베리 파이(영어: Raspberry Pi)는 영국의 라즈베리 파이 재단이 학교에서 기초 컴퓨터 과학 교육을 증진시키기 위해 만든 싱글 보드 컴퓨터이다. 라즈베리 파이는 그래픽 성능이 뛰어나면서도 저렴한 가격(세금을 포함하지 않은 모델 A의 경우 25달러, 모델 B의 경우 35달러)라는 특징을 갖고 있다. 라즈베리 파이는 브로드컴의 BCM2835 단일 칩 시스템을 사용하며, 이 칩에는 ARM1176JZF-S 700 MHz 프로세서(일반 데스크탑은 보통 1500 MHz~4000 MHz), 비디오코어 IV GPU와 256 메가바이트 RAM이 들어 있다. 그리고 라즈베리 파이의 프로세서는 오버클럭시 최대 1000 MHz까지의 성능을 발휘 할 수 있다. 또, 라즈베리 파이는 하드 디스크 드라이브나 솔리드 스테이트 드라이브를 내장하고 있지 않으며, SD 카드((B+ 모델은 Micro SD Card를 사용)를 외부 기억장치로 사용한다.

라즈베리 파이 재단측에서는 라즈베리 파이에 포팅한 데비안과 아치 리눅스, QtonPi 등의 리눅스 배포판을 제공하고 있는데, 본 연구에서는 데비안의 라즈베리 파이용 버전인 라즈비안을 이용하였다. 라즈비안은 무료로 사용할 수 있는 리눅스기반의 운영체제로 35,000 여종의 패키지 및 소프트웨어를 제공하고 있어 쉽게 사용이 가능하다.

(나) 대상 센서시스템

OFIS 내부표준용 노드를 개발하고 테스트 하기위한 센서시스템으로 본 연구팀에서 개발한 기상대를 사용하였다. 해당 기상대에 대한 정보는 “제 3 장 제 2 절 7. 가. 소형 기상대 및 전용 소프트웨어 개발”을 참조하면 된다. 해당 기상대는 RS422 통신을 지원하는데, 본 연구에서 사용한 임베디드 시스템과는 유무선으로 통신할 수 있도록 하였다. 유선 통신을 사용하는 경우 RS422 컨버터와 USB2Serial 케이블을 사용하였고, 무선 통신을 사용하는 경우 RS422 Bluetooth 모듈과 USB Bluetooth 모듈을 사용하였다. 그림 94는 무선 통신을 사용하는 경우에 기상대와 임베디드 시스템간의 연결을 보여준다.

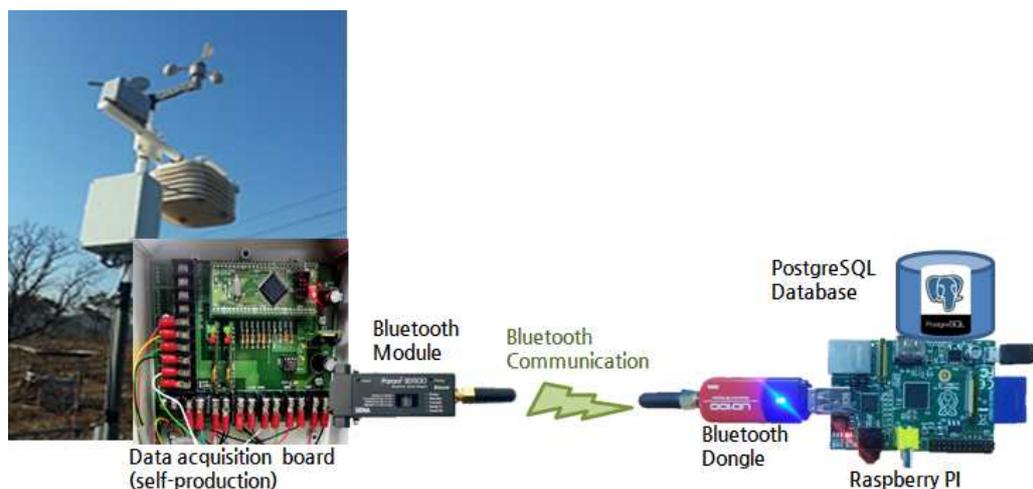


그림 94 무선 통신을 사용하는 경우의 통신 구성도

(3) 연구수행 내용 및 결과

(가) OFIS ROSE 2의 설계 및 개발

OFIS ROSE 2는 OFIS 플랫폼 환경에서 이미 개발되어 있는 소프트웨어 및 설계를 준용해

서 개발하였다. 우선 OFIS ROSE 2의 데이터 전송을 위해서 JSON 데이터 형식과 RESTful 웹 서비스 인터페이스를 활용하였다. 또한 전송을 위한 REST 인터페이스 정의 역시 OFIS 데이터 공유 서비스의 인터페이스 정의(“제 3 장 제 2 절 4. 다. 데이터 공유 서비스의 개발 참조”)를 그대로 사용하였다.

프로그래밍 개발 환경도 OFIS 데이터 공유 서비스의 환경을 준용하였다. 다만 라즈비안용으로 된 node.js 패키지의 버전이 너무 낮아 라즈비안용으로 새로 컴파일을 하여 사용하였다. 데이터베이스도 PostgreSQL 9.3 과 PostGIS 2.1을 사용하여, 실제로 프로그램의 수정이 거의 없이 소프트웨어 구성을 마칠 수 있었다.

(나) OFIS ROSE 2의 시험

OFIS ROSE 2의 시험을 위하여 3개 농가에 OFIS ROSE를 설치 운영 하였다. 시험대상 농가는 다음의 표와 같다.

표 33 OFIS ROSE 2 시험을 위한 농가 정보

과종명	품종명	과원 주소	농장주	해발고도	비고
배	신고	남양주시 와부읍 월문3리 산335	김유한	-	
배	신고	안성시 양성읍 방신 1리 산 2-1	오세남	39	
복숭아	장호원황도, 천중도	안성시 양성면 명목리 68	이기주	-	



그림 95 OFIS ROSE 2 시험을 위한 농가설치 (순서대로 안성 오세남 농가, 안성 이기주 농가, 남양주 김유한 농가)

농가에서 기상대를 시험 운영하는 동안 기상대나 OFIS ROSE 2 자체의 문제는 발생하지 않았지만, 인터넷 끊김 (벼락, 사용자 실수, IP 변경)으로 인해 데이터가 uFarm 클라우드로 전송되지 못하는 문제가 발생하였다. 데이터 연동상의 문제에 관해서는 “제 3 장 제 2 절 6. 2. uFarm 클라우드 연동성 평가”에서 구체적으로 다룬다.

다. 기존 시스템 연동용 소프트웨어 개발

(1) 연구개요

제 1 협동 연구팀인 (주)농정사이버의 솔루션도 그렇지만 대부분의 농장관리정보시스템의 경우 PC 기반의 시스템으로 구축되는 경우가 많다. 기존의 PC 기반을 구축한 농가에서 OFIS 연동을 위해서는 PC 기반의 시스템을 새로 구축하는 방법도 있겠지만, 해당 시스템을 가급적 유지하면서 최소한의 변경만으로 uFarm 클라우드와의 연동을 원할 수 있다. 따라서 PC 기반 시스템과 OFIS 연동을 위한 방법을 소개할 필요가 있다. 본 연구에서는 PC기반의 시스템에서 데이터를 수집하여 uFarm 클라우드로 전송하기 위한 OFIS IRIS 라 명명된 소프트웨어를 개발하였다.

(2) 연구수행방법

(가) 윈도우즈 서비스 및 윈도우즈 작업 스케줄러

대부분의 PC기반 농장정보관리시스템은 운영체제로 윈도우즈 시스템을 사용한다. 윈도우즈 시스템은 운영체제로 윈도우즈 서비스와 윈도우즈 작업 스케줄러 기능을 지원한다. 윈도우즈 서비스는 일종의 데몬과 같은 것이다. 멀티태스킹 운영 체제에서 데몬은 사용자가 직접적으로 제어하지 않고, 백그라운드에서 돌면서 여러 작업을 하는 프로그램을 말한다. 시스템 로그를 남기는 syslogd처럼 보통 데몬을 뜻하는 ‘d’를 이름 끝에 달고 있으며, 일반적으로 프로세스로 실행된다. 데몬은 대개 부모 프로세스를 갖지 않으며, 즉 PPID가 0이며, 따라서 프로세스 트리에서 init 바로 아래에 위치한다. 데몬이 되는 방법은 일반적으로 자식 프로세스를 포크(fork)하여 생성하고 자식을 분기한 자신을 죽이면서 init이 고아가 된 자식 프로세스를 자기 밑으로 데려가도록 하는 방식이다. 윈도우즈의 “윈도우즈 서비스”는 이 데몬과 같이 윈도우 시스템의 일부로서, 비록 사용자에게 보이지 않지만, 윈도를 부팅한 후부터 항상 실행되는 프로그램들을 의미한다.

운영체제에는 원하는 작업을 배치형태로 실행시킬 수 있는 스케줄러 기능이 들어있다. 예를 들어 유닉스 계열의 운영체제에는 crontab 이나 cron이 그 역할을 수행할 수 있다. 윈도우즈에는 윈도우즈 작업 스케줄러가 있어 특정한 작업을 원하는 시간에 원하는 만큼의 반복 조건을 가지고 실행할 수 있다. 그림 96은 작업 스케줄러를 사용하는 UI 인데, 이 UI를 이용하여 원하는 작업을 수행할 수 있다.

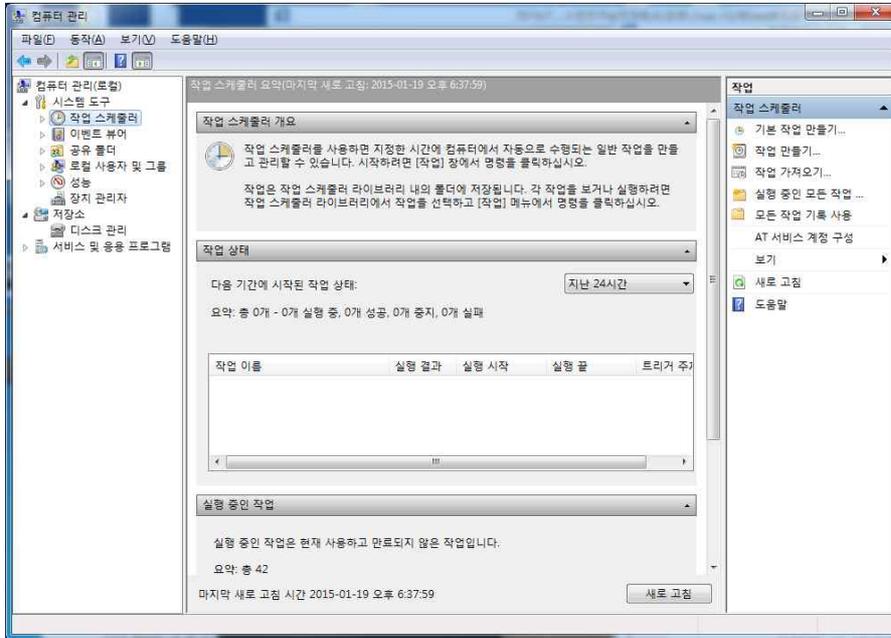


그림 96 윈도우즈 작업 스케줄러 예시

(나) PC 기반의 농장관리시스템

OFIS IRIS는 PC 기반의 농장관리시스템과 OFIS의 연동을 목표로 한다. 이 경우 어떤 회사의 어떤 제품인가가 중요한 관심사가 된다. 모든 제품마다 서로 다른 API를 가지고 있으며, 서로 다른 데이터 구조를 가지고 있기 때문이다. Steinberger et al. (2009) 역시 다양한 자료 구조의 서로 다른 시스템들이 수많은 데이터 형식과 인터페이스를 만든다고 하였다. 따라서 정보시스템은 다양한 표준 혹은 비표준의 데이터 형식을 처리할 수 있도록 만드는 것이 중요하다 (Nikkilä et al., 2010).

구현된 소프트웨어의 시험을 위해서 (주)농정사이버의 노지환경용 센서네트워크 시스템을 활용하였다. 해당 소프트웨어는 충남 공주의 배곧석 농가에 설치되어 있었으며, (주)농정사이버에서 사용하는 데이터베이스를 직접 연동하는 방식으로 구현하였다.

(3) 연구수행 내용 및 결과

(가) OFIS IRIS 의 설계

OFIS IRIS는 OFIS 플랫폼 환경에서 개발된 소프트웨어 및 설계를 준용해서 개발하였다. 이는 OFIS ROSE 2의 방식과 유사한데, 데이터 전송을 위해서 JSON 데이터 형식과 RESTful 웹 서비스 인터페이스를 활용하였다. 또한 전송을 위한 REST 인터페이스 정의 역시 OFIS 데이터 공유 서비스의 인터페이스 정의(“제 3 장 제 2 절 4. 다. 데이터 공유 서비스의 개발 참조”)를 그대로 사용하였다.

대상이 되는 PC 기반의 농장관리시스템으로부터의 데이터 수집을 위해서는 OFIS 데이터 수집 서비스에서 사용하는 OFIS BEE를 활용하였다. OFIS BEE는 범용적으로 사용할 수 있도록 설계된 만큼 다양한 활용이 가능한데, 여기서는 대상 농장관리시스템의 데이터베이스

스를 직접 연동하였다. 대상 농장관리시스템의 데이터베이스는 MySQL이었고, 데이터베이스 스키마는 별도로 (주)농정사이버로부터 제공받았다.

(나) OFIS IRIS 의 구현

데이터의 수집 및 전송을 위한 소프트웨어가 모두 OFIS 서비스 용으로 개발된 것을 준용하였기 때문에, 프로그래밍 개발 환경도 OFIS의 환경을 준용하였다. 데이터 수집을 위한 소프트웨어는 윈도우즈 작업 스케줄러를 사용하여 5분에 한번씩 작동하여 최신 정보를 수집하도록 하였다. 데이터 전송을 위한 소프트웨어는 웹서비스이기 때문에 윈도우즈 서비스로 만들어 구동하였다. 여기서 node.js를 윈도우즈 서비스로 만들기 위해서 node-windows 라는 라이브러리를 사용하였다.

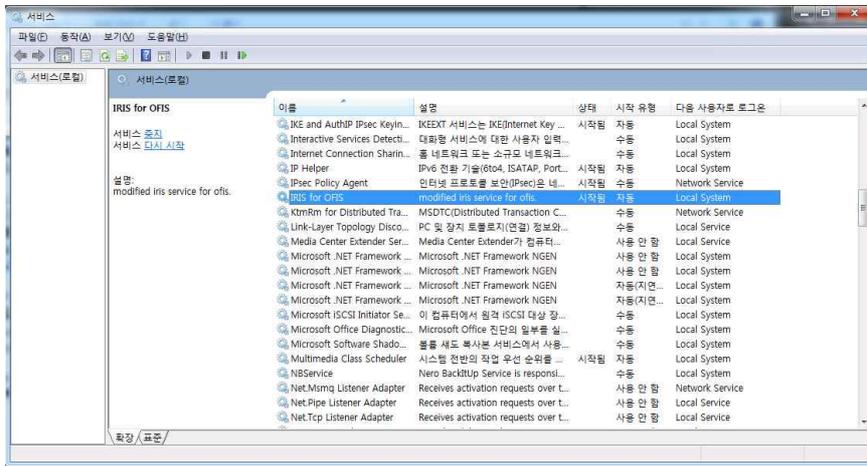


그림 97 윈도우즈 서비스로 등록된 OFIS IRIS

아래의 그림 98는 OFIS IRIS for PC의 구성도를 보여준다. OFIS BEE는 연동할 농장관리 정보시스템의 데이터베이스에서 OFIS IRIS용 데이터를 수집하는 용도와 OFIS IRIS의 정보를 uFarm 클라우드의 농장 VM으로 수집하는 두 가지 용도로 활용되며, OFIS IRIS는 OFIS 데이터 공유 서비스와 동일한 프로토콜로 동작하기 때문에 프로그램의 수정도 거의 없었고, uFarm 클라우드로의 데이터 수집을 위한 OFIS BEE 설정도 용이하였다.

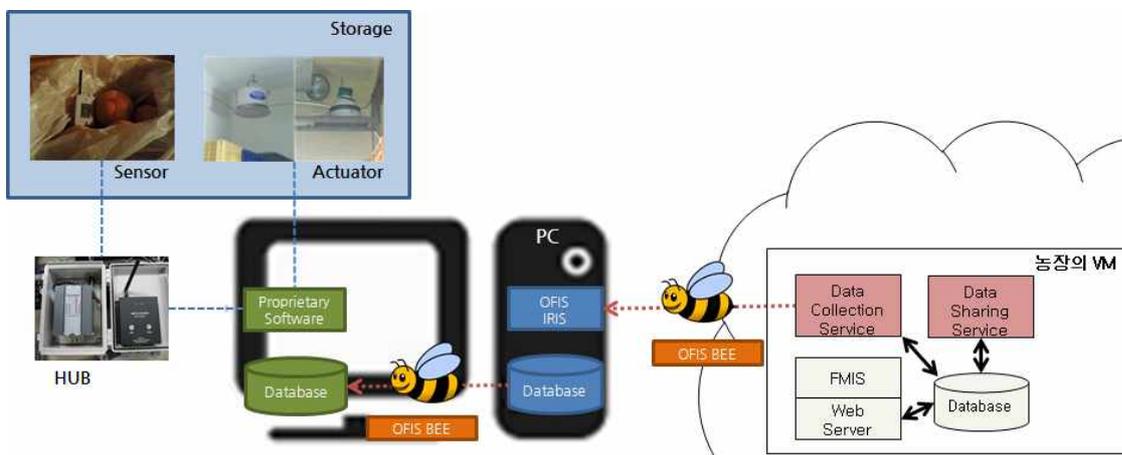


그림 98 OFIS IRIS for PC의 구성도

6. uFarm 클라우드 시스템 평가

가. OFIS 과수농가관리정보시스템 평가

(1) 연구개요

OFIS 과수농가관리정보시스템 같은 소프트웨어는 유사한 제품이 많지 않고, 그 성능의 기준도 명확하지 않아 정량적인 평가가 어렵다. 본 연구에서는 이전 연구자의 기준을 근거로 OFIS 과수농가관리정보시스템의 정성적 평가를 수행하였다.

(2) 연구수행방법 및 결과

OFIS 과수농가관리정보시스템을 FMIS가 갖추어야 할 중요한 특징을 기반으로 정성적 평가를 수행하였다. Murakami et al. (2007) 는 이전 연구들을 종합하여 FMIS의 10가지 요구사항을 정리하였다. 표 34는 FMIS의 10가지 요구사항과 OFIS 과수농가관리정보시스템을 비교한 것이다.

표 34 FMIS의 10가지 요구사항과 OFIS 과수농가관리정보시스템의 비교

No	요구사항	지원 여부	설명
1	농업인의 요구사항을 반영한 설계	○	본 시스템은 연구개발기획 단계에서 농업인의 인터뷰와 설문조사를 수행하여 농업인의 니즈와 요구사항을 반영하였다. 또한, 미처 반영하지 못한 기능을 지원하기 위해 외부 확장 서비스를 지원하고 있다.
2	단순하고 친근한 사용자 인터페이스	○	본 시스템은 설문조사결과를 반영하여 농업인이 선호하는 웹 인터페이스의 시스템을 설계·구현하였고, 나아가 모바일 인터페이스도 지원하고 있다.
3	데이터 처리를 위한 자동화된 방법	○	본 시스템의 데이터 수집 서비스는 다양한 OpenAPI는 물론 데이터베이스, 웹서비스, 파일 등에서 데이터를 수집하여 처리하고 클라우드 시스템에 저장하는 것이 가능하다.
4	농작업기기의 완벽한 제어	△	본 시스템은 현재 농작업기기를 제어하는 기능은 가지고 있지 못하다. 하지만 외부 확장서비스를 통해 다양한 기능지원이 가능하기 때문에, 이를 사용하여 향후 농작업 기기 제어가 가능할 수 있다.
5	전문가 지식의 제공	○	본 시스템은 일간 작업추천기능을 전문가 시스템으로 구현하고 있으며, 이 외에도 다양한 전문가 시스템이 기본적으로 구현되어 있다. 또한 실제 전문가와 화상회의가 가능하도록 화상회의소프트웨어도 탑재하고 있다.
6	통합되고 표준화된 시스템	○	본 시스템은 노지과수농장 관리를 위해 농장정보, 환경정보, 기상정보, 저장고 환경 정보를 처리할 뿐만 아니라 영농일지 및 농장 회계관리를 수행할 수 있다.
7	쉽고 부드러운 상호 연동성	○	본 시스템은 OGC SOS와 같은 센서네트워크용 표준을 준수할 뿐만 아니라 다양한 OpenAPI로부터 표준화된 방법으로 데이터를 수집할 수 있다. 또한 내부 프로토콜을 통해 손쉽게 시스템연동을 수행할 수도 있다.
8	시스템의 확장성	○	본 시스템은 클라우드내의 가상화된 서버위에서 동작하고 있으며, 한 농가의 데이터를 하나의 가상화된 서버가 커버하고 있다. 따라서 농가의 추가시 Scale-out 방식의 확장이 가능하다. 또한, 외부 확장서비스 기능을 통해 기능의 확장이 가능하다.
9	데이터 교환을 위한 메타데이터	△	본 시스템은 표준화된 방식의 데이터 교환 및 내부 표준을 활용한 데이터 교환이 가능하다. 하지만 자동적으로 메타데이터를 교환하여 데이터를 처리하는 능력은 가지고 있지 못하다.
10	저비용	○	본 시스템은 모두 클라우드 위에서 동작하고 있기 때문에 초기 투자비용이 적고 시스템의 가입 및 탈퇴가 쉬워 비용적인 손해가 발생하지 않는다.

나. uFarm 클라우드 연동성 평가

(1) 연구개요

본 연구팀에서는 임베디스 시스템과 클라우드 컴퓨팅 기술을 조합한 접근 방법을 제안하고, 해당 시스템을 개발하였다. 이에 기존의 PC 베이스 시스템을 사용하는 경우와 OFIS 시스템을 사용한 경우를 비교 평가하였다. 농장에 설치된 센서정보는 일단 로컬저장소에 저장되고, 저장된 데이터가 클라우드로 전송되게 된다. 따라서 로컬 저장소의 데이터 저장률과 클라우드의 데이터 수집률이 중요한 비교평가 대상이 된다.

(2) 연구수행방법

(가) OFIS 시스템 연동 방법

농장내 센서네트워크와 uFarm 클라우드의 데이터 연동방법은 다양한 조합이 가능하다. 그림 99는 데이터 연동방법의 조합을 보여주는데, 크게 나누면 두 가지 방법으로 구분된다. 하나는 OFIS의 솔루션을 사용하는 것이고, 다른 하나는 외부 업체에서 OGC SOS 와 같은 국제 표준이나 OFIS의 프로토콜에 맞추어 개발된 소프트웨어를 사용하는 것이다. OFIS 솔루션은 OFIS ROSE 1, OFIS ROSE 2, OFIS IRIS를 사용하는 3가지 방법이 있는데, OFIS ROSE는 임베디드 시스템을 이용한 방식이고, OFIS IRIS는 PC 기반 솔루션에 활용될 수 있는 방식이다. 연동 프로토콜에 따라 분류하면 OFIS ROSE 1은 OGC SOS 표준으로 동작하고, OFIS ROSE 2와 OFIS IRIS 는 OFIS 내부 프로토콜 방식으로 동작한다.

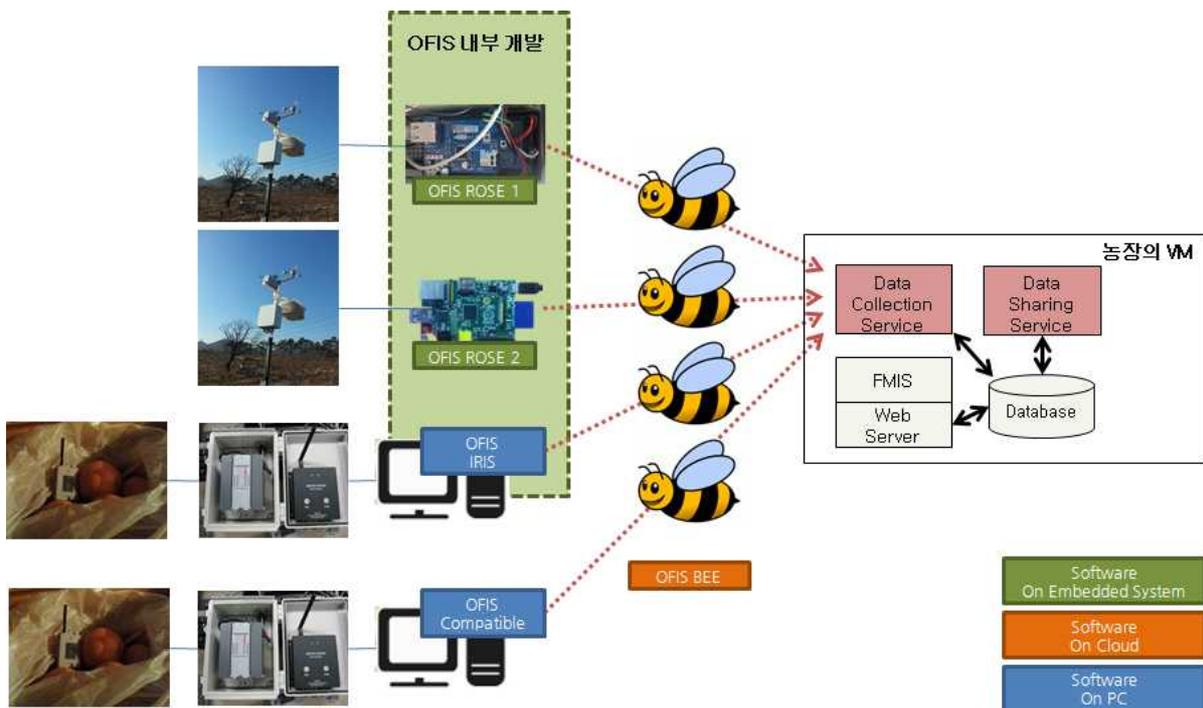


그림 99 농장내 센서네트워크와 클라우드의 연동방식

(나) 농장내 데이터 저장률 비교

첫 번째 실험은 농장내 설치된 센서네트워크에서 수집된 데이터가 얼마나 잘 저장되고 있는지를 확인하기 위해서 수행되었다. 시스템이 정상적으로 설치되었고, 외부 조건이 컨트롤

되는 상황에서는 데이터 수집률이 100%에 육박하기 때문에 이러한 실험은 큰 의미가 없다. 본 실험에서는 실제 상황을 제대로 반영하기 위해서 농가에 외부조건을 전혀 컨트롤하지 않은 상태에서 한 달간의 데이터를 확인하는 방식으로 이루어졌다. 즉, 농장주에게 실험에 관해 전혀 알리지 않은 상태에서 PC 베이스 시스템에서의 데이터 저장률과 OFIS 임베디드 시스템을 사용한 경우의 데이터 저장률을 비교하였다. 비교대상은 테스트를 위해서 개발한 기상대와 OFIS 임베디드 시스템이 설치된 3개의 농가와 제2협동 농정사이버의 센서시스템이 설치된 3개의 농가를 비교하였다. 다음 표는 시험농가들에 대한 기본 정보이다.

표 35 시스템 평가를 위한 농장리스트

베이스 시스템	농가지역	농장주	연동방식
OFIS 호환 기상대	남양주	김유한	OFIS ROSE 2 (임베디드 시스템)
	안성	이기주	OFIS ROSE 2 (임베디드 시스템)
(주)농정사이버 시스템	공주	배곤석	OFIS IRIS (Windows PC)
	평택	김평식	OFIS Compatible (Windows PC)

(다) 클라우드 데이터 수집률 비교

농장내 설치된 데이터 저장소에 데이터가 잘 저장되었다고 하더라도 클라우드 시스템으로 데이터 수집이 안될 수 있다. 이러한 상황은 인터넷이 끊어진다거나 시스템이 다운되는 경우에 발생할 수 있는데, 두 번째 실험은 OFIS 임베디드 시스템을 사용한 경우와 PC 베이스 시스템에 OFIS 연동용 소프트웨어를 설치한 경우의 클라우드 데이터 수집률을 비교하였다. PC 베이스 시스템에 OFIS 연동용 소프트웨어를 설치한 곳은 공주의 배곤석 농가였다. (평택의 김평식 농가는 제1협동 (주)농정사이버에서 개발한 OFIS 연동 소프트웨어를 이용하여 연동할 예정이었으나, 개발이 완료되지 못해 이 평가에서는 제외되었다.)

(3) 연구수행 내용 및 결과

(가) 실험 결과

실험결과를 정리하기 위해 농장내 저장률, 클라우드 수집률, 전체 유실률을 정의 하였다. 농장내 저장률은 수집되어야 하는 전체 건수에 대한 농장내 저장소에 저장된 데이터의 건수 비율로 정의 하였다. 클라우드 수집률은 농장내 저장소에 저장된 데이터 건수에 대한 클라우드로 수집된 데이터 건수 비율로 정의하였다. 전체 유실률은 수집되어야 하는 전체 데이터 건수에 대한 수집되지 못하고 유실된 데이터의 건수 비율로 정의하였다. 최종 결과는 다음과 같다.

표 36 데이터 수집률 평가 결과

베이스 시스템	농가 지역	농장주	연동방식	농장내 저장률	클라우드 수집률	전체유실률
OFIS 호환 기상대	남양주	김유한	OFIS ROSE 2 (임베디드 시스템)	99.40%	54.41% (93.16%)	45.91% (7.41%)
	안성	이기주	OFIS ROSE 2 (임베디드 시스템)	99.87%	23.77% (81.78%)	76.26% (18.32%)
	평균			99.64%	39.09% (87.47%)	61.08% (12.86%)
(주)농정사이버 시스템	공주	배곤석	OFIS IRIS (Windows PC)	80.28%	100%	19.72%
	평택	김평식	OFIS Compatible (Windows PC)	54.48%	0%	100%
	평균			67.38%	50%	59.86%

실험 결과를 비교하여보면 다음과 같은 사실을 확인할 수 있다. 농장내 저장률은 단연 임베디드 방식이 좋다. 임베디드 방식의 경우 농장내 저장률이 거의 100%에 육박하지만, PC 방식의 경우 농장내 저장률이 67.38% 수준이다. 임베디드 방식의 경우 100%가 아닌 이유를 정확히 알 방법은 없지만, 특정일의 특정시간대의 데이터가 없는 것으로 보아 전원의 문제로 기상대 혹은 임베디드 시스템이 재시작된 것으로 보인다. PC 방식에서 중요한 부분은 양농가의 차이가 극심하다는 사실이다. 공주 배곤석 농가의 경우 실험기간 중 연말휴일동안만 컴퓨터를 꺼둔 상태여서 80%의 농장내 저장률을 보이는 반면, 평택 김평식 농가의 경우 10일 정도는 컴퓨터를 켜지 않았고, 그 외에도 가끔씩 컴퓨터를 켜다 켜다 하였던 것으로 확인되었다.

클라우드 수집률은 흥미로운 결과를 보여준다. 우선 김평식 농가의 경우 uFarm 클라우드 시스템과 연동이 되지 않아 클라우드 수집률이 0%이다. 반면 배곤석 농가의 경우 OFIS IRIS가 설치되어 있었으며, 컴퓨터가 켜져있는 동안 데이터 수집에 전혀 문제가 없었다. 김유한 농가와 이기주 농가의 클라우드 수집률과 전체 수집률 값은 두 가지로 되어있다. 공교롭게도 테스트 기간동안 김유한 농가는 벼락을 맞아서 전화선(인터넷)이 끊겼었고, 이기주 농가는 컴퓨터와 공유기의 전원이 같이 연결되어 있어 집에서 컴퓨터 사용시에만 인터넷이 연결되는 문제가 있었다. 이에 괄호내의 수집률은 이 두 가지 문제가 없었던 경우에 대한 값이다. 이기주 농가의 경우 공유기 전원을 분리하였지만 가끔 인터넷 IP가 변경이 되는 경우가 발생하여 클라우드 수집률이 조금 낮아지는 경향이 있었다.

전체 유실률은 클라우드로 수집되지 못한 데이터의 비율을 의미한다. 전반적으로 클라우드로 데이터를 수집하는 경우 유실률이 상당히 크다는 것을 확인할 수 있다. 여기서 임베디드 시스템을 사용하는 경우 발생한 두 가지 문제는 PC를 사용하는 경우에도 동일하게 나타날 수 있는 문제이므로, 두 가지 문제를 배제하고 판단해야 할 것이다. 따라서 두 가지 문제를 배제한다면 임베디드 시스템을 사용하는 것이 데이터 수집에 있어 유리하다고 할 수 있다.

(나) 데이터 유실의 원인

위의 실험 결과에서 살짝 언급하였듯이 다양한 원인에 의해서 데이터 유실이 발생할 수 있다. 조사된 데이터 유실의 원인과 해당 원인으로 인한 유실률을 정리하면 다음과 같다. 단, 여기서 김평식 농가의 경우 클라우드 수집은 실제로 이루어지지 않았지만 평가를 위해 클라우드 수집에는 문제가 없었던 것으로 가정하였다.

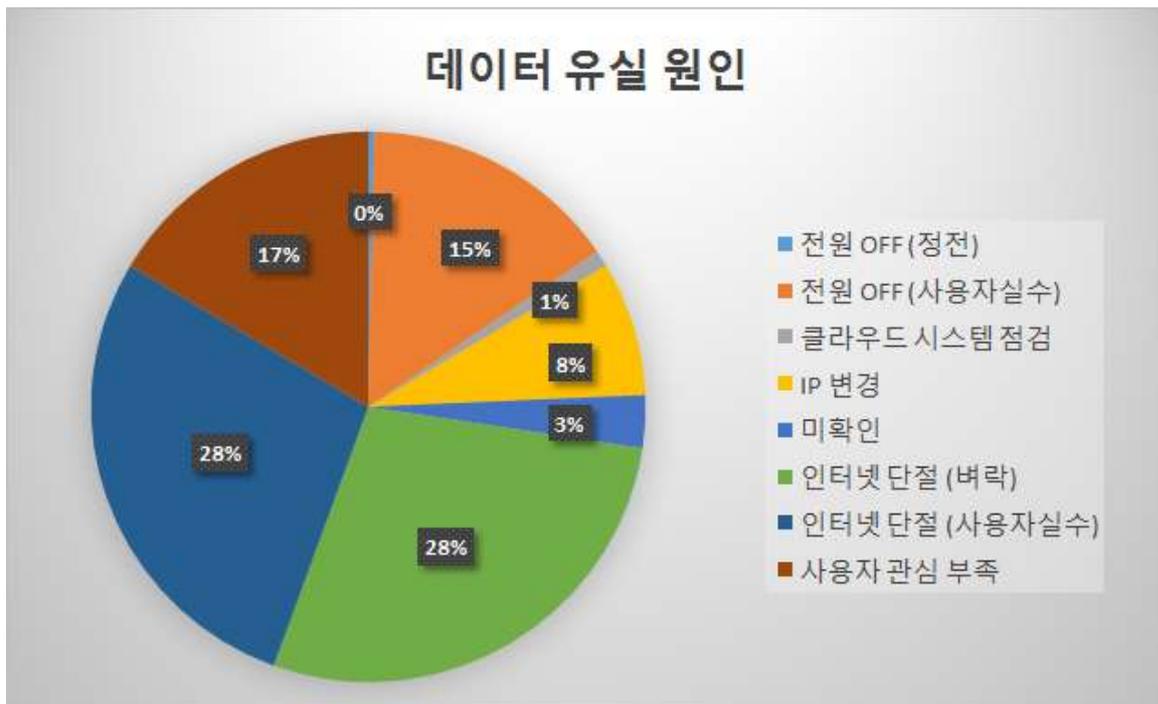


그림 100 데이터 유실 원인 비교

데이터 유실을 만들어내는 원인을 가만히 살펴보면 사용자에게 의한 유실이 전체의 약 60%로 가장 많은 것을 확인할 수 있다. 사용자의 관심 부족(17%)은 사용자가 시스템에 대해서 인지하고 있지만 시스템을 가동시키지 않아서 발생한 데이터 유실이다. 사용자의 실수로 인한 인터넷 단절(28%)과 전원 OFF(15%)는 사용자가 무의식적으로 데이터 유실을 일으킨 경우이다. 외부 환경의 문제로 인한 데이터 유실은 약 36%였다. 전화선이 벼락을 맞아 인터넷이 단절된 경우가 28%였고, 인터넷 사업자에 의해 IP가 변경된 경우가 8%, 정전으로 인한 전원 OFF가 0.4%로 나타났다. 이외에도 확인되지 않은 원인으로 인한 유실이 3%이고, 클라우드 시스템 점검으로 인한 유실이 1%였다.

위의 데이터는 특수한 상황에서 나온 결과로 수치에 대한 신뢰도는 매우 낮다고 볼 수 있다. 하지만 중요한 데이터 유실을 일으킨 주범이 사용자와 외부환경이라는 사실 자체에 대한 신뢰도는 충분하다고 할 수 있다.

(다) 결론

농장의 센서 데이터를 클라우드로 전송하는데 있어 유실의 가장 큰 원인은 사용자이다. 즉

사용자의 개입을 최대한 줄이는 것이 데이터 유실을 줄이는 데 중요하다. 임베디드 시스템을 활용하면 사용자로 인한 원인 중 사용자 관심 부족 문제와 사용자 실수를 최소화 할 수 있다. 따라서 임베디드 시스템을 활용한 데이터 연동이 유리하다. 하지만 IP 변경이나 베타 같은 외부환경에 의한 문제를 최소화 할 수 있는 방안도 강구되어야 할 것이다.

다. 노지과수생산관리시스템의 확대적용방안

(1) 연구개요

(가) 농업인 조직의 현황

◦ 노지과수생산관리시스템은 농업인이 직접 사용하는 것으로, 이 시스템의 보급, 확대방안을 검토하기 위해서는 현장 농업인 조직의 구조와 특성 및 농업정책의 지원체계를 확인할 필요가 있다.

① 농업 생산기반의 변화

- 전체 농지가 감소하고 있으나, 농가당 경영규모는 점차 커지고 있는 추세이다.
 - 전체 농지는 감소추세이나 밭의 감소추세는 미미하며, 최근 소폭 상승하는 모습. 전체 농지대비 밭 비중 상승
 - 농가감소에 따라 호당 경지면적은 상승. 논에 비해 밭 농가당 면적의 규모화 진척속도 빠른 편
 - 그러나 밭농가 호당 경지면적 0.64ha에 불과. 농가 재배면적 규모화 한계 봉착
- 농가 평균연령, 농촌 노동력 부족 등을 감안할 경우 노령 영세농, 중장년 기업농 구조로 재편 예상

- 전체 농지 : 1,985천ha(95) → 1,824천ha(05) → 1,698천ha(10)
· 10/95 ↓14.5%, 10/05 ↓6.9%
- 밭 : 779천ha(95) → 719천ha(05) → 738천ha(10)
· 10/95 ↓5.3%, 10/05 ↑2.6%
· 전체 농지대비 비중 39.2%(95) → 39.4%(05) → 43.5%(10)
- 농가 당 경지면적 : 132.3a(95) → 143.3a(05) → 146a(10)
10/95 ↑10.4%, 10/05 ↑1.9%
· 농가 당 경지면적 (논) : 80.4a(95) → 86.8a(05) → 82.5a(10)
10/95 ↑2.6%, 10/05 ↓5.0%
· 농가 당 경지면적 (밭) : 51.9a(95) → 56.5a(05) → 63.5a(10)
10/95 ↑22.4%, 10/05 ↑12.4%

표 37 농업생산 기반 주요 통계자료 추이

* 자료 : 통계청, 국가통계포털의 농업총조사 (1995, 2005, 2010자료 사용)

② 농업인 조직 변천과정

- 농업인 조직은 과거 1970년대 ‘작목반’으로 태동하여 현재 ‘공선출하회’로 명맥이 이어지고 있다.
 - 초기 작목반은 고을단위로 조직되었으며, 고을내 친목 및 정보교류가 주목적으로 생산기술의

전파와 보급이 이뤄졌음. 또한 정부주도로 조직이 구성되었기 때문에 농업인을 관리하기 위한 수단으로도 활용되었음.

- 이후 작목반은 농업인의 친목모임으로 발전하였고, 판매를 목적으로 공동 선별하는 등의 유통형 작목반으로 발전하기도 하였음. 활성화된 작목반은 영농조합법인 등으로 법인화하여 유통사업에 전념하기도 하였음.

- 이후 2000년대 이후 유통환경 변화로 대형유통업체가 대량물량을 공급할 수 있는 조직을 찾으면서 산지의 물량을 합치고 공동으로 상품화할 필요성이 제기되었음. 이에 2009년 농협중앙회 주도로 작목반을 폐지하고 농업인 기본조직을 공선출하회로 조직하기 시작하였음.

작목반 태동 (1970년대)	> 식량증산 중심의 생산자 조직 육성 > 1977년부터 농협 중심의 작목반 구성(새마을영농회 내부조직)
협동출하반 육성 (1980년대)	> 상업농 확대와 함께 농업정책이 생산중심에서 유통중심으로 전환(2원화) > 정부 주도로 협동출하반 육성: (83) 4,830개소 → (90) 12,425개소
공동계산조직 태동 (1990년대)	> 1991 작목반과 협동출하반 통폐합(13,682) > 1993년 신농정 이후 영농조합법인 육성으로 작목반과 경쟁체제 > 1996년 유통서비스시장 개방에 대응 공동계산제 중심 작목반 재도약운동
공동계산 실천 작목반 육성 (2000~2008년)	> 소비자 유통환경 변화에 대응하여 공동계산제 실천작목반 육성 > 공동계산 조직을 보유한 농협을 중심으로 연합판매사업 실시
공선출하회 육성 (2009년 이후)	> 산지유통혁신 112운동 일환으로 공선회 조직 집중 육성(작목반 정비) > 2020년까지 공선회 2,500개소 육성, 공동계산액 5조원 달성 계획

그림 101 농업인 조직화 변천과정

* 자료 : 김홍배, '농협의 역할과 품목별 조직화', 2014 농산물 마케팅 대상 시상식 및 기념 심포지엄, 농식품신유통연구원, 2014.

③ 농업인 및 농업인 조직의 유통 특성

◦ 농가조직이 유통판매사업을 중심으로 재구성되면서 농업인의 출하특성에 따라 농업인조직의 특성도 구분할 수 있다.

◦ 농업인의 출하체계는 크게 3가지로 구분할 수 있다.

◦ 첫 번째는 개별출하로 농업인이 직접 수확하여 상품화하고 출하처에 납품하는 형태임.

- 주로 도매시장, 택배, 직판, 상인을 통해 판매하며, 도매시장으로 출하하는 경우는 정산을 위해 농협을 끼고 출하하기도 함.

◦ 두 번째는 농업인 주도 공동출하로 농업인 주도로 구성된 유통조직(영농조합법인, 작목반

등)이 공동으로 상품을 수집, 선별하여 판매하는 형태임.

- 일반적으로 공동작업장을 보유하고 있으며, 공동선별, 공동정산하는 형태로 발전하였고 농협의 공선출하회와 동일하지만 판매역할까지 맡는다는 것에 차이가 있음.

◦ 세 번째는 농협 공선출하회를 통해 출하하는 형태이며, 주로 판매단가가 높은 대형유통업체, 농협계통 소매점 등으로 출하함.

- 생산은 농업인이 하고, 선별, 상품화, 유통, 판매는 농협이 전담함.
- 농협은 공동선별 시설을 설립, 운영하며, 농업인은 공선회 회의를 통해 의견을 개진하고 각종 정책사업 등에 참여할 수 있음.

④ 농업인 조직 현황

◦ 현재 작목반은 공식적으로 집계되지 않으며, 농가조직은 공선출하회만 인정하고 있으나 농협과 거래하지 않는 민간부문에서는 공선회로 전환되지 않은 작목반이 많이 남아있다.

- 원예 작목반 개소수 : 18,417개소(95) → 14,642개소(08) ↓20.5%

◦ 공선출하회는 농산물의 공동판매를 목적으로 조직되었으며, 가입과 출하계약에 근거하여 조직이 운영되며, 판매권한을 소속농협에 전적으로 위임하는 것이 특징이다.

- 공선출하회 3문불가 원칙 : 회원이 출하한 농산물을 ‘언제’, ‘어디에’, ‘얼마에’ 판매하는지 관여하지 않음.
- 판매된 농산물은 일정기간 공동으로 정산해주기 때문에 농업인 소득이 안정되는 효과를 얻을 수 있음.

구 분	기존작목반	회원제 공동출하조직
출하처	도매시장 출하 중심	물류센터, 백화점, 단체급식 등 시장개척에 주력
지역범위	마을단위	조합(APC) 단위
조직규모	평균 25명	평균 50명 내외로, 유통업체의 요구에 대응할 수 있는 수준
판매규모,	비교적 소규모	상대적으로 대규모
회원자격	제한 없음	조직내 규약에 적합한 농가 (규모, 기술수준 등)
품질관리노력	품질관리 노력이 느슨하고 공동활동이 적음	참여농가들은 생산, 판매과정에 걸쳐 공동으로 수행
선별능력	반원전체 공동수행	전담인력을 활용
재검사	개별선별 후 재검사비율이 상대적으로 낮음	개별선별시 대부분 재검사 후 시장출하
품질불량시	반원에 대한 제재수준이 낮음	품질불량 시 작목반 탈퇴, 공동포장재 사용금지, 벌금부과 등 엄격한 조치
판매대금정산	개별정산이나 등급별 구분없이 정산	대부분 등급별 구분 정산
유통시설보유	유통시설 보유비율이 낮고 기계선별 비율이 낮음	유통시설 보유비율이 높고 기계선별 위주
기능	생산, 시설운영, 판매	생산(농산물 품질 상향 평준화)
의사결정	전통적	시장지향적

표 38 기존 작목반과 공선출하회의 특성 비교

◦ 공선출하회는 2013년 총 1,804개소이며, 공선매출실적은 약 14,234억원으로 전년대비 29%가 증가하였다.

◦ 이는 농협의 원예농산물 판매액의 14% 수준으로 명실공히 농협의 핵심 농가조직으로 자리를 공고히 하였다.

구 분	2009	2010	2011	2012	2013
조직수(개)	1,006	1,327	1,528	1,644	1,804
증가율(%)	-	44.1	17.8	7.6	9.7
공동계산액 (억원)	5,422	7,812	9,202	11,002	14,234
증가율(%)	-	31.9	15.1	19.6	29.4
원예판매액 대비	7.5%	10.1%	10.2%	11.2%	14.1%
증가율(%)	-	2.6	0.1	1.0	2.9

표 39 공선출하회 연도별 현황

* 자료 : 김홍배, 앞의 글.

◦ 공선출하회를 부류별로 살펴보면 과채류가 45.2%로 가장 많고, 과일류가 29.8%으로 과일/과채부류에 집중되어 있다.

◦ 지역별로는 과일, 채소 생산이 많은 지역인 경남, 경북, 충남, 전남 등에 많이 조직되어 있다.

(단위 : 개소, 명, 백만원)

구 분	조합수	조직수	회원수	사업실적
경 기	95	167	2,759	81,343
강 원	44	143	3,267	80,569
충 북	57	113	3,402	69,670
충 남	93	207	7,106	154,758
전 북	58	207	3,677	104,880
전 남	126	270	7,175	164,941
경 북	118	241	7,617	172,639
경 남	87	211	7,821	213,386
제 주	18	51	2,303	43,402
기 타	20	34	617	14,640
합 계	716	1,644	45,744	1,100,228

표 40 지역별 공선출하회 현황 (2012)

* 자료 : 농협중앙회, 경제사업주요통계, 2013.

(나) 농업정책의 지원 체계

◦ 농업부문은 정부주도적인 육성정책이 지금까지도 이어오고 있음. 생산부문의 품종개발부터 생산시설 현대화를 포함하여 유통부분의 시설 건립 및 개보수, 홍보마케팅, 교육까지 농식품부의 예산과 정책사업을 통해 이뤄지고 있다.

- 정부주도적 농업육성정책

◦ 노지과수생산관리시스템(OFIS)도 정부지원 연구사업으로 개발되었으며, 농업 정책사업으로 현장에 보급될 확률이 매우 높음. 따라서 농업정책이 어떤 체계로 농업인까지 전달되는지 그 체계에 대해 확인할 필요가 있다.

◦ 예전부터 현재까지 농업부문 정책사업 지원체계의 공통점은 정부주도적으로 지자체를 매개로 하여 지원된다는 것임. 정부가 정책사업을 수립하고 예산을 편성하면 그 중 일부를 해당 기초지자체가 부담하는 것이다.

◦ 반면 과거와 달라진 점은 현재는 거의 모든 생산, 유통부문 농업정책사업이 통합마케팅조직과 공선출하회를 통해 지원된다는 것이다.

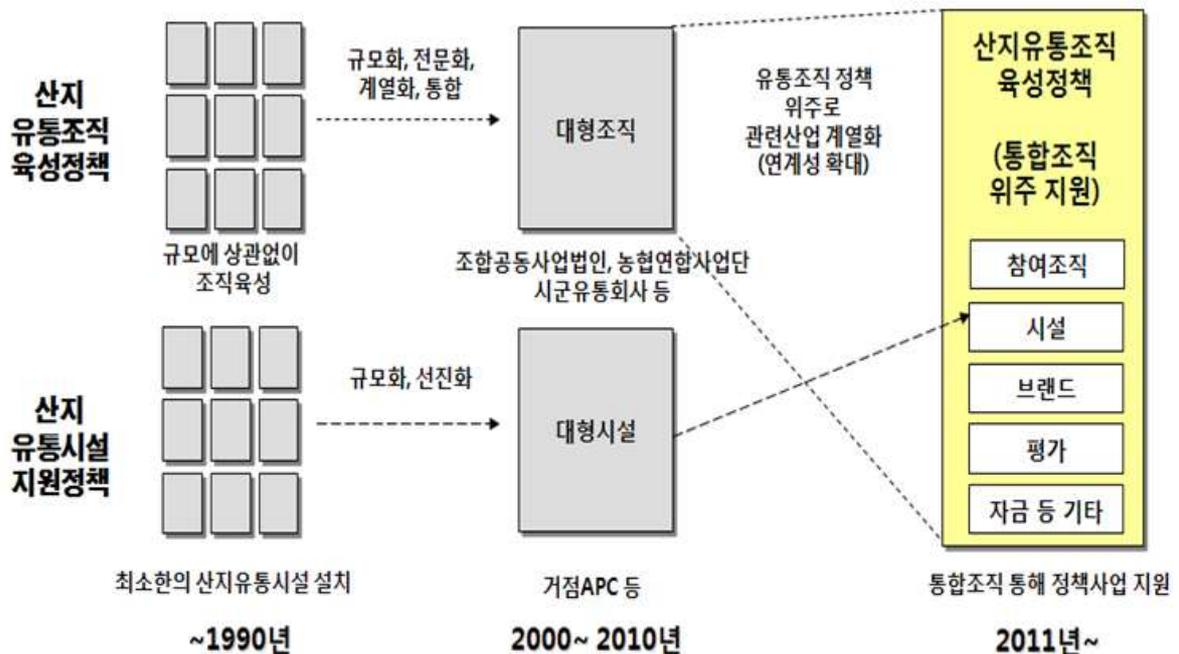


그림 102 농식품부 산지유통정책 변천과정

- FTA기금사업 과수생산시설 현대화사업의 사례를 보면, 농업인 A씨는 통합마케팅조직인 햇사레 과일조합공동사업법인의 참여조직인 감곡농협 농협공선회에 속해있는 농가이며, 감곡농협과 전량 출하위임약정을 맺고 3년간 생산량을 모두 농협 공선장으로 출하하였으며 그 실적을 인정받아 FTA기금사업으로 과수원 관수, 방풍시설 지원받고 있음.

- 반면 감곡농협 조합원이지만 공선회에 참여하지 않는 B씨와 공선회원이지만 전속출하를 어기고 70% 미만을 출하한 C씨는 FTA기금사업 대상에서 제외되었음.

◦ 최근 FTA기금 과수지원사업, 공선비, 포장재비, 원물확보를 위한 선도금 등 주요 정책사업 뿐 아니라 농가교육 등도 공선회 위주로 지원되고 있으며, 개별출하를 주로 하는 일반적 농업인은 정책사업 대상에서 제외되고 있다.

- 농업유통정책의 기본방향 : 산지조직의 조직화 및 규모화

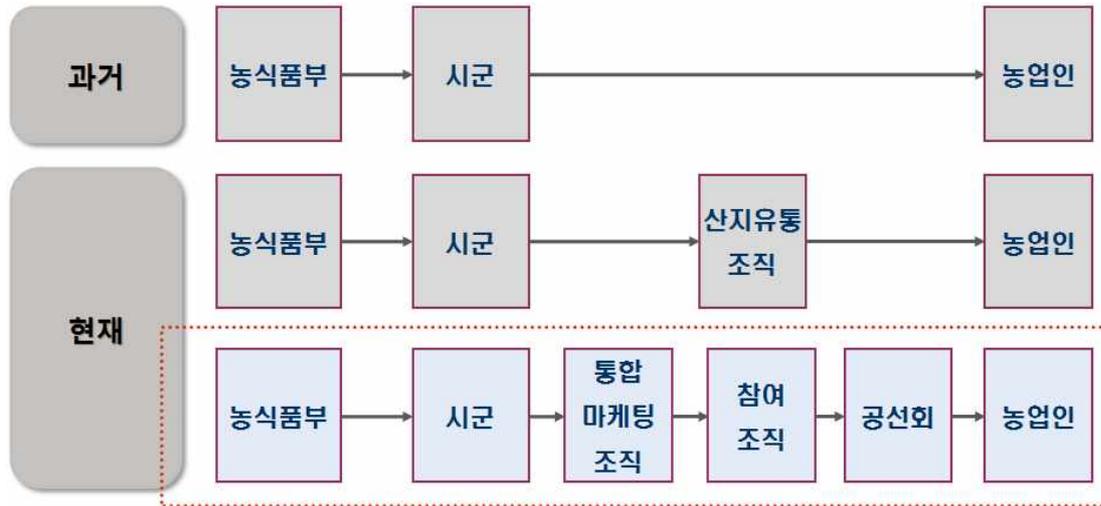


그림 103 농업정책의 지원체계 변화

(2) 노지과수생산관리시스템(OFIS)의 시스템 확대적용 방안

(가) 노지과수생산관리시스템의 특징

◦ 노지과수생산관리시스템은 기본적으로 농업인 개인이 이용하는 시스템이다. 개인 스마트폰을 활용하여 입력하고 관리, 활용되므로 정책 사업으로 보급될 경우에도 그 대상은 농업인 개인이 되어야 한다.

◦ 영세 노령 농업인이 사용법을 습득하는 것은 쉽지 않다.

- 10~30대 일반 스마트폰 사용자가 이용하는 것에는 문제가 없을 것으로 보이나, 스마트폰 및 IT 기술에 익숙하지 않은 농업인이 이 시스템을 혼자서 설치 운영하는 것은 결코 쉽지 않을 것임.

◦ 창고, 과수원 등에 각종 장비들을 설치, 관리해야 한다.

- 다양한 생산, 유통현장의 정보를 제공해주는 다양한 센서, 정보입력장치가 필요하며, 지속적으로 운영되고 관리되어야 함.

- 이 센서 등 기자재는 작동오류, 고장시 농업인이 직접 고칠 수 있지 않으므로 관리해줄 사람이거나 수리할 수 있는 체계가 구축되어야 함.

- 이는 관수, 관정, 방풍시설 등 한번 설치하면 관리가 거의 필요없는 일반적인 농업 기자재와 다른 점임.

◦ 이런 노지과수생산관리시스템(OFIS)의 이런 특성을 감안하면 노지과수생산관리시스템은 좁은 지역에 다수 농업인에 지원하는 형태가 가장 적절하다고 보인다.

- 각종 시설, 센서, 기자재의 설치 및 유지보수, 관리 용이
- 시스템을 설치한 농업인의 집단 소집교육 용이
- 시스템을 이용하는 농업인간 정보교류, 상호소통, 학습이 용이

◦ 또는 관계 전문가 또는 기관(업체)가 설치하고 지속적으로 관리할 수 있는 환경 또는 사업조건이 전제되어야 한다.

- 사업성과 창출을 위한 최소한의 조건

(나) 노지과수생산관리시스템(OFIS) 확대적용 방안

① 농식품부 정책사업을 통한 확대 보급

◦ 일반 농업정책사업과 같이 정부주도적으로 사업을 실시하는 형태로, 사업계획을 수립하여 예산을 확정하고 각 지자체를 통해 사업집행하는 것이 필요하다.

㉠ 정식 정책사업

◦ 정식으로 농림예산을 편성하여 노지과수생산관리시스템 보급사업(가칭)을 수립하고, 농림사업시행지침에 수록하고 지자체를 통해 사업공고하는 것이 필요하다.

- 사업개요, 목표, 대상, 추진체계, 연도별 사업비, 사업량, 평가(성과)지표 등 명

◦ 위에서 검토한 대로 노지과수생산관리시스템이 지역에 집중하여 보급할 때 효과적이고, 센서·기자재 등 적지않은 하드웨어 인프라가 필요하므로 정부정책사업으로 추진하는 것이 가장 효과적일 것이다.

◦ 정칙 정책사업을 통해 노지과수생산관리시스템을 보급하는 것이 가장 효과적이나 명확한 사업효과와 국가예산으로 사업을 보급해야 할 필요성과 명분, 농업예산의 확보 가능성, 현장 농업인의 요구 등 정책사업 성립에 필요한 제반요건을 충족해야 한다.

◦ 현 상황에서 시스템의 효과 등에 대한 명확한 필요성이 부족하므로 단기간에 정식 정책사업 추진은 쉽지 않을 것으로 판단된다.

- 농림예산 전반적 축소 여건 (장기 경기침체, 세수부족 등)
- 시스템 보급과 농가에 주는 효과의 명확한 실제 효과, 사례 부족

◦ 따라서 정식 정책사업은 사업효과가 증명되고, 국회, 정책당국자, 농업인이 이 시스템에 대한 필요성을 어느정도 인식하는 시점에서 추진하는 것이 바람직할 것이다.

㉡ 현재 정책사업의 선정 또는 가점 조건으로서 정책사업 편입

◦ 현재 추진중인 정책사업의 선정조건 또는 평가의 요소 등으로 노지과수생산관리시스템의 설치, 활용항목을 추가하여 간접적인 방법으로 정책사업에 편입하는 형태도 가능할 것으로 보인다.

- 직접적으로 예산을 지원하는 것이 아닌데다 다수 기자재가 필요하며 이에 따르는 구매비용이 발생하기 때문에 보급속도가 느려질 우려가 있다. 평가점수를 우수하게 받거나 사업에 선정되는 것을 목적으로 노지과수생산관리시스템을 형식적으로 설치·운영하는 등의 문제점도 우려된다.

- 반면 예산을 편성할 필요가 없고, 기존 정책사업 지침을 일부 수정하여 시스템의 보급이 가능하다. 또한 특정 정책사업의 선정 요건으로 이 시스템의 설치·운영 실적을 요구할 경우 실질적으로 대단한 강제력을 보유하게 되므로 실효성도 높일 수 있을 것으로 보인다. 평가 항목 또는 가점요인으로 하더라도 평가를 잘 받고자하는 사업대상자의 의지에 의해 설치하게 되므로 시스템에 대한 관심과 인지도 향상을 달성할 수 있을 것으로도 기대된다.

- 이 방안으로 추진하기 위해서는 농장, 저장고에 설치해야하는 센서, 기자재의 구매, 설치, 운영방법의 교육 등이 병행되어야 한다.

- GAP 시설인증 전 운영인력의 교육이수 조건, 산지농협이 산지유통센터 건립할 때 미리 농협중앙회의 타당성을 승인받아야 하는 사례, 거점산지유통센터 건립과정에서 저온저장고 등에 대해서 한국식품연구원의 검사를 받도록 한 사례 등을 참조할 수 있을 것임.

㉔ 시스템의 현장 적용 실증연구용역

- 개발연구용역이 완료된 후 현장 적용 연구용역 또는 컨설팅을 실시하고, 사업추진대상은 개발자가 되며 산지의 농업인을 파트너로 하여 현장적용 실증연구 실시하는 방법도 있다.

- 노지과수생산관리시스템의 효과를 실증하기 위한 최선의 방법으로 판단됨.

- 개발자가 직접 현장에 적용하며 사용상의 문제점, 효과를 확인할 수 있으며, 실증과정에서 도출된 문제를 비교적 신속하게 개선할 수 있음.

- 파트너인 농업인도 개발자가 시스템의 설치, 운영, 관리를 도와주게되어 쉽게 적응할 수 있으며, 현장과의 괴리를 좁혀 현장성을 높일 수 있음.

- 또한 비교적 적은 금액으로 실증효과를 확인할 수 있어 정식 정책사업으로 추진하기 위한 전단계로 볼 수 있다.

- 특정 지역, 품목 샘플을 선정하므로 투입예산이 적고, 반면에 보다 심도있게 실증연구를 진행할 수 있음.

- 농식품부, 농촌진흥청 등 관계기관의 연구용역 예산범위내에서 수행해야 하므로 시기가 늦춰지거나, 사업예산이 축소될 수 있는 가능성이 있다. 심지어는 실증연구 대상에서 탈락하여 연구가 무산될 우려도 있다. 수의계약으로 추진하지 못할 경우 개발자가 아닌 타 업체가 실증연구 사업자로 선정될 수 있으며, 이 경우 본래 목적과 방향성을 잃을 수 있다.

- 경쟁입찰에 의해 사업자 선정시 전문성 상실 문제 (반면 타 업체에 의해 새로운 방향과 더 좋은 시스템이 개발될 가능성도 상존)

② 민간부문의 자율적 사용

◦ 정부기관이 아닌 민간부문의 자율적 사용을 통해 보급하는 방안이다.

㉠ 민간부문의 자율적 사용

◦ 시스템의 설치에 대한 정보를 농식품부, 농촌진흥청 등의 홈페이지 등에 게재하고 필요한 농업인이 직접 검색, 확인하여 설치, 사용할 수 있도록 한다.

◦ 설치나 보급에 필요한 정부예산이 거의 없으나, 이런 유형의 사업일 경우 농업인이 직접 확인하여 설치하는 사례가 많지 않을 것으로 우려되기 때문에 보급 속도가 매우 느릴 것으로 보이며, 현실적으로 보급자체가 안될 가능성이 높다.

㉡ 홍보관측을 통한 시스템 사용 확대

◦ 시스템의 장점, 사용방법 등을 다양한 방법을 통해 홍보하여 농업인이 스스로 설치, 운영하도록 유도하는 방안이 있을 수 있다.

◦ 노지과수생산관리시스템 전용 웹사이트를 개발하여 설치, 운영, 관리 매뉴얼을 올리고, 각종 정보활용방안을 확인하게 할 경우 농업인의 활용빈도를 높일 수 있을 것이다.

◦ 농업인의 인지도를 높이기 위해 지자체와 농협을 통한 포스터, 홍보브로셔 공급, 일간지 및 전문지(농민신문 등)를 통한 홍보, 우수사례집 발간 등의 프로모션 방법을 사용할 수 있다.

- 인터넷 : 자체 홈페이지, 정부 홈페이지, 블로그, 페이스북 등 SNS 서비스
- 대중매체 : 신문, 방송
- 현장 홍보 : 지자체, 농협 포스터, 홍보지, 브로셔 등
- 관계자 교육 : 지자체, 농협, 농업인 교육, 워크샵 시 시스템 홍보기회 마련 등

◦ 농업인이 직접 시스템의 설치, 운영, 관리할 경우 문의가 발생하므로 문제를 해결해 줄 수 있는 콜센터 또는 상담센터 등을 운영하는 것이 필요하다.

◦ 관심있는 농업인이 참여할 수 있도록 여건을 조성할 수 있고 비교적 적은 예산으로 시스템을 보급할 수 있으나, 이 방법 역시 보급속도가 느리고 시스템 설치·운영과정에서 중단하는 사례가 발생할 수 있는 문제가 있다.

㉢ 민간사업자에게 기술이전 (사업영역으로 업무 이관)

◦ 노지과수생산관리시스템의 원천기술과 사업권을 민간사업자에게 이관하여 인수한 민간사업자가 business로 접근하도록 하는 방안이 있다.

◦ 정부예산이 크게 필요하지 않고, 민간사업자는 수익창출을 위해 적극적인 영업활동을 추진하여 서로 윈윈할 가능성이 있다.

- 정부 개발과제의 민간 기술이관 효과

- 그러나 사업성이 부족할 경우 인수하고자 하는 민간사업자가 적거나 없을 수 있으며 이럴 경우 보급속도가 느려질 수 있으며, 반대로 민간사업자가 지나친 수익을 목적할 경우 시스템의 설치비용이 상승하여 농업인에게 충분한 효과를 주지 못하게 될 우려도 있다.

③ 노지과수생산관리시스템 보급방안 제안

- 앞서 살펴본 노지과수생산관리시스템의 특징과 정책변화, 농가조직 구성 및 정책사업의 추진방법을 고려한 결과, 노지과수생산관리시스템의 보급방안은 정부주도적 정책사업이 적절한 것으로 판단된다.

- 농가 또는 산지유통조직 스스로 이 시스템을 설치, 운영하기가 매우 어려우며, 센서 등 시설과 운영과정에서 지속적 관리가 필요하다는 점을 감안하고, 이 시스템이 농가의 경영에 필수적이지 않고 설치하지 않아도 농업 경영에 단기적인 효과가 없을 수 있다는 점을 고려할 때 정부의 주도적 보급의지가 없다면 노지과수생산관리시스템 혹은 유사한 시스템의 보급은 상당히 어려울 것으로 판단된다.

- 2015년 농식품부 연두 업무보고자료에 따르면 9대 핵심과제 중 2번째(국정과제 12-2)가 농업의 'ICTBT 융복합으로 첨단 산업화'로 규정하고 있다. 정부는 농식품부 R&D가 현장 확산이 미흡하다고 판단하고 있으며, 이를 해결하기 위해 ICT 현장확산의 가장 큰 걸림돌 중 하나인 높은 초기투자비용을 정부가 지원하도록 하는 대책을 제시하고 있는 상황이다.

- 개방형농장관리시스템은 ICT에 속한 기술이며, 단순히 사물인터넷을 이용한 농장의 운영을 개선하는 수준을 뛰어넘어 이런 정보를 모으고 분석하여 보다 농가에게는 효과적이고 적시적인 제공하여 농업경영을 개선하고, 국가전체적으로는 정부의 취합을 통해 그동안 확보할 수 없었던 농가경영정보의 빅데이터를 수집할 수 있고 보다 효과적인 농정이 가능하게 해주는 기술이다. 따라서 개방형농장관리시스템의 보급 애로사항은 농식품부가 인지하고 있는 ICT 확산 애로사항과 일치하므로 정부주도적 정책사업으로 추진하는 것이 가장 적절하다.

- 개방형농장관리시스템을 보급하는 가장 좋은 방법은 정식 정책사업으로 채택하는 것이나 예산 등의 문제로 실현이 어렵다면 정책평가 가산점, 정책사업 선정요건 등 간접적인 방법을 통해 정책적으로 보급하는 것이 바람직할 것이다.

- 민간주도적인 방법으로 개방형농장정보시스템을 보급하고자 한다면 정부는 대대적으로 농가에 홍보하여 이런 기술을 원하는 농가가 개방형농장관리시스템을 인지할 수 있도록 보급 촉진역할을 수행해야 할 것이다. 이를 위해 농협, 농민단체 등을 통해 관련 정보를 보급하고, TV 등을 통해 개방형농장관리시스템을 홍보하며, 이미 농장에 IT를 접목했거나 하고자 하는 농가를 대상으로 별도 교육 또는 홍보사업 등을 실시하는 것이 바람직하다.

(다) 노지과수생산관리시스템 대상자 검토

- 노지과수생산관리시스템(OFIS)은 IT에 대한 기본적 지식을 갖췄거나, 농장관리, 자료관리

등에 관심이 많고, 시스템에 대한 교육을 받아서 이해할 수 있는 농업인 또는 이해하고 운영할 수 있는 주변인(배우자, 자녀, 친지, 직원 등)이 있어야 한다.

- 민간 자발적으로 보급할 경우는 시스템을 사용할 대상자를 선정할 필요가 없으나, 정책사업으로 추진할 경우 사업대상자(농업인)을 선정해야 하며 지역, 품목, 사업대상자의 특성이 고려되어야 한다.

- 공선출하회의 부류별 농업인 특성을 분석한 결과 과채, 과실류의 농가연령이 가장 낮고, 소득이 높으며, 조직당 회원수가 적은 편으로 나타났다. 따라서 과채, 과실류를 우선 보급하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

- 시스템 특성상 1개 공선회 회원을 대상으로 모두 적용하여 서로 비교하고 관리하는 것이 효율적
- 출하체계 변동이 심하고 농업인의 연령대가 높은 무, 배추, 조미채소류는 장기적으로 시스템 보급

- 품종이 단순하고, 산지유통센터에서 공동선별이 가능하여 여러 농업인의 원물이 집중되어 서로 cross check가 가능한 품목이 바람직할 것이다.

- 품종 단순 : 배, 사과, 오이, 호박, 멜론, 수박, 포도 등(복숭아 X)
- APC 수집, 공동선별 : 배, 사과, 수박, 멜론, 오이, 호박, 복숭아, 토마토 등(딸기, 포도 X)



그림 104 부류별 공선출하회 현황

* 자료 : 김홍배, 앞의 글.

- 노지과수생산관리시스템의 보급은 과실, 과채 농업인 중 공선회 등 산지유통조직에 적극적으로 참여하며, 경영규모가 큰 편이고, 이 시스템을 통해 경영을 개선하거나 변화시킬 의지가 높은 농가를 대상으로 하는 것이 적절하다.

- 공선회 회원 전체 지원 등 집단지원 방식은 설치, 관리, 농가 상호간 소통 등에서는 유리하나 공선회원 중 극히 일부만 이 시스템을 적극적으로 활용할 것으로 보이기 때문에 오히려 비효율적이며, 시범사업의 성과를 떨어뜨릴 것이 우려된다.

- 본 시스템이 노지과수를 대상으로 개발된 것이지만 노지과수생산농가의 시설화 수준을 고려하면 시설원예농가를 대상으로 한 사업도 고려할만 하다.

(3) 노지과수생산관리시스템 설치 운영 예산 검토

(가) 기본 가정

- 노지과수생산관리시스템을 설치운영하기 위해서는 서버/관제센터와 농장에 필요한 시스템이 설치되어야 한다.
- 보급방법은 정식 정부정책사업이라고 가정하고 서버/관제센터는 정부보조, 농장관리시스템은 일반적 정책사업 수준에서 30% 농가 자부담분을 책정한다.
 - 100%로 보조사업일 경우 농가의 시스템 사용의지보다 정책자금을 받기 위해 신청할 수 있기 때문에 진정으로 시스템의 사용을 원하는 농가만을 선정하기 위해 자부담 책정
- 서버/관제센터의 설비는 새로 설치하는 것을 가정한다.
 - 농정원 등 서버, 센터에는 기본적인 서버, 허브, 방화벽 등이 설치되어 있으나, 운영담당 기관 등이 정해지지 않은 상태이기 때문에 이 연구에서는 보수적으로 신규설치를 가정하였음.
- 농가 기상대, 저온저장고 센서 등은 새로 설치하는 것으로 가정한다.
 - 기 설치된 장비와 연동이 어렵기 때문에, 사업비를 다소 절감하려다 실제 사업성과를 제대로 발휘할 수 없는 문제가 생길 수 있음.
- 보급대상 농가는 10개소, 100개소, 1,000개소를 가정한다.
- 서버, 스위치허브 등 설치설비는 필요한 등급의 장비가격 중 중간가격으로 가정하였다.
 - ex) L3 스위치 : 10만원에서 수천만원 까지 다양하나, 해당 농가를 수용할 수 있는 수준에서의 적절한 등급, 그 등급에서의 중간가격을 기준하였음.
 - 과소, 과대 시설 도입 방지
- 인건비 등 운영비는 1년을 기준하였다.

(나) 노지과수생산관리시스템 소요예산 추정

① 제1안 : 보급농가 10명

◦ 정책대상 농가를 10명으로 가정할 경우 최초연도에 필요한 정책예산은 146백만원으로 나타났다.

- 서버, 관제센터 98백만원, 농가 48백만원 (개소 당 4.8백만원)
- 설치비 86백만원, 운영비 60백만원

구분		수량	단가(천원)	예산(천원)			
제1안 보급 예산 총계		75		145,900			
1. 클라우드로 센터 내 시스템	소계		25	79,100	97,900		
	설치비	소계		23	19,100	37,900	
		기본서버	소계		14	7,300	21,600
			빅데이터처리 서버		7	2,000	14,000
			농가용 가상머신 구동서버		3	1,000	3,000
			네트워크 : 스위치허브		2	300	600
			네트워크 : L3스위치		1	2,000	2,000
			방화벽		1	2,000	2,000
			소계		8	6,800	11,300
		관제센터	관제용 PC		4	1,500	6,000
			네트워크 : 스위치허브		1	300	300
			네트워크 : L3스위치		1	2,000	2,000
			방화벽		1	2,000	2,000
			인테리어 (격벽, 가구등)		1	1,000	1,000
		소프트웨어구입	소계		1	5,000	5,000
	화상회의 솔루션 (8명동시회의)		1	5,000	5,000		
	운영비	소계		2	60,000	60,000	
		인건비	관제센터 및 서버관리		1	30,000	30,000
고객센터 (문의대응)			1	30,000	30,000		
2. 농장 내 시스템	소계		30	4,500	45,000		
	기상대	온습도, 일사량, 풍향, 풍속 등 측정	10	2,000	20,000		
	저온저장고센서set	저온저장고센서 4기, display 콘솔, 허브 등	10	2,000	20,000		
	설치인건비	전문업체 설치 대행비	10	500	5,000		
3. 임베디드 시스템	소계		20	300	3,000		
	ROSE	소형 임베디드 시스템	10	100	1,000		
	시스템 연동비		10	200	2,000		

표 41 노지과수생산관리시스템 보급 예산 추정 : 제1안 (10명)

② 제2안 : 보급농가 100명

◦ 정책대상 농가를 100명으로 가정할 경우 최초연도에 필요한 정책예산은 670백만원으로 나타났다.

- 서버, 관제센터 190백만원, 농가 480백만원 (개소 당 4.8백만원)
- 설치비 550백만원, 운영비 120백만원

구분		수량	단가(천원)	예산(천원)			
제2안 보급 예산 총계		557		669,800			
1. 클라우드로 센터 내 시스템	소계		57	83,100	189,800		
	설치비	소계		53	23,100	69,800	
		기본서버	소계		43	9,300	51,200
			빅데이터처리 서버		7	2,000	14,000
			농가용 가상머신 구동서버		30	1,000	30,000
			네트워크 : 스위치허브		4	300	1,200
			네트워크 : L3스위치		1	4,000	4,000
			방화벽		1	2,000	2,000
			소계		9	8,800	13,600
		관제센터	관제용 PC		4	1,500	6,000
			네트워크 : 스위치허브		2	300	600
			네트워크 : L3스위치		1	4,000	4,000
			방화벽		1	2,000	2,000
		인테리어 (격벽, 가구등)		1	1,000	1,000	
		소프트웨어구입	소계		1	5,000	5,000
	화상회의 솔루션 (8명동시회의)		1	5,000	5,000		
	운영비	소계		4	60,000	120,000	
인건비		관제센터 및 서버관리		2	30,000	60,000	
		고객센터 (문의대응)		2	30,000	60,000	
2. 농장 내 시스템	소계		300	4,500	450,000		
	기상대	온습도, 일사량, 풍향, 풍속 등 측정	100	2,000	200,000		
	저온저장고센서set	저온저장고센서 4기, display 콘솔, 허브 등	100	2,000	200,000		
	설치인건비	전문업체 설치 대행비	100	500	50,000		
3. 임베디드 시스템	소계		200	300	30,000		
	ROSE	소형 임베디드 시스템	100	100	10,000		
	시스템 연동비		100	200	20,000		

표 42 노지과수생산관리시스템 보급 예산 추정 : 제2안 (100명)

③ 제3안 : 보급농가 1,000명

◦ 정책대상 농가를 1,000명으로 가정할 경우 최초연도에 필요한 정책예산은 5,505백만원으로 나타났다.

- 서버, 관제센터 705백만원, 농가 4,800백만원 (개소 당 4.8백만원)
- 설치비 5,145백만원, 운영비 360백만원

구분		수량	단가(천원)	예산(천원)			
제3안 보급 예산 총계		5,339		5,504,500			
1. 클라우드로 센터 내 시스템	소계		339	87,100	704,500		
	설치비	소계		327	27,100	344,500	
		기본서버	소계		305	11,300	310,500
			빅데이터처리 서버		15	2,000	30,000
			농가용 가상머신 구동서버		250	1,000	250,000
			네트워크 : 스위치허브		35	300	10,500
			네트워크 : L3스위치		3	4,000	12,000
			방화벽		2	4,000	8,000
			소계		21	10,800	29,000
		관제센터	관제용 PC		6	1,500	9,000
			네트워크 : 스위치허브		10	300	3,000
			네트워크 : L3스위치		2	4,000	8,000
			방화벽		2	4,000	8,000
		인테리어 (격벽, 가구등)		1	1,000	1,000	
		소프트웨어구입	소계		1	5,000	5,000
	화상회의 솔루션 (8명동시회의)		1	5,000	5,000		
	운영비	소계		12	60,000	360,000	
		인건비	관제센터 및 서버관리		6	30,000	180,000
고객센터 (문의대응)			6	30,000	180,000		
2. 농장 내 시스템	소계		3,000	4,500	4,500,000		
	기상대	온습도, 일사량, 풍향, 풍속 등 측정	1,000	2,000	2,000,000		
	저온저장고센서set	저온저장고센서 4기, display 콘솔, 허브 등	1,000	2,000	2,000,000		
	설치인건비	전문업체 설치 대행비	1,000	500	500,000		
3. 임베디드 시스템	소계		2,000	300	300,000		
	ROSE	소형 임베디드 시스템	1,000	100	100,000		
	시스템 연동비		1,000	200	200,000		

표 43 노지과수생산관리시스템 보급 예산 추정 : 제3안 (1,000명)

④ 대안별 비교

- 위에서 검토한 3개 대안을 비교하면, 제1안은 예산규모가 적어 정부 부담이 적지만 대상 농가 수가 10명에 불과하여 사업성과 창출에 문제가 있을 것으로 보이며, 제3안은 초기투자 목적에 맞지 않게 예산규모나 너무 크고 농가 관리 문제가 발생할 것으로 보인다.
- 따라서 제2안 농가 100명을 대상으로 노지과수생산관리시스템을 보급하는 것이 가장 적절하다고 판단된다.

단위 : 명, 천원, %

구분			제1안	제2안	제3안
정책사업 보급 농가 수			10명	100명	1,000명
대안별 총 소요금액			145,900	669,800	5,504,500
시설설치 내역별 소요금액	1.클라우드 센터내시스 템	소계	97,900	189,800	704,500
		설치비	37,900	69,800	344,500
		운영비	60,000	120,000	360,000
	2.농장내시 스템	설치비	45,000	450,000	4,500,000
	3.임베디드 시스템	설치비	3,000	30,000	300,000
센터/농가 역할별 소요금액	서버/관제센터		97,900	189,800	704,500
	농가 (1인)		48,000(4,800)	480,000(4,800)	4,800,000(4,800)
시설설치/운 영비 소요내역	설치비(전체 대비 구성비)		85,900(58.9%)	549,800(82.1%)	5,144,500(93.5%)
	운영비		60,000(41.1%)	120,000(17.9%)	360,000(6.5%)

표 44 노지과수생산관리시스템 대안별 소요예산 비교

라. 향후과제

(1) 연구개요

노지과수생산관리시스템은 확장성과 상호연동성을 고려하여 클라우드 컴퓨팅 기반 기술을 기반으로 개발되었다. 하지만 실용화를 위해서는 추가적으로 연구해야 할 향후과제들이 많은 것이 사실이다.

(2) 연구수행 내용 및 결과

문헌리뷰와 시스템 평가등을 기반으로 개발된 노지과수생산관리시스템의 적용·운영·개선을 위한 8가지 향후과제를 정리하였다.

1. uFarm 클라우드 시스템 활용을 위하여 클라우드 시스템 운영자는 서비스 사용자(농가)와 서비스 제공자(농업용 장비업체)와 서비스 계약을 체결할 필요가 있으며, 해당 서비스 수준, 비용 등에 대한 정립이 필요하다. 서비스 사용자는 서비스 계약을 기반으로 비용을 지불할 것이며, 해당 비용에 맞는 서비스 수준을 명시해야 할 것이다. Baset (2012)에 따르면, 전형적인 서비스 수준 합의서는 보장서비스, 보장서비스의 가용 기간, 서비스 위반 사항 등을 포함한다. uFarm 클라우드 시스템의 경우 내부 서비스와 외부 서비스가 분리되어 있다. 이 경우 외부 서비스의 사용에 대한 서비스 수준 합의는 외부 서비스와 별도로 이루어져야 한다.
2. uFarm 클라우드 시스템은 하드웨어와 소프트웨어적인 방법으로 기본적인 보안 시스템을 구축하였다. 하지만 Zhu et al. (2013)가 언급하였던 것과 같이 클라우드 시스템은 기본적으로 강한 개방형 정책을 가지고 있고, 비즈니스 모델도 복잡한 경우가 많아 위협과 위험에 노출될 가능성이 크다. 따라서 시스템 운영상 혹은 사용자의 사용패턴 등에 대한 정보보호 대책도 강구될 필요가 있다.
3. 향후 uFarm 클라우드 시스템에 저장된 데이터에 대한 소유권 문제가 발생할 수 있다. Pesonen et al. (2014)이 지적한 바와 같이 농장 데이터의 소유권이 정확히 정립되지 않고, 제 3자의 데이터 접근이 이루어지는 경우 데이터 가공물에 대한 소유권 문제가 생길 수 있다. 특히나 다른 데이터들간의 비교, 결합 등으로 인해서 추가적인 가치가 발생했을 때의 소유문제는 크리티컬 할 수 있다. OFIS는 내부 데이터 공유 서비스를 통해 데이터를 공유할수 있도록 되어 있는 만큼 이러한 문제가 발생할 확률이 존재한다.
4. 다양한 데이터가 uFarm 클라우드로 유입이 되었을 때 해당 데이터의 신뢰성을 확보하는 것이 중요한 과제가 될 수 있다. 외부 확장 서비스가 활성화 되고 다양한 데이터들이 OFIS 시스템으로 유입되었을 때 해당 데이터의 신뢰성은 시스템에 대한 신뢰성으로 연결될 수 있다. 따라서 데이터의 신뢰성을 유지하거나 향상 시킬 수 있는 방안을 강구할 필요가 있다.
5. uFarm 클라우드 시스템의 사용자는 시스템 운영수익을 낼 수 있는 수준이 못될 수 있다. 또한 소수의 사용자 사용패턴과 대상 작물들의 차이는 많을 것으로 예상된다. 이는

사용자마다 별도의 추가 개발투자비용과 서비스 유지비용 증가가 발생할 수 있음을 의미한다. uFarm 클라우드 서비스가 비교적 유연하게 개발되었지만, 모든 사용자를 위한 커스터마이징은 불가능하다. 따라서 사용자간의 차이가 많지 않은 농장을 중심으로 서비스를 시작하는 것이 필요할 수 있다.

6. uFarm 클라우드와 같은 플랫폼은 사용자 유치를 위해 적절하게 시스템 보급을 하는 것이 중요한 문제이다. 비록 uFarm 클라우드 서비스는 어디서나 접근할 수 있지만, 결과적으로 센서네트워크 혹은 자동화장비 등은 모두 농가에 물리적으로 설치되어야 한다. 지방에 있는 사용자에게 적절하게 uFarm 클라우드 서비스를 활용할 수 있는 장비를 보급하는 방안도 강구될 필요가 있다.
7. uFarm 클라우드 서비스를 활용할 수 있는 장비라는 것은 결국 uFarm 클라우드 서비스와 연동될 수 있는 표준 혹은 OFIS 내부표준을 준수한다는 의미와 같다. 하지만 현재 농업 도메인 전반을 아우를만한 국제 표준은 없는 상황이며, 따라서 농장관리정보시스템 같은 서비스가 정착되기 위해서는 농업정보분야의 표준화가 가장 시급한 과제라 할 수 있다.
8. uFarm 클라우드 서비스가 더 지능화되고 고도화 되기 위해서는 농업 분야의 노하우를 컴퓨터 시스템내에서 표현하고 구현할 방법을 마련하는 것이 필요하다. 농업은 전통적으로 경험과 지식이 많은 농민에 의해서 도제식 방식으로 기술이 전수되어왔다. 따라서 노하우를 정립할 수 있는 방법이 마련된다면 농장관리정보시스템의 혁신이 찾아올 수 있을 것이다.

이제 더 이상 농업은 노동집약적인 사업이 아니다. 다양한 상황에 대한 넓은 지식과 이해가 필요하다. 농장관리정보시스템은 정보기술을 기반으로 새로운 시대의 농업인의 농장경영을 도울 수 있다. uFarm 클라우드 노지과수생산관리시스템은 확장성과 호환성을 갖춘 클라우드 시스템 구조로 앞으로의 농장관리시스템의 모델이 될 수 있을 것으로 기대된다.

7. 기타

가. 소형기상대 및 전용 소프트웨어 개발

(1) 연구개요

농경시대부터 기상 정보는 중요한 위치를 차지해 왔는데, 작물의 크기, 무게, 색깔 그리고 성숙기와 같은 작물의 성장 특성이 날씨에 의해 영향을 받으며 질병, 서리 등과 같은 작물 피해도 날씨의 영향을 받기 때문이다 (Felland et al., 1997; Fitzell et al., 1984; Marsh et al., 1999; Stanley et al., 2000). 날씨 정보는 날씨와 작물 성장 간의 관계를 분석하는데에 사용될 수 있으며 이 관계는 작물 생산을 위한 의사결정지원 시스템 개발에 활용되어 왔다 (Laurenson, 1989; Stewart et al., 1984). 기상 요건을 측정하는 센서 기술이 점차 높아졌고, 이미 다양한 작물 생산 시스템에 적용되어 왔다. 온도, 습도, 풍향, 풍속 등과 같은 기상 요건을 측정하기 위한 자동화된 시스템인 자동화된 기상대(Automated Weather Station, AWS)가 그 한 예이다. 일반적인 자동기상대는 기상 센서, 전력원 그리고 선택적 통신 장치를 포함한 내후성 인클로저로 구성된다. 데스크탑 컴퓨터는 보통 데이터베이스 시스템으로 활용되어 데이터를 저장하고 감시하는 데에 사용된다. 이러한 시스템은 노동력을 아끼고 원거리 데이터 측정 능력을 제공해줄 수 있기 때문에 큰 도움이 된다. 나아가 그것은 관개 일정, 곡물 건조를 위한 에너지 요건을 평가, 곡물 발달의 단계와 비율을 평가하고 가축들의 무게가 얼마나 늘 것인지를 예측하는 것과 같은 여러 가지 어플리케이션에서 사용될 수도 있다 (Hubbard et al., 1983).

연구와 기술의 발달로 과실 생산을 위한 다양한 농업시스템들이 개발되고 보급되어 왔다. 예를 들어, 농장내 센서 네트워크를 통한 공기 온도와 서리 방지 장비를 관리하기 위한 시스템들이 개발되었다 (Pierce and Elliott, 2008). Zapata et al. (2012)은 과일 성장의 다른 단계들을 확인을 위해 기상 데이터를 사용한 핵과류 과수원을 위해 관개 일정 관리 소프트웨어를 개발했다. 이러한 시스템을 사용하기 위해서 지역 기상 데이터를 수집하는 것이 필요하다. 기상청에 의해 539개의 자동기상대 지점들이 운영되고 있고, 농업 전용 자동기상대 또한 다른 기관들에 의해 운영되고 있다. 그러나 설치된 자동기상대는 특정 농장의 정확한 지역 날씨 특색을 알기에는 충분하지 못하다. 왜냐하면 대부분의 농장은 시골에 위치해 있고 농장의 지역적 특색은 매우 다르기 때문이다. 이는 다른 아시아 국가와도 비슷할 것이다. 이러한 환경에서 농장내에 설치할 수 있는 소형 자동기상대는 지역적 날씨 특색을 아는 데에 좋은 대안이 될 수 있다.

그러나 자동기상대는 가격과 관리 문제 때문에 널리 사용되지는 않는다. 자동기상대의 가격은 대략 \$10,000 수준으로 농가에서 자동기상대는 설치하고 사용하기에는 고가이다. 또한 농민들이 시스템을 사용시 발생할 수 있는 문제점들에 대한 대응을 하기 어렵고, 농가의 대부분이 시골에 위치하여 제조사 혹은 판매사들이 사후지원을 빠르게 하기 어려운 문제도 있다.

그러므로 자동기상대를 널리 사용하게 하고 농민들의 작물 생산을 돕기 위해 이러한 문제들을 해결하는 것은 중요하다. 본 연구의 목적은 이러한 문제들을 해결하고 그것을 시행하기 위한 자동기상대 시스템의 구성을 제안하기 위한 것이다. 전통적인 구성 방법으로 데스크탑 컴퓨터는 데이터베이스 시스템에 대한 서버로써 그리고 사용자 인터페이스를 위한 클라이언트로써의 두 가지 역할을 지닌다. 제안하고자 하는 구조는 두 가지 역할을 구분하여,

데스크탑 컴퓨터는 오직 사용자 인터페이스를 위해 사용되고, 서버로써의 임베디드 시스템은 데이터를 관리하고 저장하는 역할을 한다.

(2) 재료 및 방법

(가) 자동기상대 시스템의 전형적인 구조

그림 105는 자동기상대 시스템의 전형적인 구조를 보여준다. 자동기상대는 기상 요소를 측정하는 여러 센서들로 구성되며, 측정된 데이터는 데이터베이스에 저장되어 GUI프로그램을 통해 보여진다. 컴퓨터는 보통 윈도우즈를 사용하는 데스크탑 PC이며, 데이터 저장을 위해 상 실행되고 있어야 한다.

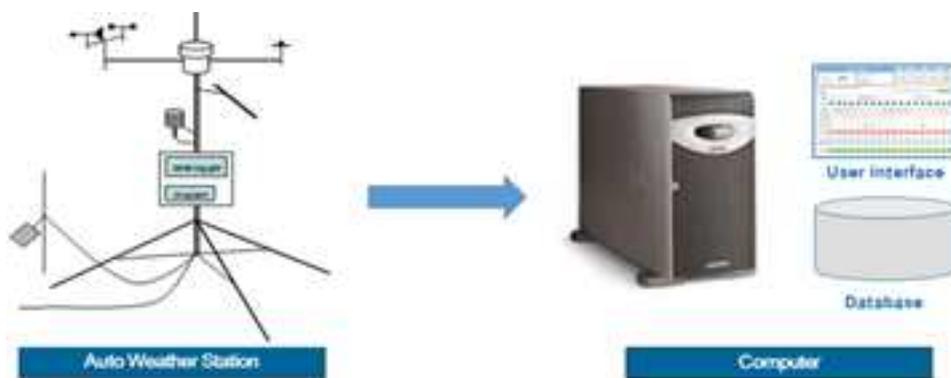


그림 105 자동기상대시스템의 전형적인 구조

하지만 많은 농민들은 컴퓨터를 기상정보를 확인하기 위한 클라이언트라고 생각하여 전기를 아끼기 위해 혹은 무의식적인 이유로 자주 컴퓨터를 끄곤 한다. 이러한 행동은 데이터 손실을 야기한다. 모델에 따라 어떤 자동기상대는 데이터 손실을 막기 위해 데이터 로거를 포함하지만, 이는 비용 증가의 원인이 되며, 여전히 서버에서 데이터를 가공하는 것이 필요하다.

(나) 제안된 구조

본 시스템에서는 데이터 로거의 역할을 수행하는 소형 임베디드 시스템을 사용하였는데, 임베디드 시스템을 사용하는 세 가지 이유가 있다. 첫 번째 이유는 전형적인 시스템의 데스크탑 컴퓨터가 서버와 클라이언트의 두 가지 역할을 동시에 했다는 점이다. 두 번째는 기상대가 외부에 설치되기 때문에 벼락등에 취약한데, 따라서 시스템을 분리하여 벼락으로 인한 피해를 최소화 할 필요가 있다. 마지막으로 임베디드 시스템을 활용하면 비용증가를 최소화 할 수 있다. 요즘 Arduino, Raspberry PI 와 같은 임베디드 보드는 저렴하면서도 강력하여, 데이터베이스 시스템도 임베디드 보드에서 구동시킬수 있다. 제안한 구조는 임베디드 시스템을 측정된 데이터를 관리할 수 있는 서버로써 사용했다. 그림 106은 제안하고자 하는 시스템의 구조를 보여준다. 자동기상대는 데이터 로거가 없고 오직 기상학적 센서와 통신 장치만을 지닌다. 임베디드 보드는 데이터베이스를 사용하여 데이터를 관리한다. 그리고 데스크탑 컴퓨터는 클라이언트로 기상 데이터를 추적 관찰하기 위해 사용된다.

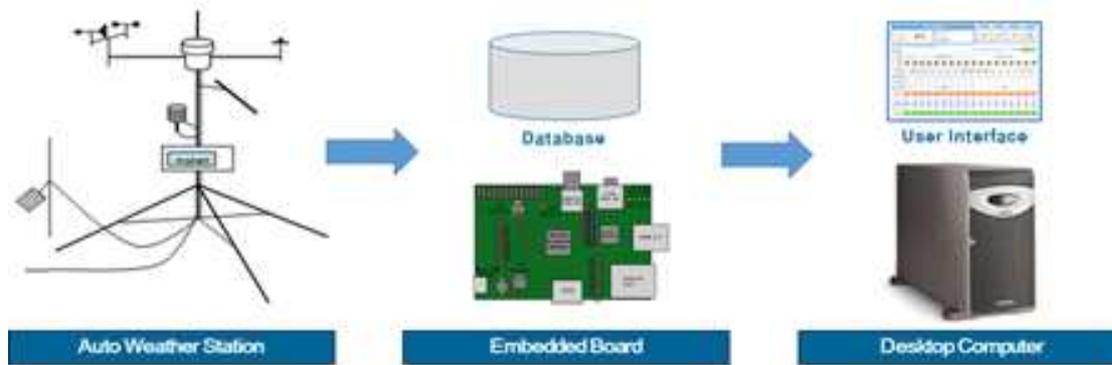


그림 106 제안하는 자동기상대의 구조

이 구조에는 세 가지 이점이 있었다. 첫째로, 사용자는 다른 일반적인 소프트웨어와 같은 방식으로 데스크탑 컴퓨터를 사용할 수 있었다. 이러한 접근은 컴퓨터 기기에 친숙하지 않은 농민들에게 중요한 이점으로 작용한다. 컴퓨터를 켜고 끄는 것이 데이터 손실을 발생시키지 않기 때문이다. 두 번째 이점 또한 관리와 관련된다. 임베디드 시스템은 보통 작고 그것은 오직 여러 가지 LED와 전원 플러그를 지닌다. 이는 사용자가 임베디드 시스템에 대해 신경을 쓸 필요가 없음을 의미한다. 만일 문제가 있다면 그들이 해야하는 것은 그것을 바꾸는 것이다. 데스크탑 컴퓨터 관리와 비교하여 이는 명백한 이점이다. 마지막으로 임베디드 보드는 데이터 로거를 대체하기에 충분할 만큼 저렴하다.

(다) 자동기상대를 위한 센서

측정된 기상 요소들을 수집하는 것은 중요하다. 왜냐하면 수집된 요소들은 필수적인 정보에 대한 뒷받침을 해주고 사용하는 센서들의 타입이 최종 생산물의 가치에 영향을 줄 수 있기 때문이다. 여러 논문들이 검토되었고 전문가의 조언들이 모여졌다. 예를 들어, Creasy (1980)는 갈반의 정도를 예측하기 위해 습도, 총 강수량과 온도를 사용하였다. Léchaudel et al. (2005)은 최대, 최소 그리고 평균 일일 온도와 시간당 총 복사량을 모델 입력값으로 사용하였다. 정보통신산업진흥원 (National IT Industry Promotion Agency of Korea, NIPA)는 2010년 작물 생산 환경 관리 시스템을 바탕으로 한 유비쿼터스 센서 네트워크 (Ubiquitous Sensor Network, USN)의 관리와 설치의 가이드라인에 대한 보고서를 발표하였다. 보고서에 따르면, 공기 온도, 습도, 풍속은 작물 성장을 위한 중요한 파라미터로 작용한다 (NIPA, 2010).

표 45는 사용된 센서들의 사양을 보여준다. 모든 센서들은 가격을 고려해서 선택되었다. 상대 습도와 온도는 각각 고유 용량 센서 요소와 온도/습도 센서에 내재된 밴드갭 센서에 의해 측정되었다 (SHT 10, Sensirion Inc., Switzerland). 두 센서 모두 14 bit 아날로그-디지털 변환기를 사용하여 연결되었다. 기상 센서 어셈블리 (Weather Sensor Assembly p/n 80422, Argent Data Systems Inc., USA)는 풍속, 풍향 그리고 강우를 측정하기 위해 사용되었다. 풍속은 컵-타입의 풍속계에 의해 측정되는데, 풍속 2.4 km/h 에서 초당 한 번의 내부 스위치 접촉이 이루어지며, 이를 카운트하여 풍속을 계산할 수 있다. 풍향은 풍향 측정기의 각도에 의해 변화되었다. 각도가 변화할 때, 내부 저항 또한 교대로 변화하였고 이

는 출력 전압의 변화를 일으켰다. 수평면일사계 (SP-110, Apogee Instruments Inc., USA) 는 태양 복사량을 측정하기 위해 사용되었다. 이는 1 W/m² 당 0.2 mV를 발생시킨다. 강우계(WRS-09R, WoosungHitech, Inc., Korea)는 강우여부를 확인하는 센서로 감지 영역은 84cm² 였다.

표 45 자동기상대를 위한 센서 스펙

Source	Manufacturer	Model name	Specifications
Temperature			Accuracy ±4.5% Repeatability ±0.1% Response time 8sec
Humidity	Sensirion, Inc.	SHT10	Accuracy ±0.5°C Repeatability ±0.1°C Response time 5~30sec
Dew point			Derived from humidity and temperature
Wind speed	Argent Data Systems, Inc.	Weather Sensor Assembly p/n 80422	2.4 km/h = 1 signal / second
Wind direction			Changing resistance type
Solar radiation	Apogee Instruments, Inc.	SP-110	Photodiode type 0.2mV/Wm ⁻²
Rain	Woosung Hitech, Inc.	WRS-09R	Changing resistance type Sensing area 84 cm ²

(라) 자동기상대의 구조

그림 107에 보여지는 자동기상대 시스템은 기상대, 데이터 관리 장치 그리고 사용자 인터페이스를 구성하는 형태로 개발되었다. 기상대는 기상 센서, 데이터 습득 보드 그리고 통신 장치를 포함한다. 기상 센서는 주위 날씨를 측정할 수 있다. 데이터 습득 보드는 센서로부터 전기적 신호를 읽고 그것들을 데이터 관리 장치에 보낼 수 있다. 블루투스 는 기상대와 데이터 관리 장치 사이에서 무선 통신을 위해 사용되었다. 데이터 관리 장치는 데이터베이스 시스템을 지닌 임베디드 보드이다. 그것은 데이터베이스에 관측 정보를 저장할 수 있다. 사용자는 관측 정보를 추적 관찰하는 추적 관찰용 소프트웨어를 사용할 수 있다. 추적 관찰용 소프트웨어는 Ethernet 또는 WI-FI 통신을 통해 데이터 관리 장치의 데이터베이스와 연결할 수 있다.

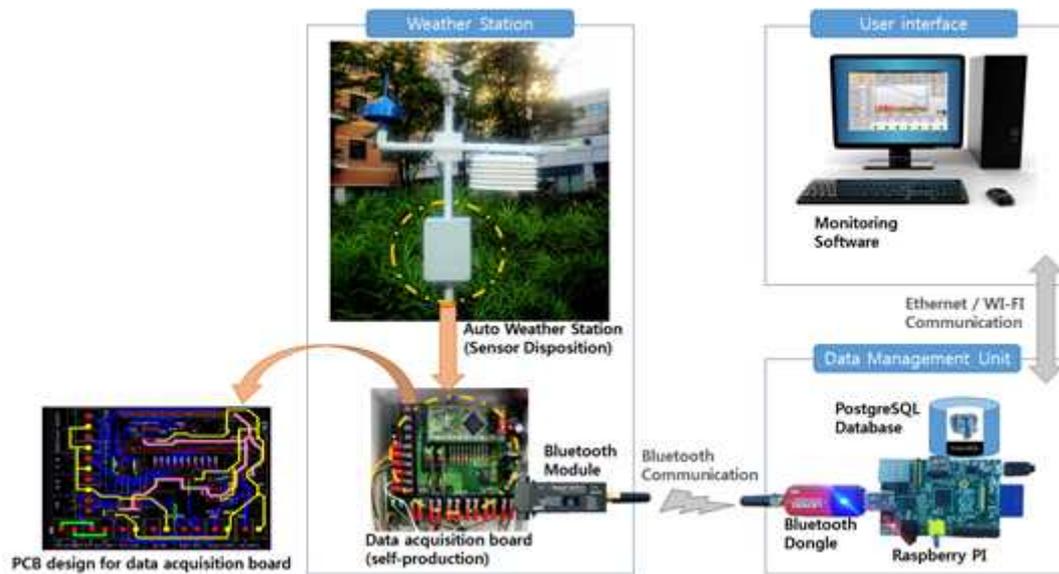


그림 107 자동기상대 시스템의 구조

기상대는 기상 센서, 데이터 습득 보드 그리고 통신 장치를 포함한다. 데이터 습득 보드는 자체적으로 만들었다. PCB 설계는 Fig. 3.에 보여진다. 데이터 습득 보드는 다섯 개의 입력 포트(온도, 습도 그리고 이슬점은 단일 포트를 사용한다)와 RS-485 serial 통신을 이용하는 Modbus 프로토콜을 지원한다. Modbus는 master-slave 구조에 기반한 application-layer 프로토콜이다. 데이터교환을 위한 무선 통신 기술 표준인 블루투스 통신은 기상대와 기상 관리 장치 사이에 데이터를 전송하기 위해 채택되었다. 블루투스는 RS-485과 같은 연속 데이터 통신에 대한 좋은 무선 대안이다. 표 46은 블루투스 모듈의 특징들을 보여준다.

표 46 블루투스 모듈의 특징

Manufacturer	Model name	Specifications
Sena Technologies, INC.	ParaniTMUD-100	Bluetooth 4.0 Class 1 USB2.0 Working Distance : 400 m (Dipole 3dBi)
	ParaniTMSD1100	Bluetooth 2.0 Class 1 RS485, RS422 Working Distance : 200 m (Dipole 3dBi)

Raspberry Pi 는 데이터 관리 장치의 하드웨어로 채택되었다. Raspberry Pi는 Raspberry Pi 재단에 의해 개발된 작은 크기의 단일 보드 컴퓨터로 저렴하다(US \$25 for model A and US \$35 for model B). 이 장치는 많은 리눅스 배포판과 다른 운영 체제를 사용할 수 있다. 많은 종류의 공개 소스 소프트웨어가 있는데 이는 RaspberryPi 가 리눅스를 운영체제로 활용하기 때문이다. PostgreSQL (9.1, PostgreSQL Global Development Group) 은 소프트웨어의 한 종류이다. 데이터 관리 장치는 관측 정보를 저장하는 데에 이것을 사용한

다. 이는 오픈소스 기반의 객체 관계 데이터베이스 관리 시스템이다. Raspberry Pi에서 여러 데이터베이스를 사용하는 것이 가능하지만, PostgreSQL은 PostGIS 확장판을 사용하여 지질학적 데이터를 다루는 이점을 지닌다.

(3) 결과 및 논의

(가) 데이터 관리 장치의 개발

데이터 관리 장치는 두 가지 역할을 지닌다. 첫 번째 역할은 기상대에서 기록 정보를 모으는 것이다. 기상대로부터 기록 정보를 얻기 위해서는 장치가 기상대에 요청을 보내야 하며, 응답을 받아서 분석해야 한다. 분석된 기록 정보는 데이터베이스에 저장된다. Python programming language (2.7.6, Python Foundation)는 데이터 관리 장치를 위한 소프트웨어를 개발하기 위해 사용되었다. 소프트웨어는 Modbus 프로토콜 표준을 따른다. Modbus 메시지는 주소, 기능, 데이터 그리고 16 bit CRC checksum 으로 구성된다. 자동기상대는 자체적인 주소를 지니며 사용된 기능은 읽히고 쓰여질 수 있는 16 bit 언어를 대표하는 Holding Register 였다. 소프트웨어가 Modbus 패킷을 암호화하고 해독하는 것이 가능했다.

모든 기록 정보는 PostgreSQL에 저장되었다. 데이터베이스 개요는 그림 108에 보여진다. 기록 정보를 저장하기 위해 “observation_#” 란 이름의 7개의 테이블이 있었다. 하나의 테이블은 하나의 센서 데이터를 다룰 수 있다. 시간, 수치값과 문자열값을 지닌 모든 일곱 개 테이블 개요의 설명은 같았다. 이는 센서의 기록 정보들이 측정 시간과 수치값 또는 문자열값으로 추출될 수 있음을 의미한다. 이러한 추출을 이용하면 새로운 센서에 대한 테이블을 추가하는 것이 가능하다.

Table Name	Columns and Data Types
public.sensors	tagno: integer, statuscode: integer
public.sensorhistory	createtime: timestamp, tagno: integer, statuscode: integer, description: varchar, sensorhistory_pkey, idx_c_sensorhistory, idx_sensorhistory
public.observations_1	createtime: timestamp, nvalue: double precision, svalue: varchar, observations_1_pkey
public.observations_2	createtime: timestamp, nvalue: double precision, svalue: varchar, observations_2_pkey
public.observations_3	createtime: timestamp, nvalue: double precision, svalue: varchar, observations_3_pkey
public.observations_4	createtime: timestamp, nvalue: double precision, svalue: varchar, observations_4_pkey
public.observations_5	createtime: timestamp, nvalue: double precision, svalue: varchar, observations_5_pkey
public.observations_6	createtime: timestamp, nvalue: double precision, svalue: varchar, observations_6_pkey
public.observations_7	createtime: timestamp, nvalue: double precision, svalue: varchar, observations_7_pkey

그림 108 자동기상대를 위한 데이터베이스 스키마

두 번째 역할은 기록 정보들과 센서들을 관리하는 것이다. “sensorhistory” 테이블은 특정 시간에 센서의 상태를 기록한다. 소프트웨어는 센서의 오작동을 시험할 수 있다. 두 가지 유형의 오작동이 탐지될 수 있다. 첫 번째 타입은 고정된 값 에러이다. 만약 특정 센서의

측정값이 변하지 않는다면, 센서 고장을 의심해 볼 수 있다. 따라서 동일한 측정값의 출력 회수와 시간을 비교하여 센서 고장여부를 확인해 볼 수 있다. 두 번째 유형은 정상 범위를 벗어난 출력값이 나올 때 이다. 예를 들어 상대 습도가 -10% 이거나 주위 온도가 100℃ 라면, 해당 센서는 고장일 가능성이 높다. 소프트웨어는 비정상-수치를 감지해서 “sensorhistory”표에 그 수치를 기록한다.

(나) 자동기상대 모니터링 프로그램의 개발

자동기상대 모니터링 프로그램은 날씨 정보를 사용자가 쉽게 추적 관찰할 수 있도록 도움을 주기 위해 개발되었다. 데스크탑 그래픽 어플리케이션을 위한 통합 개발 환경 (integrated development environment, IDE)인 Delphi (Borland Software Corporation, 7, USA)를 사용하였는데, Delphi는 Object Pascal 언어를 쓰고 32- and 64-bit Windows 운영 체제를 위한 프로그래밍이 가능하다.

자동기상대 모니터링 프로그램은 세 가지 창으로 이루어져있다 - 메인 윈도우, 히스토리 윈도우 그리고 환경설정 윈도우. 그림 109에 보여지는 메인 윈도우는 네 개의 기능을 지닌다. 첫째로, 맨 위쪽에 기상 예보를 보여줄 수 있다. 기상 예보 정보는 MSN 날씨 서비스로부터 가져온다. 이는 사용자가 기상 예보와 관측된 지역 날씨와 비교할 수 있도록 도와준다. 두 정보가 다를 수도 있기 때문에 이러한 기능이 사용자에게 두 가지 날씨 정보를 줄 수 있다는 것은 중요하다. 두 번째로, 일일 날씨 통계 정보가 왼쪽에 보여지도록 한다. 비록 기본적인 날씨는 오늘이지만, 사용자는 다른 날을 선택해서 그 날의 일일 통계를 체크할 수 있다. 세 번째 기능은 센터에 위치한 24시간 히스토리 날씨 도표이다. 그것은 24 시간동안 모든 날씨의 변화를 보여준다. 마지막으로, 그것은 밑에 쪽에 현재의 날씨와 센서 상태를 함께 보여준다. 현재의 기상관측 정보의 7가지 타입들이 보여진다. 그리고 그것들은 매분마다 바뀐다. 현재 날씨 표 밑에 7개의 초록색 버튼이 있다. 그것은 데이터 관리 소프트웨어에 의한 오작동 시험 결과인 각각의 센서 상태를 알려준다.

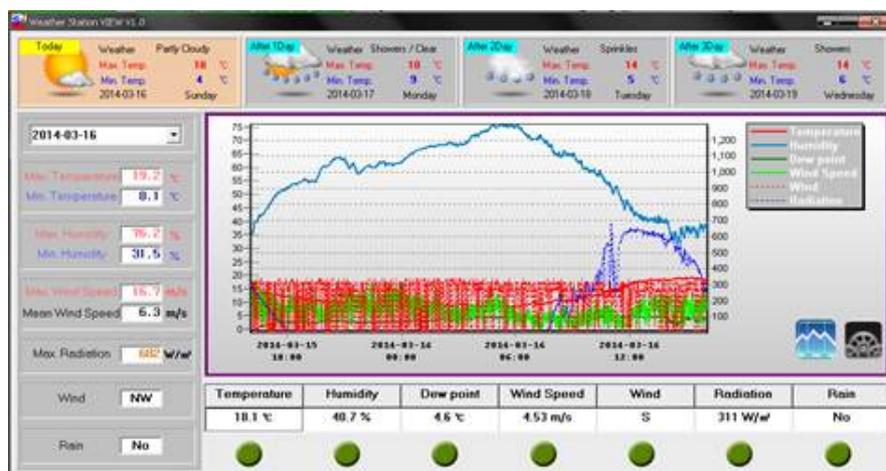


그림 109 기상대모니터링용 프로그램의 메인화면

그림 110은 기상이력 윈도우와 환경설정 윈도우를 보여준다. 기상이력 윈도우는 밑에 쪽에 보여지는 검색 조건에 따라 기상이력정보를 보여준다. 날씨가 변화하는 것을 보여주는 차트

가 있고, 여기에 마우스를 올려놓으면 특정 시간에서의 날씨를 확인하는 것이 가능하다. 기상이력을 확인하기 위해, 체크박스를 이용해서 센서 타입을 선택하고 라디오박스와 달력을 사용하여 검색 기간을 선택할 수 있다.

환경설정의 경우 표시 언어(한국어/영어)를 바꿀 수가 있다. 그 외에도 MSN 날씨 서비스에서 기상을예보를 얻기 위해 지역정보를 설정할 수 있다. 그림 110에서 기본값으로 설정된 도시는 서울이며, 15개의 도시와 도를 지원한다.

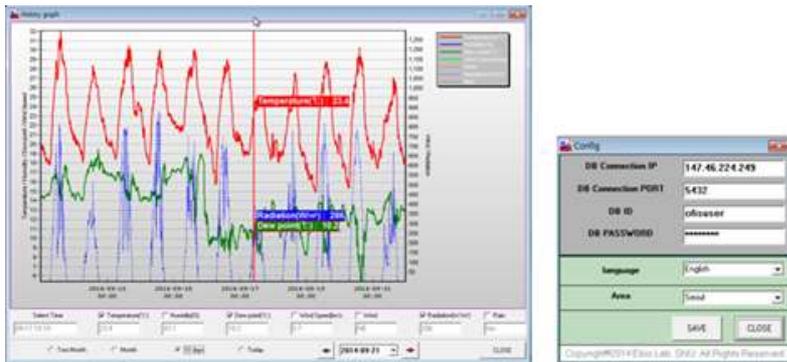


그림 110 기상이력그래프와 환경설정

(다) 사용 케이스

개발된 시스템은 경기도농업기술원의 과수원에 설치되었다 (위도: 37°13'21.27" N, 경도: 127°2'30.74" E). 설치 전에, 자동기상대와 데이터 관리 장치 사잉의 통신 시험이 시행되었다. 무선 통신 장치의 작동 거리는 현장 조건에 의존할 수도 있다. 안정적인 통신 거리를 하는 것이 필수적이었다. 현장시험용 프로그램은 파이썬 (2.7.6, Python Foundation)을 이용하여 구현되었는데, 기상대에 패킷을 요청하고 응답으로 패킷을 받는 시간을 측정할 수 있다. 시험은 같은 장소에서 열 번을 반복해서 시행되었고 그것은 흐른 시간과 성공의 비율을 계산하였다. 그림 111는 무선 통신 시험을 위한 위치를 보여준다. 150m이내에서 통신 에러는 없었고 각각의 요청과 응답에는 약 0.98 초가 소요되었다. 설치 후 반년 이상 상태를 체크하였지만 별다른 문제는 발생되지 않았다.



● Location of AWS
● Locations where communication tests occurred

그림 111 무선 통신 시험을 위한 위치

(4) 결론

농민들이 농장 자동화 시스템과 같은 것을 이용할 때, 가장 중요한 문제는 시스템을 관리하는 것이다. 그러므로 농장 자동화 시스템이 개발되었을 때 관리 작업을 최소화하는 것이 가장 중요하다. 제안된 구조는 관리 문제를 최소화하도록 도와줄 수 있었다. 비록 제안한 구조가 자동기상대 시스템에 적용되었다고 하더라도, 이는 컴퓨터 시스템을 관리할 수 없는 농민들을 위한 어떤 농장 자동화 시스템으로 사용될 수 있었다. 실질적인 자동기상대 시스템은 제안된 구조에 기초하여 개발되었다. 그것은 기상 관측소, 데이터 관리 장치 그리고 추적 관찰 어플리케이션으로 구성되었다. 데이터 관리 장치는 기상 관측소에서 기상 관측을 수집하고 그것들을 데이터베이스에 저장할 수 있었다. 사용자는 모니터링 프로그램을 사용해서 기상 예보와 지역 날씨를 추적 관찰할 수 있다. 자동기상대 시스템은 반년이상 사용되어 왔고 문제는 없었다.

제 3 절 품질관리 및 생육전문가시스템 개발

1. 전문가 시스템 설계

가. 기존의 전문가 시스템과 개발 플랫폼

(1) 과거 개발된 전문가시스템용 개발 소프트웨어 리뷰

(가) CLAES - The Central Lab for Agricultural Expert Systems

CLAES는 2001년 전문가 시스템을 위한 자체 소프트웨어를 개발하였으며, 이는 쌀, 보리, 토마토, 포도 등에 대한 재배정보과 질병 정보를 사용자에게 제공한다. PC용 소프트웨어와 온라인 버전을 모두 개발해두고 있는 상태이나 PC용 소프트웨어의 경우 Windows XP와 그 이전 OS에서만 구동 가능한 단점이 있다. 그림 112는 CLAES의 PC용 소프트웨어를 구동했을 경우 확인할 수 있는 초기화면이다.



그림 112 CLAES 초기화면

(나) OSHA Hazard Awareness Advisor

미국 직업안전 위생관리국(OSHA)에서 개발한 전문가 시스템으로, 작업장 상황에서의 위험 상황을 진단하는 전문가 시스템이다. 과수 작업을 비롯한 농작업 전반에 적용 가능하다. 전문가 시스템 개발에 쓰이는 상용 소프트웨어인 Exsys Software를 이용하여 개발하였으며, 역시 PC 구동 버전과 온라인 버전을 모두 제공하고 있다. 그림 113은 OSHA Hazard Awareness Advisor를 이용하여 작업장의 안전 상태 및 필요 조치를 점검하는 화면이다.



그림 113 OSHA Hazard Awareness Advisor 구동 화면

(다) Exsys Corvid

Exsys Corvid는 전문가 시스템 개발을 위한 상용 소프트웨어로, 웹 환경으로의 전문가 시스템 개발이 용이하고 사용이 쉽다는 장점이 있다. 하지만 개발 환경 상 사용자에게 의한 피드백이 불가능하기 때문에 본 연구에서의 스마트 전문가 시스템을 적용할 플랫폼으로는 적합하지 않은 측면이 있다.

(라) Ez-Xpert 3.0

Ez-Xpert 3.0은 사용자로부터 규칙을 입력받아 사용자에게 적합한 프로그래밍 언어로 코드를 작성해주는 프로그램이다. C++, Java, VisualBasic 등의 언어를 지원한다. 사용자에게 의한 피드백은 구현이 가능하지만 이를 위해서는 추가적인 코드 작성이 필요하다.

① 스마트 전문가시스템 작업 구현을 위한 작업플 설계

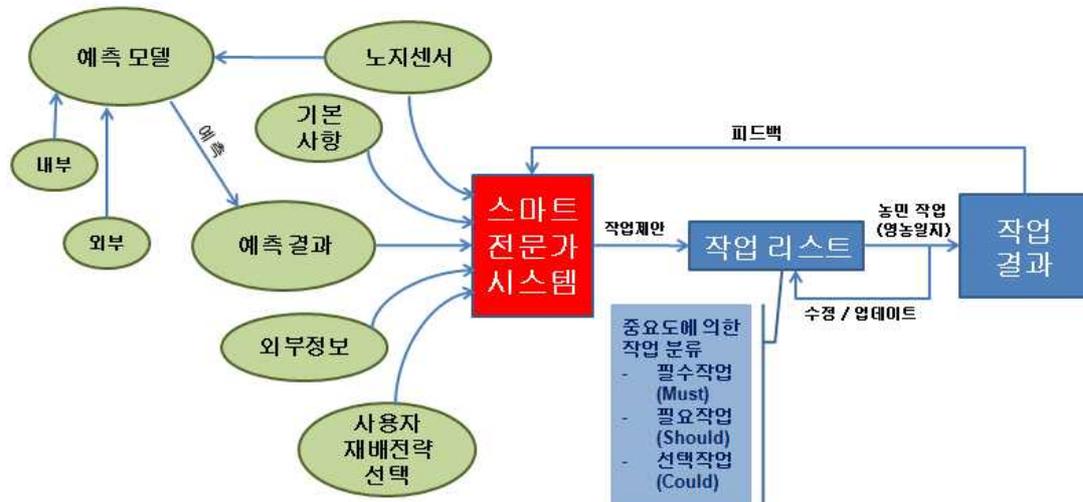


그림 114 스마트 전문가 시스템 작업 선도

그림 114는 스마트 전문가 시스템 작업 구현을 위한 작업 선도를 나타내고 있다. 스마트 전문가 시스템을 이루는 큰 줄기를 살펴보면 시스템으로 입력되는 노드가 5개 존재하고, 시스템에서 제시되는 작업 리스트가 있고, 작업 결과가 피드백되어 들어가는 노드가 작업 전체를 마무리한다. 이를 하나하나 살펴보면 다음과 같다.

(가) 기본 사항

데이터베이스의 가장 기초를 이루는 부분으로, 기존에 연구된 논문과 과수원에 관련 문헌 또는 전문가를 통해 검증된 내용들이 ‘기본 사항’ 내역으로 입력된다. 사용자 정보가 입력되고 과수 종류가 결정된 후에는 기본적으로 데이터베이스 내용이 전혀 바뀌지 않으나, 추후 사용자 피드백에 의해 결정적 오류가 발견되면 수정되기도 한다.

(나) 외부 정보

과수원에 관련된 외부 정보들을 받아들여 시스템 룰에 적용할 수 있도록 하였다. 대표적인 예로 농촌진흥청에서 개발한 국가 병해충 관리시스템이 있다. 이러한 외부 정보를 입력

받는 시스템을 갖추어 과수원에 농업 도중 발생할 수 있는 각종 비상 상황에서 빠른 대처법을 제시할 수 있도록 하였다.

(다) 노지 센서

본 연구의 다른 연구팀에서 설치한 노지 센서를 통해 입력되는 데이터들이 ‘노지 센서’ 항목으로 입력된다. 노지 센서로 입력되는 정보로는 기온, 습도, 풍속 등의 기상 정보와 지온, 토양 점도 등의 토양 정보가 기본적으로 세팅되어 있다. 이러한 센서 정보들은 사용자에게 가공 없이 제시되기도 하고, 예측 모델의 변수로써 활용되기도 한다.

(라) 예측 모델

‘예측 모델’ 항목은 센서 데이터 및 내·외부 정보통신을 통하여 개화기나 숙기 또는 재난 발생 등 특정 상황이 발생할 시기를 예측하여 그 결과를 전문가 시스템에 전달하도록 되어 있다. 본 연구에서는 사과와 숙기 예측 모델과 복숭아 해충 발생 예측 모델을 개발하였다. 이는 외부 정보의 도움이 없는 상황에서 사용자로 하여금 치명적인 피해를 발생시킬 수 있는 재난에 대한 경고를 시스템 내부적으로 만들 수 있게 한다.

(마) 사용자 재배전략 선택

기본 입력노드 중에서 마지막으로 사용자가 연간 계획을 수립할 때 자신의 재배 전략을 입력할 수 있도록 하여, 그에 따라 전문가 시스템의 결과 출력이 변화할 수 있도록 하였다. 재배 전략에 해당하는 변수로는 대표적으로 수확 시기와 착과량이 있다.

(바) 작업 리스트

이러한 입력을 받고 나면 스마트 전문가 시스템은 농민에게 작업 리스트를 제시하는데, 이는 현 시점에서 가장 중요한 순서대로 작업해야 할 내용을 알려 주는 기능이다. 또한 중요도에 따라 ‘필수작업(must)’, ‘필요작업(should)’, ‘선택작업(could)’으로 작업을 구분하여 농민으로 하여금 현 상황을 보다 직관적으로 파악할 수 있도록 하였다.

(아) 사용자 피드백

작업을 마친 농민은 영농일지 입력 또는 직접 피드백의 방식으로 스마트 전문가 시스템에 피드백을 입력하여, 이를 차후 작업 안내에 반영할 수 있도록 하였다. 또한 작업 리스트가 제시된 상황에서 사용자가 이를 직접 수정하거나 새로운 항목을 입력하는 방식의 피드백도 가능하도록 하였다.

나. 기초 설계 방법론에 의거한 기본 구조 설계

(1) 전문가시스템의 필수요소 분석

현대의 규칙기반 전문가시스템의 기초가 된 생성 시스템 모델은 1972년 뉴웰과 사이먼에 의해 제안되었다. 생성 모델은 인간이 어떤 문제를 해결함에 있어 자신의 지식과 관련 정보를 혼합하여 사용한다는 아이디어에 그 뿌리를 두고 있다. 그림 115에서 규칙기반 전문가

시스템의 기본 구조를 확인할 수 있다.

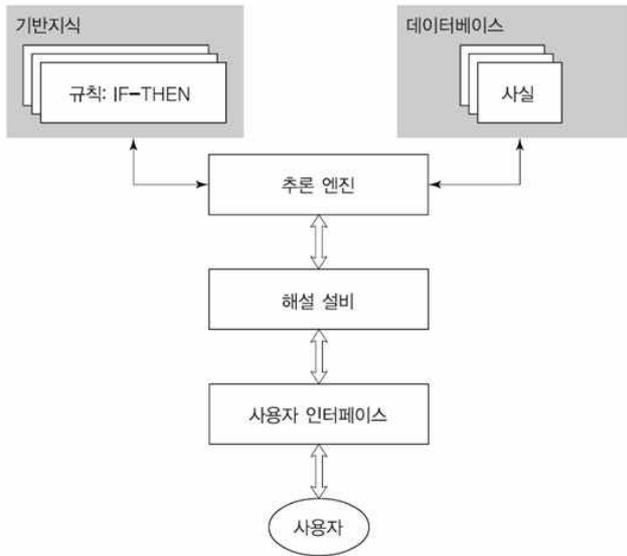


그림 115 전문가시스템의 기본 요소

규칙기반 전문가시스템은 지식베이스, 추론엔진, 설명 모듈, 사용자 인터페이스로 이루어진다. 지식베이스는 기본지식과 데이터베이스로 구성되어 있는데, 기본지식은 문제 해결에 필요한 특정 분야에 관한 통상적인 지식을 뜻한다. 보통 규칙의 집합 형태를 가지고 있으며 각각의 규칙은 관계, 추천, 지시, 전략 등을 명시하는 IF-THEN 구조를 가진다. 데이터베이스는 기본지식에 저장된 규칙을 점화시킬 수 있는 사실들의 집합을 의미한다. 지식베이스는 지식공학자가 지식 습득 모듈을 통해 입력한다. 추론엔진은 전문가시스템이 해를 구할 수 있도록 하는 추론을 담당하며, 기본지식에 주어진 규칙들과 데이터베이스의 사실들을 연결하는 역할을 한다. 설명 모듈은 해설 설비(explanation facilities)라고도 하며, 사용자에게 전문가시스템이 어떻게 특정 결론에 이르렀는지를 설명한다. 사용자 인터페이스는 사용자와 시스템 간의 통신 수단이다. 이상의 내용이 그림 116에 정리되어 있다.

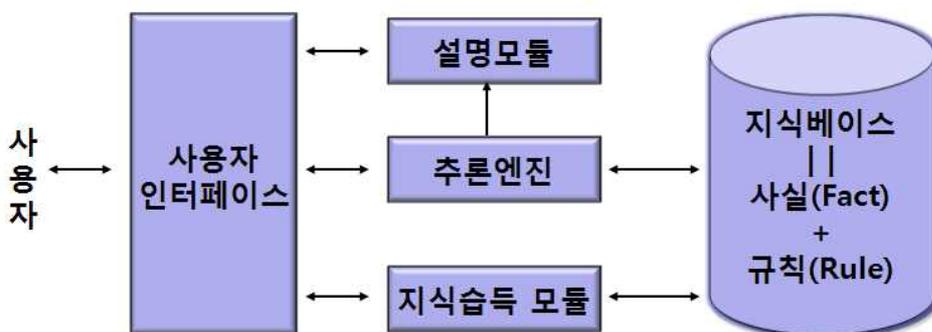


그림 116 규칙기반 전문가시스템 구조도

(2) 시스템 개발을 위한 기초요구 분석 및 실제 개발에의 적용

기초요구 분석 단계에서는 문제해결구조를 결정하기 위하여 현 상황을 개략적으로 분석하여 문제의 특성을 파악한다. 이 단계에서 수행되는 주요 업무는 다음과 같이 크게 세 가지로 분류할 수 있다. 우선 대상 영역의 문제를 정확하게 정의하고 개발될 전문가시스템의 범위와 목표를 명확히 하고, 둘째 대상 업무영역에 대한 현 상황을 분명하게 기술한다. 그리고 개발될 전문가시스템에 대한 요구 사항을 파악한다.

(가) 문제 인식

① 문제의 정의

전문가시스템의 대상 업무영역이 무엇인가를 정의한다. 본 연구의 업무영역은 ‘지역별, 농가별, 과수별로 특화된 생장 환경 관리 시스템 개발’이다.

② 개발목적의 정의

개발될 전문가시스템의 범위와 목표를 명확히 한다. 본 연구의 목표로는 ‘새로운 농약정보 및 병충해 정보 등과 같은 농업환경 변화와 기후 변화 등의 최신 정보들을 자동 수집하여 주변 여건에 능동적 대처가 가능한 학습 모델 개발’, ‘농민의 노하우 및 피드백이 지속적으로 적용되며 개별 농가의 지적재산으로 공개되지 않는 스마트 전문가 시스템의 개발’, ‘전문가의 생육정보(경기도 기술원의 시험과원 데이터)를 기반으로 농민의 농가운영에 도움이 되는 정보를 스스로 제공하는 시스템 개발’ 등이 있다.

③ 사용대상자의 정의

본 연구의 경우 주 사용자는 농민이며, 궁극적으로 시스템 최종 개발을 통해 기존의 전문가를 대체하는 것을 목표로 하고 있다.

④ 현 상황 기술

현 시점의 문제점을 분명히 하고, 문제해결 후의 효과에 대하여 기술한다. 표 47은 본 연구가 목표로 하고 있는 시스템 개발 목적과 개발 후 효과를 나타내고 있다.

표 47 현재 전문가시스템의 문제점과 대책

기존의 문제점	대책
기존에 개발된 전문가 시스템의 경우 좁은 영역의 제한된 부분만을 취급하고 있음	과수 재배에 있어서 필요한 통합적인 정보를 제공해줄 수 있는 전문가 시스템의 개발이 필요
기존 시스템의 경우 확장이 불가능한 단순한 구조를 지니고 있어 시스템 자체가 최신의 정보를 신속하고 용이하게 받아들일 수 없고 유연성이 부족	주변 여건에 능동적으로 대처할 수 있고, 농민의 노하우 및 피드백이 지속적으로 적용될 수 있는 스마트 전문가 시스템의 개발이 필요
사용자 인터페이스가 제한적으로 설계되고 텍스트 기반으로 구현되어 실제 농업환경에서 적용하여 사용하기에 한계가 있음	사용자의 입장에서 직접 사용하기 쉬운 직관적 그래픽 멀티미디어 시스템의 개발이 필요
전문가 시스템이 개발되어도 컴퓨터가 있는 곳에서만 활용이 가능하며 농업인의 컴퓨터 활용 능력이 제한되어 쉽지 않음	스마트 기기를 기반으로 u-Farm 클라우드 전문가 시스템 인터페이스를 구현해줄 수 있는 시스템 개발이 필요

(나) 요구 사항 파악

개발될 전문가시스템에 대한 요구 사항을 파악한다. 이러한 요구사항에 따라 개발될 시스템의 규모, 성능, 타당성 등의 내용이 결정될 수 있다. 또한 이는 시스템 개발완료 후 시스템 평가를 위한 기초자료로 활용될 수 있다.

① 개발목적에 따른 시스템 수준

전문가시스템은 개발 수준에 따라 데모 프로토타입, 연구 프로토타입, 현장 프로토타입, 생산 모델, 상용 시스템으로 구분할 수 있다. 본 시스템은 궁극적으로 상용 시스템을 목표로 하고 있으나, 그에 앞서 데모 프로토타입과 현장 프로토타입의 사전 개발이 필요하다.

② 사용자 요구수준

앞서 밝혔듯 본 시스템의 주 사용자는 일반적인 과수농민이며, 정보화 기기 숙련도가 그리 높지 않을 수 있음을 전제로 한다. 그렇기 때문에 인터페이스는 최대한 간결하고 이해하기 쉽도록 구성되어야 하며 출력장비도 일반적으로 다루기 쉬운 것이어야 한다. 이러한 이유로 본 시스템은 웹 기반과 모바일 기반을 동시에 개발하고 있으며, 최소한의 사용자 입력만으

로 결론에 도달할 수 있는 인터페이스를 목표로 개발하였다.

③ 입출력 내용

입력내용의 관점에서는 입력 요구 데이터, 입력 종류의 타입에 관한 사항이 정리되어야 하며, 출력내용의 관점에서는 출력 요구 내용, 출력형태, 출력대상 등에 관한 사항이 정리되어야 한다. 표 48에서 본 시스템의 입출력 구조를 확인할 수 있다.

표 48 본 전문가시스템의 입출력 항목

입/출력	항목	입수경로
입력	농장정보	시스템 자체입력
	날짜	
	최고기온	센서네트워크 입력 (미설치인 곳은 기상청)
	최저기온	
	강수량	
	평균풍속	
	일조시간	
출력	서리예방	
	관수작업	
	붕지 썩우기	
	전정	
	시비처방	
	병해충 방제	
	적과	
	제초	
	수확	
	측지유인	
	인공수분	

다. 농민의 노하우를 반영하는 시스템 설계

(1) 개별적 노하우의 적용 기법

(가) 암묵지의 개념적 정의

암묵지(暗默知, tacit knowledge)는 헝가리 출신의 철학자 마이클 폴라니의 조어이다. 지식의 한 종류로서 언어 등의 형식을 갖추어 표현될 수 없는, 경험과 학습에 의해 몸에 쌓인 지식이다. 암묵지는 ‘지식이라는 것이 있다면 그 배후에는 반드시 암시 차원의 ‘안다’라는 차원이 있다’는 것을 보여준 개념이다. 학습과 체험을 통해 개인에게 습득돼 있지만 겉으로 드러나지 않는 상태의 지식을 뜻하며, 내재적 지식으로 개인 및 조직의 행태에 대한 관찰 등 간접적인 방법을 통해 획득될 수 있는 지식을 말한다.

예를 들어, 사람은 한 번 자전거를 타는 법을 습득하면 세월을 거쳐도 타는 법을 잊지 않는다. 자전거를 타는 데 수많은 어려운 기술이 있는데도 불구하고도 그러하다. 그리고 그것을 타인에

게 말로 설명하는 것은 대부분의 경우 쉽지 않다. 보통 균형을 잡기 위해서 왼쪽으로 치우치면 오른쪽으로 방향을 틀고 오른쪽으로 기울어지면 왼쪽으로 중심을 두라고 설명하지만 이러한 형식적 지식은 실제로 자전거를 타는 데 별 도움이 되지 못한다. 실제로 이런 지식을 의식하고 자전거를 타는 사람은 거의 없다. 즉 사람의 신체는 명시적으로 의식화되어 있지 않지만, 암묵적으로 복잡한 제어를 실행하는 과정이 항상 작동하고 있고, 그것이 자전거의 제어를 가능하게 한다.

(나) 전문가시스템 구성에 있어서 암묵지의 역할

암묵지는 문서를 통해 학습될 수 없으며 접촉을 통해서만 전수될 수 있는 지식이나 능력이다. 일반적으로 노하우라고 일컬어지는, 지식 보유자가 의도적으로 다른 사람들에게 전달하지 않는 세부 내용들도 암묵지에 해당하지만, 때로는 지식을 보유한 사람 자신도 인식하지 못하는 암묵지도 존재한다. 과수농민이 가지는 암묵적 지식은 대개 본인도 인식하지 못하는 경우가 많다. 과수농민은 일반적으로 한번 과수원을 마련하고 나면 아주 오랜 기간 동안 해당 과수농업에 종사하게 되며, 그 과정에서 많은 암묵적 지식을 자신도 모르는 사이에 축적하게 된다. 또 어떤 암묵지는 과수농민의 경험이 쌓임에 따라 인식 가능해지고 언어로 표현되기도 하지만, 또다시 새로운 시도가 행해지면서 그와 관련된 기술의 일부는 항상 암묵적 지식으로 남게 된다.

암묵지는 크게 기술적 기능과 인지적 기능으로 나눌 수 있다. 기술적 기능은 장인의 노하우와 같이 몸에 체화된 전문성을 의미하는데, 반복적인 연습을 통해 얻어진다. 인지적 기능은 사고의 틀이라고 할 수 있는데, 과학자들이 공유하는 패러다임이나 조직의 관행과 같이 개인의 정신적 틀로 기능하는 특정한 가정이나 관점, 사고방식 등이 이에 해당한다. 과수농민은 현장에서 전정이나 수확에 있어서 손기술 노하우와 같은 기술적 암묵지도 보유하고 있지만, 전문가시스템을 구성함에 있어서 이러한 기술적 암묵지를 반영하기는 어렵다. 하지만 인지적 암묵지의 경우 뉴로-퍼지 시스템을 구성하는 데 있어서 충분히 반영을 고려할 수 있으며, 이는 시스템이 과수농민 개개인에게 다른 결과를 유도할 수도 있음을 의미한다.

(다) 시스템 설계를 위한 영농일지 분석

영농일지 분석은 암묵지를 표출화하는 작업과 사례기반 추론을 동시에 수행하는 작업이다. 사례기반 추론은 귀납법 또는 유추와 유사한 개념인데, 이는 유사한 과거 문제의 해결에 기초해서 새로운 문제를 해결하는 과정으로 볼 수 있다. 사례기반 추론이 컴퓨터 추론의 목적으로 형식화될 때는 다음의 과정을 거친다.

친환경 영농 작업일지
(토양관리, 비배관리, 기타 작업)

년월일	작업내용	
	2010	2012
4/14	<ul style="list-style-type: none"> 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비 	<ul style="list-style-type: none"> 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비
4/15	<ul style="list-style-type: none"> 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비 	<ul style="list-style-type: none"> 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비
4/16	<ul style="list-style-type: none"> 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비 	<ul style="list-style-type: none"> 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비
4/17	<ul style="list-style-type: none"> 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비 	<ul style="list-style-type: none"> 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비
4/18	<ul style="list-style-type: none"> 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비 	<ul style="list-style-type: none"> 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비
4/19	<ul style="list-style-type: none"> 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비 	<ul style="list-style-type: none"> 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비
4/20	<ul style="list-style-type: none"> 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비 	<ul style="list-style-type: none"> 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비 관개용 배수로 정비

※ 작업내용은 구체적으로 기록

배에 대한 모든 것은 여기에서 찾으세요.
내사랑우리배동호회 <http://www.ilovepear.co.kr>

그림 117 농민이 수기로 작성한 영농일지

- ① 검색(Retrieve) : 대상 문제가 주어지면, 메모리에서 그것을 풀기에 적절한 사례들을 검색한다. 하나의 사례는 문제와 그 해 그리고 그 해가 어떻게 유도되었는지에 대한 설명 등으로 구성된다. 영농일지의 경우 입력에 해당하는 어떤 날의 날짜와 출력에 해당하는 그 날의 수행작업이 명시되어 있기 때문에 사례 검색이 용이하다. 그림 117은 본 시스템 설계를 위해 입수한 영농일지의 일부이다.
- ② 재사용(Reuse) : 이전의 사례로부터 대상문제의 해를 연결한다. 이것은 새로운 상황에 맞추기 위해 필요한 만큼 해를 적응시키는 것을 포함한다. 본 시스템은 인공지능망 기법을 도입하여 이 과정을 수행한다.
- ③ 수정(Revise) : 이전의 해법을 대상의 상황에 연결시킨 후, 그 새로운 해법을 실세계에서(또는 simulation에서) 테스트하고, 필요하다면 수정한다. 이는 영농일지를 분석한 후 작업을 추천하는 전문가시스템이 갖추어진 후, 과수농민의 피드백을 받는 시스템 구조를 설계한다면 가능하다.
- ④ 유지(Retain) : 해법이 성공적으로 대상문제에 적용된 후에, 그러한 새로운 경험이 메모리에 새로운 사례로서 저장된다. 이는 새로운 영농일지가 된다.

(라) 시스템 설계를 위한 농민 인터뷰

개인의 암묵지는 언어와 문서 등 가능한 모든 매체를 통해 전달, 공유되어야 하며, 최종적으로는 언어의 형태로 명시화됨으로써 형식지로 변환된다. 그림 118은 암묵지와 형식지의 상호작용을 그림으로 표현하고 있는데, 본 시스템에서 시행해야 하는 작업은 표출화에 해당한다.

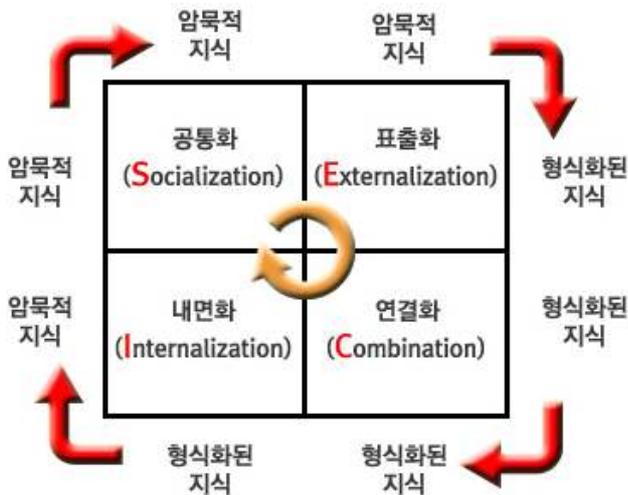


그림 118 암묵지와 형식지의 상호작용

이러한 표출화를 가장 자연스럽게 간편하게 수행할 수 있는 방법은 과수농민과의 인터뷰이다. 인터뷰는 지식의 핵심 부분과 추론의 매듭을 탐색하고, 대상과 개념을 정확히 확인하고 단서를 찾아 농민의 지식과 기술의 탐색 방향을 잡는 것이다. 본 연구에서는 영농일지를 수집하는 과정에서 다음 표 49와 같은 인터뷰를 실시하였다.

표 49 과수농민 설문조사 결과

- | |
|--|
| <p>Q1. 영농일지를 작성하는가?
 Q2. 영농일지는 어디서 공급받아 작성하는가?
 Q3. 영농일지는 개인 보관용인가? 기관 제출용인가?
 Q4. 영농일지 작성의 장점은 무엇이라고 생각하는가?
 Q5. 특정일의 작업을 결정하는 데 과거의 영농일지가 영향을 미치는가?
 Q6. 수확시기를 조절하는 본인의 노하우가 있는가?
 Q7. 병충해를 예측하는 시스템이 갖추어져 있는가? 또는 본인만의 노하우가 있는가?
 Q8. 스마트 디바이스에 대한 본인의 숙련도는 어느정도라고 생각하는가?</p> |
|--|

각 항목은 본 시스템 개발에 앞서서 결정되어야 할 주요 파라미터와 연관된다. 총 10명의 농민과 인터뷰를 진행하여 표 50과 같은 결과를 얻었다.

표 50 과수농민 설문조사 결과

영농일지 작성 여부	그렇다 10명(100%), 아니다 0명(0%)
영농일지 공급처	농민연구단체 6명(60%), 정부기관 3명(30%), 자체제작 1명(10%)
영농일지의 용도	복수용도(개인보관, 기관제출)로 사용 7명(70%), 개인보관용 3명(30%)
영농일지의 장점 (복수응답)	작업 결정에 용이하다 6명(60%), 기관 인증이 편리하다 6명(60%),
특정일의 작업을 결정하는 데 과거의 영농일지의 영향	있다 9명(90%), 그다지 없다 1명(10%)
수확시기를 조절하는 본인의 노하우	있다 10명(100%), 없다 0명(0%)
병충해를 예측하는 시스템	시스템의 지원을 받는다 4명(40%), 본인의 노하우가 있다 4명(40%), 없다 2명(20%)
스마트 디바이스 숙련도	높다 1명(10%), 보통이다 5명(50%), 낮다 4명(40%)

라. 가상 시나리오 시스템 설계

(1) 가상 시나리오 시스템의 필요성

최근 한국에서는 급격한 기후 변화가 진행되고 있다. 겨울철의 기온이 뚜렷하게 상승함에 따라 봄의 시작은 점점 빨라지고 있으며, 기온이 가장 높아야 하는 7월 이후에도 계속 상승하여 8월 말 쯤에서 기온이 가장 높게 나타나고 있다. 또한 예상치 못한 서리의 출현 빈도가 증가하였으며 1~2월의 강설량도 예전보다 많아지고 있다. 한국은 다른 나라들에 비해 각 절기의 기후 특성이 다양하여 지구 온난화에 따른 변화 양상이 빠르고 다양하게 나타나고 있는 것이다. 이러한 변화는 예측하기 어렵기 때문에 많은 사람들이 예상치 못한 피해를 받은 하는데, 과수농업인들도 예외는 아니다. 예상하지 못한 기후 변화로 인한 피해는 생산 과수의 품질 하락과 생산량 감소로 이어지게 된다. 이는 곧 가격 경쟁력의 하락으로 이어져 개발도상국의 제품들과 경쟁해야 하는 한국의 농민들에게 불리하게 작용하고 있다. 한편, 한국의 과수 농가들의 생산 기술과 기후 변화에 대한 대응은 농민들 개개인의 경험에 의존하고 있기 때문에 현재

와 같은 급격한 환경 변화에 취약점을 보인다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 농가들의 개별적인 정보를 모아 종합적으로 처리하는 솔루션이 필요하다. 농업에 필요한 정보는 정형화된 것부터 비정형화된 것까지 매우 다양한 종류가 존재하며, 매우 용량이 크고 시간이 갈수록 점점 필요한 정보가 증가하는 추세를 보인다. 이러한 특징을 가진 정보들을 모아 처리하는 방법 중 하나로 빅 데이터 마이닝이 있다. 빅 데이터 마이닝이란 데이터를 축적시켜 새로운 규칙성을 찾는 과정을 뜻한다. 사회가 점점 복잡해지고 인터넷의 보급으로 정보의 이동과 가공이 활발해짐에 따라 빅 데이터 마이닝의 필요성은 점점 증가하고 있다. 과거에 비해 개인이 취급하는 정보의 양이 늘어났으며 자연스럽게 시간에 따른 정보 축적량도 늘어날 수 밖에 없다. 인터넷 커뮤니티와 소셜 네트워크 등의 발전도 수많은 데이터 생산을 돕는다. 이렇게 많은 양의 정보를 이용하여 보다 더 정확하고 합리적인 의사결정 또는 예측 시스템을 만들고자 하는 노력이 최근 많은 곳에서 나타나고 있다.

(2) 가상 시나리오 시스템의 주요 알고리즘

본 연구는 많은 양의 데이터를 처리할 수 있도록 하는 시스템으로 퍼지 논리를 구축하여 전문가 시스템을 활용하게 된다. 한국의 배 과수농가들이 이미 작성해둔 영농일지와 해당 날짜의 기상 정보를 기반으로 전문가시스템에 사용할 지식베이스를 구축하였다. 여기서 이야기하는 지식베이스의 설계는 지식을 모델링하는 과정을 일컫는 것으로서 일반적으로 논리적 설계라고도 부르고 있다. 지식획득으로 대변되는 지식베이스의 논리적 설계업무는 소프트웨어와는 독립적으로 수행되는 것이 바람직하며, 이렇게 함으로써 지식모델링 과정에서 유연성과 자유성이 보장되기 때문이다. 기후와 환경, 시기에 맞는 적절한 작업을 추천하는 프로그램을 개발하고 이 프로그램이 데이터가 축적될수록 향상된 성능을 보일 수 있다는 것을 보여주는 것이 가상 시나리오 시스템 개발의 주요 목적이며, 그림 119에 나타나는 알고리즘을 따른다.

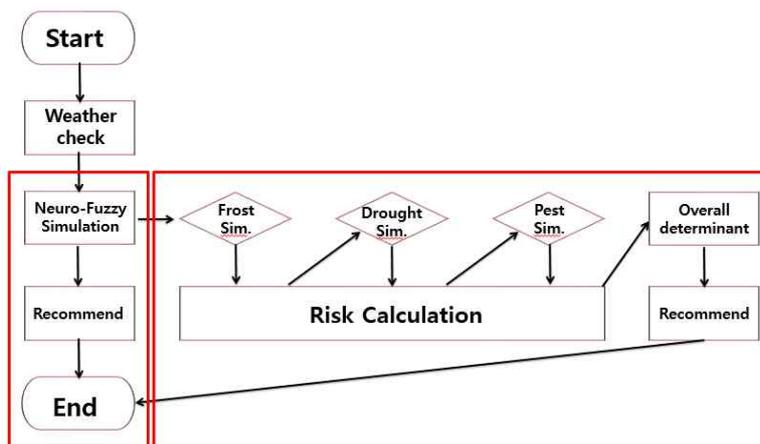


그림 119 가상 시나리오 시스템 동작 알고리즘

우선 프로그램이 실행되면 해당 농장의 기상정보를 불러온다. 유비쿼터스 센서 네트워크가 설치되어 기상정보가 자동으로 제공되는 농장의 경우에는 해당 정보를 모두 로딩하고, 센서 설치가 미비하거나 오류가 발생하여 정보가 제대로 로딩되지 않는 곳에서는 기상청 데이터베이스

에서 가장 근접한 지역의 해당 정보 데이터를 가져오게 된다.

그 다음은 입력정보를 퍼지 논리로 처리하는 단계인데, 가상 시나리오 시스템은 최고기온, 최저기온, 강수량, 평균풍속, 그리고 일조시간을 입력으로 받아 그 날의 추천 작업을 출력으로 내어놓는 구조를 가지고 있으며 해당하는 모든 정보는 퍼지화되어 입력된다. 시뮬레이션 과정에서는 작업을 추천할 해당 날짜에 기본적으로 저장된 정보와 퍼지화된 입력 정보의 일치도를 살펴보고, MATLAB 또는 JESS를 활용했던 프로토타입의 경우 이 단계에서 바로 최종 추천 작업을 결정하여 안내하였다. 그림에서 왼쪽 작은 사각형만을 사용한 알고리즘으로, 프로그래밍의 편의성 및 구동 시간에 있어서 장점이 있다. 그러나 시기작업과 긴급작업을 분류하지 않았기 때문에 추천 정밀도가 떨어지는 현상을 보였다.

프로토타입이 아닌 정식 시스템 개발 과정은 그림의 왼쪽과 오른쪽 사각형을 모두 활용한 것으로, 퍼지화된 입력정보와 해당 날짜의 기본 저장 정보를 활용하여 가장 적합한 시기작업과 그 중요도를 미리 계산하고, 각각의 긴급작업에 대한 중요도(위험도)를 따로 계산하는 알고리즘을 가진다. 이 경우 사용자의 선택에 따라 시기작업을 우선시하는 세팅을 가질 수도 있고, 긴급작업을 우선시하게 할 수도 있다. 또한 긴급작업을 분리하는 것이 일반적인 농민의 사고 구조와 일치하는 면이 있어 사용자의 작업 추천 만족도를 높이는 결과를 가져왔다.

마. UML을 이용한 시스템 인터페이스 설계

(1) UML에 대한 기초 연구

UML(통합 모델링 언어)은 소프트웨어 개념을 다이어그램으로 그리기 위해 사용하는 시각적인 표기법이다. 문제 도메인(problem domain), 소프트웨어 설계 제안, 이미 완성된 소프트웨어 구현에 대한 다이어그램을 그릴 때 UML을 사용한다.

UML의 주요 다이어그램은 세 종류로 나뉜다. 정적 다이어그램(static diagram)은 클래스, 객체, 데이터 구조와 이들의 관계를 그림으로 표현함으로써 소프트웨어 요소에서 변하지 않는 논리적 구조를 보여준다. 동적 다이어그램(dynamic diagram)은 실행 흐름을 그림으로 그리거나 실체의 상태가 어떻게 바뀌는지 그림으로 표현함으로써 소프트웨어 안의 실체가 실행 도중 어떻게 변하는지 보여준다. 물리적 다이어그램(physical diagram)은 소스 파일, 라이브러리, 이진 파일, 데이터 파일 등의 물리적 실체와 이것들의 관계를 그림으로 표현함으로써 소프트웨어 실체의 변하지 않는 물리적 구조를 보여준다.

(2) 사용 프로그램

본 연구에서는 UML 관계도 작성을 위해 StarUML이라는 프로그램을 사용한다. 이 프로그램은 UML 버전 1.4에 기반을 두고 있으며, UML 버전 2.0의 표기법을 적극적으로 지원하고 있다. 총 11가지의 다이어그램을 제공하며 UML 프로파일 개념과 템플릿 기반의 문서 및 코드 생성을 지원하며 MDA 접근법을 적극적으로 지원한다. 또한 사용자의 환경에 대한 맞춤 능력이 우수하고 기능에 대한 확장성이 매우 뛰어나다.

(3) UML 관계도 작성

(가) 클래스 다이어그램

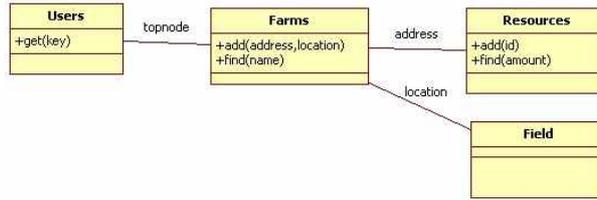


그림 120 클래스 다이어그램 예시

그림 120에 나타난 클래스 다이어그램은 프로그램 안의 주요 클래스와 주요 관계를 보여준다. 사각형은 클래스를 나타낸다. 이 다이어그램에서 모든 관계는 연관(association)이다. 연관은 한쪽 객체가 다른 쪽 객체를 참조하며, 그 참조를 통해 그 객체의 메소드를 호출함을 나타내는 단순한 데이터 관계이다.

(나) 시퀀스 다이어그램

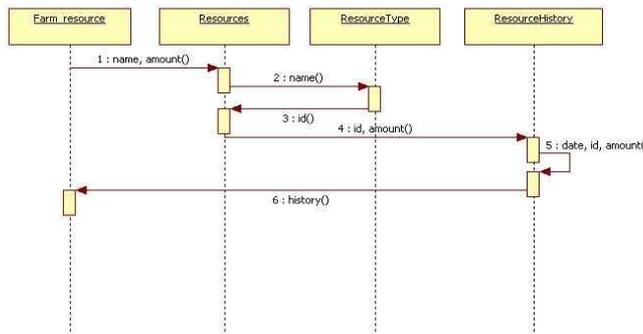


그림 121 자재 사용 이벤트에 대한 시퀀스 다이어그램

시퀀스 다이어그램은 여러 객체들이 어떻게 상호 교류하는지를 표현한다. 상호작용이 화살표 메시지로 표시되며, 시간 흐름은 아래쪽을 향한 수직 방향으로 표시한다. 그림 121은 농장 자재 사용에 대한 시퀀스 다이어그램을 나타내고 있는데, 사용자가 사용 물품과 사용량을 입력하면 이를 고유 ID로 변환하여 날짜와 함께 시스템에 입력하는 과정을 하나의 그림으로 나타낸 것이다.

(다) 유즈케이스 다이어그램

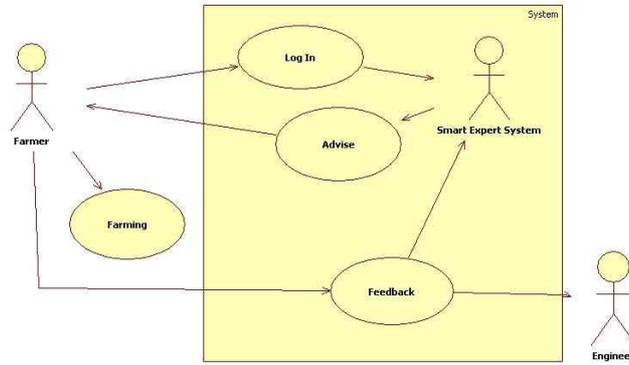


그림 122 스마트 전문가 시스템의 유즈케이스 다이어그램

유즈케이스는 시스템의 동작을 기술한 것이다. 유즈케이스는 시스템에게 특정한 일을 시킨 사용자의 관점에서 작성하며, 사용자가 보낸 자극 하나에 대한 반응으로 시스템이 진행되는 눈에 보이는 이벤트의 흐름을 포착한다.

눈에 보이는 이벤트란 사용자가 확인할 수 있는 이벤트를 뜻한다. 유즈케이스는 사용자의 눈에 보이지 않는 동작을 전혀 기술하지 않으며 시스템 안에 숨겨진 메커니즘도 다루지 않는다.

그림 122는 유즈케이스 다이어그램 중에서도 시스템 경계 다이어그램에 해당한다. 커다란 사각형이 시스템 경계이며, 사각형 안에 든 것은 모두 개발 중인 시스템의 일부이다. 사각형 바깥에는 시스템을 상대로 행동하는 액터를 볼 수 있다. 원칙적으로 과수원에 농민의 농사는 유즈케이스에 해당하지 않으나, 시스템 전체의 이해도를 높이기 위해 추가하였다.

(4) 생장 환경 관리시스템 설계를 위한 UML 관계도 작성

지금까지의 내용을 토대로 본 연구에서 개발하는 생장 환경 관리시스템에 대한 UML 관계도를 작성하였다. 본 연구에서 개발한 생장 환경 관리시스템은 다음과 같은 기능을 담고 있다.

- ① 농장 관리 : 농장의 위치 및 지리 정보, 작목, 평수, 사업자 정보 등의 기본적인 정보를 제공한다. 이는 해당 과수농장을 관리하는 농민뿐만 아니라 모든 사용자가 접근하여 확인할 수 있도록 한다.
- ② 환경 관리 : 농장 내에 설치된 USN을 통해 수집된 데이터를 기반으로 한 환경정보를 제공한다. USN에는 기온, 습도, 풍속, 토양정보 센서가 기본적으로 포함되며, 추후 연구를 통해 추가적인 센서를 설치할 수 있다.
- ③ 작물 관리 : 작물 생육에 관하여 일반적으로 널리 알려진 정보 및 생육 모델을 제공한다.
- ④ 장비 및 물품 관리 : 방상 팬 또는 SS기 등의 장비와 농약, 비료 등의 물품을 관리할 수 있는 어플리케이션을 제공한다. 이는 농민 입장에서 이후 6번 항목에 제시되는 작업 관리를 보다 수월하게 해 나갈 수 있는 바탕이 된다.

⑤ 수확 및 저장 관리 : 수확물의 저장상황 및 재고를 관리하는 기능이다. 과수 저장고를 관리하는 데 있어서 USN을 사용하는 것은 지금까지 많은 연구자들에 의해 연구되어 온 내용이므로 적용에 어려움이 없을 것으로 생각된다.

⑥ 작업 관리 : 농민이 직접 관리하는 농가의 생육 전략 및 스케줄을 관리할 수 있도록 하는 어플리케이션을 제공한다. 이상 징후가 발견되면 시스템에서 직접 농민에게 작업을 지시할 수도 있도록 하는 것이 목표이다. 영농일지 온라인 관리 서비스와 사용자 피드백 기능도 개발 중에 있다.

각각의 기능에 맞는 UML 관계도를 작성하여 시스템 인터페이스 설계에 참고하였다. 본 연구에서 작성한 UML 관계도는 모두 유즈케이스 다이어그램으로 선택하였는데, 그 이유는 유즈케이스 다이어그램이 가장 직관적으로 사용자와 이벤트의 관계를 파악할 수 있기 때문이다. 클래스 다이어그램은 내부 프로그램 인자에 대한 이해가 부족하면 알아보기 힘들고, 시퀀스 다이어그램은 애초에 순차적 이벤트 중심의 다이어그램이라 프로그램 기능 구현을 위한 관계도로는 적합하지 않다. 본 연구 과정에서 작성된 UML 관계도는 다음과 같다.

(가) 농장 관리 기능

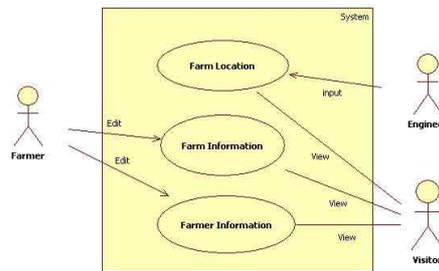


그림 123 농장 관리 기능 개요도

농장 관리 기능은 농장 위치 및 기후정보와 농장 정보, 그리고 과수원에 농민 정보로 구성되어 있다. 엔지니어는 농민의 기본 정보가 입력되면 농장의 위치와 기후정보를 기본적으로 개발된 데이터베이스에서 입력하는 작업을 한다. 그리고 농민이 농장 정보와 농민 정보를 입력하고 나면 해당 정보는 시스템에 접근하는 모든 방문자가 확인할 수 있다. 이 내용을 그림 123에 나타내었다.

(나) 환경 관리 기능

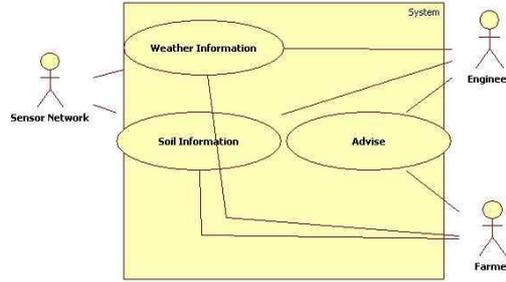


그림 124 환경 관리 기능 개요도

그림 124에 나타난 환경 관리 기능은 센서 네트워크가 기상정보와 토양정보를 시스템에 입력하는 것으로부터 시작한다. 스마트 전문가 시스템(개요도 상에서는 엔지니어로 표현)은 이 정보들을 바탕으로 과수원에 농민에게 유용한 조언을 할 수 있다. 물론 시스템 상에서 농민들이 직접 센서 네트워크의 정보를 받을 수도 있다.

(다) 작물 관리 기능

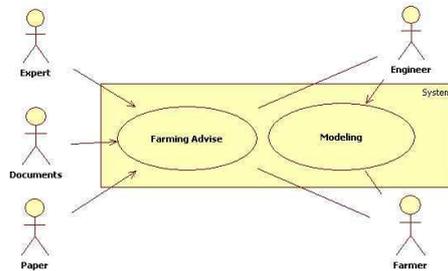


그림 125 작물 관리 기능 개요도

작물 관리 기능은 그림 125에 정리되어 있는데, 작물 생육에 관하여 일반적으로 널리 알려진 정보를 담고 있다. 이 시스템은 기존에 연구된 논문과 과수원에 관련 문헌 또는 전문가를 통해 검증된 내용들로 구성되어 있다. 엔지니어는 해당 정보들을 토대로 예측 모델식을 만들어 농민에게 공급한다. 물론 농민들이 작물 관리 기능에 탑재된 생육 정보를 직접 열람하는 것도 가능하다.

(라) 장비 및 물품 관리 기능

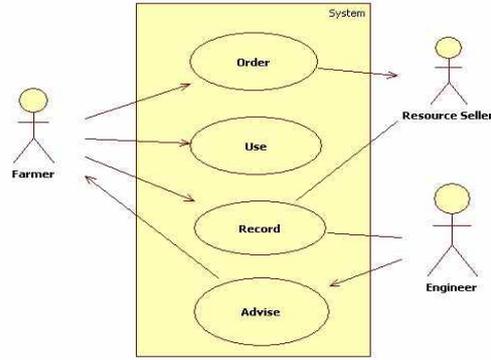


그림 126 물품 구매량 및 사용량 관리 개요도

장비 및 물품 관리 기능은 농민과 엔지니어, 물품 공급자 사이에서 일어나는 관계를 다루고 있다. 그림 126에 나타나 있듯이, 농민은 물품을 사용하고 그 기록을 시스템에 남긴다. 또한 시스템을 통해 부족한 물품을 확인하고 이에 대한 주문을 할 수 있으며, 이렇게 거래된 기록은 물품 공급자도 시스템을 통해 확인할 수 있다. 엔지니어(또는 스마트 전문가 시스템)는 농민의 물품 사용 기록을 확인하고 이에 대해 조언을 할 수 있다.

(마) 수확 및 저장 관리 기능

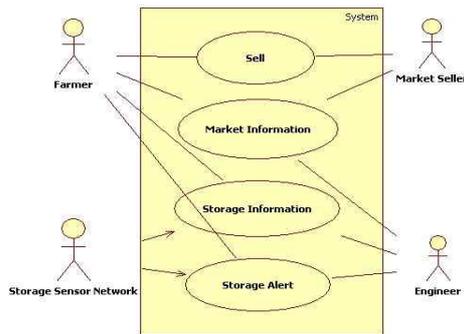


그림 127 수확 및 저장 관리기능 개요도

그림 127에 표시된 수확 및 저장 관리기능은 크게 4가지 액션으로 구분되는데, 기본적인 저장고 정보를 유비쿼터스 센서 네트워크가 확인하고 알려주는 부분, 저장고에 긴급한 이상 징후가 발견되었을 때 센서 네트워크가 이를 감지하고 알려주는 부분, 농민과 지식공학자, 그리고 시장 전문가가 농산물 시장 정보를 공유하는 부분, 그리고 농민이 시장에 수확물을 판매하였을 때 이를 기록하고 관리하는 부분이다. 농산물 시장 전문가의 조언을 반영하는 부분은 아직 구현되지 않았다.

(바) 작업 관리

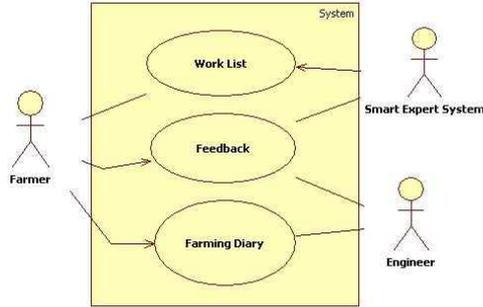


그림 128 작업 및 영농일지 관리 개요도

그림 128은 작업 및 영농일지 관리 개요도이다. 작업 관리 기능은 농민이 스마트 전문가 시스템으로부터 작업을 제안받고, 해당 작업을 수행하거나 엔지니어에게 피드백을 하는 일련의 과정에 대한 기능을 제공한다. 수행된 작업은 영농일지에 기록되어 농민이나 엔지니어가 언제든지 확인할 수 있으며, 농민의 피드백은 스마트 전문가 시스템의 판단 룰 수정에 관여할 수 있다.

2. 전문가 시스템 학습모델 개발

가. 시스템 개발계획 상세분석

(1) 시스템 개발을 위한 상세분석 방법

상세 분석 단계에서는 시스템 개발계획을 수립하기 위해 시행했던 기초요구 분석의 결과를 토대로 보다 세부적인 분석 작업을 수행함으로써 이후의 설계 작업을 원활하게 할 수 있게 한다. 이 단계에서는 사용자의 요구정보, 자동화 업무영역, 성능, 기타 요건 등을 명시하고 업무에 대한 조사결과를 객체지향구조로 분석함으로써 신규시스템에서 수행되어야 할 자동화 처리기능, 객체 요건, 입출력 및 기타 요건 등을 정의한다.

(가) 자동화 요구 정의

여기서는 자동화 대상 업무의 영역을 정의함으로써, 이후 단계에서의 소프트웨어 및 하드웨어 기능요건의 파악을 위한 기초자료를 제공한다. 이를 위해 자동화 기능 요구 정의, 성능 요건 정의 등의 작업이 이루어졌다.

① 자동화 대상 업무 영역 정의

- 업무절차 중 자동화가 요구되는 영역을 조사한다.
- 개발자와 사용자간의 자동화 업무영역에 대한 의견을 수렴한다.
- 자동화 대상 업무는 정보수집-대안설정-대안선정 등 3 단계 의사결정과정을 통하여 결정될 수 있다.

② 자동화 기능 요건 정의

- 자동화 대상 업무영역에 대하여 자동화 형태를 완전 자동화할 것인지 아니면 반자동화함으로써 사용자를 지원하도록 할 것인지 등을 결정해야 한다.
- 완전자동형태의 경우, 시스템이 의사결정까지 수행하여 해결안을 제시하여야 한다.
- 사용자를 지원하는 형태의 경우, 시스템은 의사결정과정에서 사용자가 효과적으로 정보를 수집하거나 대안을 생성·선정할 수 있도록 지원해주는 기능을 담당하도록 한다.

③ 성능 요건 정의

- 전문가시스템이 제시할 해결안에 대한 기대수준을 정의한다.
- 전문가시스템의 수행속도에 대한 기대수준을 정의한다.
- 성능 요건의 시험기준을 적중률, 제약조건 만족률, 전문가 동의율 등의 방법을 사용하여 명확하게 제시하도록 한다.

(나) 객체 정의

전문가시스템에서 필요로 하는 모든 객체를 파악하여 정리함으로써, 차후 데이터베이스 혹은 파일구조, 지식베이스의 프레임 구조 설계를 위한 기초를 제공하도록 한다. 이를 위해 다음과 같은 작업이 수행되어야 한다.

① 객체 도출

- 상세 업무분석 단계에서 수집된 자료를 토대로 객체를 도출한다.
- 서식, 자료 등의 분석을 통하여 엔티티 객체를 도출한다.
- 처리절차의 분석을 통하여 컨트롤 객체를 도출한다.
- 담당자와의 면담을 통하여 인터페이스 객체를 도출한다.

② 객체정규화

- 엔티티 객체정의 내용의 중복성 분리, 하위 키(Secondary Key) 에 종속되는 종속항목의 분리, 주 키 (Primary Key) 에 의존하지 않는 종속항목의 분리작업을 통하여 데이터 정규화를 수행한다.
- 정규화 결과에 따라 엔티티 객체를 확정한다.

③ 속성 정의

- 엔티티 객체의 각 속성 (Attribute) 에 대하여 속성명, 타입, 도메인, 길이 등을 정의한다.
- 코드체계를 정의하고 호환성을 검토한다.

④ 관계 정의

- 객체간의 계층관계, 구성관계 등을 정의하고 이를 해당 객체의 속성으로 반영한다.
- 유사 객체들의 일반화를 통하여 상속관계를 정의한다.

⑤ 연산 정의

- 객체간의 협력과정을 전달하는 메시지를 통하여 분석함으로써 연산 목록을 작성한다.
- 각 연산을 적절한 객체를 할당한다.
- 연산에 대한 매개변수와 타입을 정의한다.

⑥ 객체모델 정의

- 객체의 속성, 연산부분을 통합하여 객체모델을 정의한다.

(다) 입출력 정의

신규시스템의 입출력 내용을 정의하고 사용자의 동의를 획득함으로써, 전문가시스템에서 관리, 유지, 보고되어야 할 데이터의 파악을 위한 기초를 제공할 수 있도록 한다. 이러한 입출력 정의 단계에서 고려해야 할 내용은 보고서, 화면, 서식 등이다.

① 보고서 정의

- 보고기능의 정의로부터 필요한 보고서 목록을 정의한다.
- 보고서 표준에 따른 각 보고서의 견본을 작성한다.
- 출력매체 및 빈도수에 따른 출력방법을 정의한다.

② 화면 정의

- 윈도우 환경에서 그래픽 사용인터페이스 (GUI) 에 의한 개발 방법을 채택할 경우에는 기본 메뉴화면과 입력화면 및 출력화면에 대한 정의를 위주로 하고 운영과정에서 발생하는 구체적인 양식 (Form) 등은 설계시 구체화하도록 한다.

③ 서식 정의

- 입력 및 출력에 사용되는 일정한 서식의 목록을 정의한다.
- 각 서식에 대한 내용 및 사용법 등에 대한 설명을 기술한다.

(2) 상세분석 방법에 따른 본 시스템 정의

(가) 자동화 요구 정의

본 시스템은 과수농민을 대체하는 완전 자동화 프로그램이 아니며, 과수농민의 의사결정을 지원하는 반자동화 시스템이다. 그러므로 본 시스템은 의사 결정 과정에서 농민이 효과적으로 작업을 선택할 수 있도록 한다. 본 시스템이 제시할 해결안은 농민 입장에서 참고적 수준으로 활용할 수 있으며, 이 해결안에 본인의 주관적 판단을 개입하여 실제 농작업을 수행할 수 있다. 매일 그 날의 기상정보를 바탕으로 빠르게 추천 작업을 결정해야 하기 때문에 프로그램 수행 속도는 빨라야 하며, 성능 시험 기준은 과거 영농일지와 의 적중률을 우선적으로 판단하기로 한다.

(나) 객체 및 입출력 정의

본 시스템이 사용할 객체 항목은 지난 연차에 연구되었던 데이터 모델에 정의되어 있다. 실제 프로그램 사용자인 농민에 대한 항목, 각 사용자에게 대한 권한에 대한 정보, 농장의 각종 데이터, 외부로부터 들어오는 기상정보, 센서를 통해 들어오는 센서정보, 농장의 고유 데이터인 토양정보, 농민이 사용하는 농장 비품정보, 비품 사용내역 정보, 작업 일정 정보들이 데이터 모델을 통해 정의되어 있다. 이들 정보 중에서 외부로부터 들어오는 기상정보와 센서를 통해 들어오는 센서정보는 뉴로-퍼지 시스템을 통해 작업 일정 정보의 추천 항목을 출력하게 될 것이다. 또한 본 시스템의 세부 입출력은 윈도우 또는 모바일 OS 환경에서 그래픽 사용 인터페이스를 통해 개발되었다.

(3) 실제적 설계

분석 단계를 거침으로써 해결해야 할 문제가 일단 정의되면, 다음으로 이러한 문제를 해결하기 위한 구체적인 방안이 마련되어야 한다. 이러한 과정을 설계라고 하는데 이를 통하여 개발될 시스템은 어떠한 모양을 갖게 될 것인지, 문제를 어떻게 해결하는지, 시스템의 주요 특성은 무엇인지, 다른 시스템과의 관계는 어떠한지 등을 결정한다. 일반적으로 지식베이스의 설계가 선행되어야 하며 다음으로 이를 뒷받침할 수 있는 소프트웨어 설계, 하드웨어 설계, 사용자 인터페이스 설계 등이 뒤따르게 된다.

(가) 지식베이스의 설계

여기서 이야기하는 지식베이스의 설계는 지식을 모델링하는 과정을 일컫는 것으로서 일반적으로 논리적 설계라고도 부르고 있다. 지식획득으로 대변되는 지식베이스의 논리적 설계업무는 소프트웨어와는 독립적으로 수행되는 것이 바람직하다. 이렇게 함으로써 지식모델링 과정에서 유연성과 자유성이 보장되기 때문이다. 다시 말해서 지식 표현을 위한 소프트웨어는 지식의 종류나 성격에 의해 결정되어야지 소프트웨어가 지식모델링에 영향을 미쳐서는 안된다는 말이다. 따라서 모델링 단계에서의 지식은 유사코드 형태로 표현되는 것이 바람직한데 이를 지식베이스의 논리적 설계라고 부른다.

(나) 소프트웨어 설계

소프트웨어와 관련된 의사결정문제는 시스템 설계 단계에서의 다른 문제들, 특히 하드웨어의 결정, 지식획득의 결과 등과 매우 밀접하게 연계되어 있다. 소프트웨어와 관련하여 첫 번째로 직면하게 되는 사항은 시스템을 소스코드로부터 개발할 것인지 아니면 상업화된 수많은 전문가 시스템 개발용 도구들 중에서 구매할 것인지를 결정하는 것이다. 이러한 두 가지 방법은 표 51에서 볼 수 있는 바와 같이, 상호 장단점을 지니고 있다.

표 51 범용 도구와 지식공학용 언어의 장단점

항목	범용 도구	지식공학용 언어
유연성	높음	낮음
범용성	높음	낮음
개발 난이도	어려움	쉬움
개발 속도	느림	빠름
특징	맞춤형	표준형
용도	실제 운영단계	초기 프로토타입
신뢰성	버그 가능성 높음	버그 가능성 낮음

요즘은 전문가시스템 개발을 위한 다양한 도구들이 보급되고 있어 직접 개발하는 것보다는 소프트웨어를 구매하는 경우가 상대적으로 많은데, 이러한 경우에도 지식 표현 방법을 우선 결정하고 소프트웨어 상품에 대한 평가작업을 수행하여야 한다. 개발도구의 선정을 효율적으로 수행하기 위해서는 적절한 체크리스트(Checklist) 를 사전에 마련하는 것이 바람직한데, 이를 위하여 일반적으로 고려해야 할 사항들은 표 52와 같이 정리할 수 있다.

표 52 개발도구 선정을 위한 체크리스트

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1) 복합 지식표현 2) 추론 방법 3) 가설 추론 4) 객체지향 프로그래밍 5) 진위유지 기능 6) 다양한 디버깅 기능 7) 그래픽 인터페이스 8) 지식기반 모의실험 9) 지식획득 10) 지식테스트 11) 불확실성의 관리 12) 사용자 모델 13) DBMS 인터페이스 14) 언어 및 운영체제 인터페이스 15) 개발환경 16) 사용환경 17) 가동 하드웨어 18) 교육 및 제반 지원사항 19) 가격 |
|--|

(다) 사용자 인터페이스 설계

대부분의 전문가시스템 개발도구에는 사용자가 자료를 입력하거나 시스템이 던지는 질문에 답할 수 있는 사용자 인터페이스가 제공되고 있다. 일반적으로 사용자 인터페이스로 활용되고 있는 기술들로는 메뉴, 서식, 그래픽, 아이콘, 음성, 하이퍼텍스트, 자연어 등을 들 수 있다. 이 중에서 메뉴나 서식, 그래픽 등은 상대적 보편화되어 있으며, 아이콘의 경우에 객체를 주로 다루는 전문가시스템에 있어서는 사용자에게 매우 편리한 형태의 인터페이스로 인식될 수 있다. 음성을 이용하는 방식은 다른 작업을 수행하면서 시스템을 활용해야 하는 사용자에게는 효과적으로 활용될 수 있다. 하이퍼텍스트 형태는 전문가시스템 분야에서 활용도 측면에서는 아직 초기 단계에 있지만 이미 상품화된 제품들이 속속 등장하고 있는 추세이다. 자연어 방식은 전형적인 인공지능분야의 응용영역으로 아직 완전한 자연어 처리기가 개발되지는 않았지만, 인공지능 이외의 영역에도 부분적으로 활용되고 있다.

나. 전문가 시스템 판단 를 개발

(1) 과수원에 전문가를 대상으로 한 인터뷰

위 내용에서 파악한 인터뷰 기법을 토대로 과수원에 전문가를 위한 기초적인 인터뷰를 작성하여 경기도 수원시에 소재한 농촌진흥청 국립원예특작과학원과 경기도 농업기술원의 과수원에 전문가와 인터뷰를 진행하였다. 인터뷰는 사전에 전문가와 방문 일정을 조율한 후 연구팀이 과수원에 전문가를 직접 찾아가 대화를 나누는 방식으로 진행되었으며, 인터뷰 상황에 따라 추가적인 질문과 답변이 오가기도 하였다. 인터뷰 내용은 표 53에 정리되어 있다.

표 53 전문가 인터뷰 질문사항

<p><원예 전략></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 과수원에 농사에 있어서 수확 시기 또는 수확량을 제어하는 전략을 세우는 것에 대한 전문가님의 의견은 어떻게습니까? (전략 실현 가능성 및 효율성에 대해) 2. 수확 시기 또는 수확량을 제어할 때 고려해야 할 사항에는 어떤 것들이 있습니까? 3. 전략이 있다면, 확실히 농민의 과수작업 진행에 영향을 미치게 됩니까? (수확량과 수확 시기 목표가 완전히 다른 두 농민은 과수작업 결정 및 진행에 있어서 명백한 차이를 보입니까?) 4. 과수원에 농사를 진행하는 도중 목표 수확 시기 또는 목표 수확량을 변경해야 하도록 하는 외부적 요인에는 어떤 것이 있다
--

고 생각하십니까? 생각나는 대로 말씀해 주십시오.

<연중 작업>

1. 농가에서 과수원에 농사를 진행하는 1년 중 가장 해야 할 일이 다양한 때는 언제입니까?

1-1. 또, 과수원에 농사를 진행하는 1년 중 ‘이 시기에 해야 할 일은 이것 하나이다.’로 농작업 선택지가 고정된 시기가 있습니까? 있다면 언제입니까?

2. 과수원에 농사를 진행하는 1년 중 가장 자주 결정하게 되는 사안은 무엇입니까?

3. 과수원에 농가에서 1년간 내리는 결정들 중, 농민 입장에서 가장 ‘큰 결단’은 무엇입니까?

(어떤 결정이 차후 상황에 따라 농작물 수확량에 가장 큰 영향을 미칠 수 있습니까?)

<작업 결정>

1. 농민의 과수작업 일정은 보통 언제쯤 결정됩니까?
(가령, 8월 15일 수요일에 해야 할 일은 언제쯤 결정됩니까?)

2. 관찰 경험상, 과수원에 농민들이 하루의 작업을 결정하는 데에 가장 영향을 받는 요소는 무엇이었습니까?

3. 만약 전문가님께 과수원에 농가의 작업내역을 결정할 수 있는 권한을 드린다면, 그 결정에 영향을 주는 요소는 어떤 것들이 있겠습니까? 생각나는 대로 말씀해 주십시오.

<세부 조치>

1. 기온이 예년에 비해 높거나 낮으면 과수원에 생장 및 수확량에 영향이 있습니까?

1-1. 기온이 예년에 비해 이상 징후를 보인다면 어떠한 조치를 취해야 합니까?

1-2. 과수의 생장 단계에 따라 취해지는 조치가 다른가요?

2. 지온에서 이상 징후가 발견되면 어떤 조치가 취해집니까?

3. 적산기간이 늦어지는 것은 과수원에 생장 및 수확량에 영향이 있습니까?

3-1. 농가 입장에서, 휴면기를 더 효율적으로 보내기 위한 방법이 존재합니까?

4. ‘일조량이 부족한 상태’에 대한 명확한 기준이 있습니까?

4-1. 일조량이 부족하다고 생각될 때에는 어떠한 조치가 취해집니까?

5. ‘과수에 수분이 모자란 상태’에 대한 명확한 기준이 있습니까?

6. ‘자화수분이 잘 이루어지지 않는 상태’에 대한 명확한 기준이 있습니까?

7. 강풍에 의한 건조해가 우려되는 경우 어떠한 조치가 취해집니까?

<농가와와의 연계>

1. 현 시점에서, 연구 또는 기상관측에 의해 농가에 전달해야 할 특별한 지시사항이 생기는 경우 이를 농가에 어떤 식으로 전달합니까?

2. 생육데이터로써 영농일지의 가치는 어느 정도라고 생각하십니까? 과수교본의 중요도를 100으로 잡았을 때 영농일지의 중요성을 숫자로 답변해 주십시오.

<자료 수집 경로>

1. 과수원에 대한 정보를 수집하는 경로는 주로 어떻게 됩니까?

<마무리>

1. 오늘 인터뷰에 대한 솔직한 감상을 부탁드립니다.

다음 표 54는 과수원에 전문가 인터뷰 결과를 요약하여 연구팀에서 내린 결론이다. 아래에 기재된 인터뷰 결과를 전문가 시스템을 개발에 참고하였으며, 과수 농가에 대한 인터뷰 항목을 작성하는 데에도 반영하였다.

표 54 전문가 인터뷰 요약

원예 전략	현재 기술력으로 수확시기 및 품질은 어느 정도 예측 가능하지만, 수확량에 대해서는 아직까지 어려움이 있다.
	수확 시기 목표가 완전히 다른 두 농민은 과수작업 결정 및 진행에 있어서도 명백한 차이를 보인다.
연중 작업	과수작업은 기본적으로 계절에 따라 해야 할 일이 명확하다.
	과수농민이 1년중 내리는 가장 큰 결정은 착과량에 대한 것이며, 이는 당해 연도의 수확량뿐만 아니라 차후 과수의 건강상태에도 영향을 미치는 스테이터스이다.
과수 작업	과수농민이 하루의 작업을 결정하는 데 가장 큰 영향을 받는 요소는 날씨이다.
기온	기온이 예년에 비해 이상징후를 보이면 과수원에 생장 및 수확량에 매우 큰 영향을 준다. 이는 과수의 품질에도 영향을 미친다.
	특정 기온이상 단계마다 농민에게 취해야 할 조치에 대한 보고가 있다.
지온	보통의 과수 농가는 지온을 측정하지 않는다.
적산 및 일사량	적산 기간이 늦어지는 것은 과수원예의 생장 및 수확량에 영향이 있다.
	일사량은 과수의 생장 및 수확량에 영향을 미치는 척도이나, 사과에 있어서 명확하게 일사량에 따른 과실의 상태를 다룬 데이터는 없다.
습도	현 시점에서 보통의 과수 농가는 센서를 이용하여 수분을 관리한다.
인공수분	현 시점에서 보통의 과수 농가는 인공수분을 예외 없이 한다.
농민과의 연계	영농일지는 지역별 편차를 확인하기 위한 중요 연구 자료이나, 잘 작성되지 않고 있다.

(2) 과수원에 농가를 대상으로 한 인터뷰

추가적인 연구를 위해 경기도 안성시 및 평택시에서 실제로 사과 과수농업을 하고 있는 농민들을 찾아가 인터뷰를 진행하였다. 인터뷰는 사전에 농가 방문 일정을 조율한 후 연구팀이 직접 찾아가 대화를 나누는 방식으로 진행되었으며, 기초적인 문항 구성은 다음과 같다.

표 55 과수농가 인터뷰 질문사항

<p><원예 전략></p> <ol style="list-style-type: none">1. 한 해의 농사를 시작할 때에 수확 시기 또는 수확량을 제어하는 전략을 세우십니까?2. 수확 시기 또는 수확량을 제어할 때 고려하는 사항에는 어떤 것들이 있습니까?3. 수확량과 수확 시기 목표가 달라지면 연중 과수작업 결정 및 진행에 있어서 어떤 차이가 나게 됩니까? <p><연중 작업></p> <ol style="list-style-type: none">1. 1년 중 가장 바쁜 때는 언제입니까?2. 과수원에 농사를 진행하는 도중 가장 자주 결정하게 되는 사안은 무엇입니까?3. 농가에서 1년간 내리는 결정들 중, 농민 입장에서 가장 ‘큰 결단’은 무엇입니까? (어떤 결정이 차후 상황에 따라 농작물 수확량에 가장 큰 영향을 미칠 수 있습니까?) <p><과수 작업></p> <ol style="list-style-type: none">1. 과수작업 일정은 보통 언제쯤 결정됩니까? (가령, 8월 15일 수요일에 해야 할 일은 언제쯤 결정됩니까?)2. 하루의 작업을 결정하는 데에 가장 영향을 받는 요소는 무엇입니까?

3. 하기로 결정된 작업을 하지 않고, 당일날 갑자기 다른 일을 하게 되는 경우가 있습니까? 주로 그 이유는 무엇입니까?

<세부 조치>

1. 기온이 예년에 비해 이상 징후를 보인다면 어떠한 조치를 취하십니까? 과수의 생장 단계에 따라 취해지는 조치가 다릅니까?

2. 지온(땅의 온도)을 체크하십니까?

3. 휴면기에는 무엇을 하십니까? 휴면기를 더 효율적으로 보내기 위한 방법이 존재합니까?

4. ‘일조량이 부족한 상태’를 판단하는 기준이 있습니까? 일조량이 부족하다고 생각될 때에는 어떠한 조치가 취해집니까?

5. ‘강수량이 부족한 상태’를 판단하는 기준이 있습니까?

6. 인공수분은 어떤 조건에서 하십니까?

7. 과수의 건조해가 우려되는 경우 어떠한 조치가 취해집니까?

<전문가와의 연계>

1. 기술원 등 과수원에 공무원 분들에게 전달해야 할 특별한 보고사항이 생기는 경우 이를 어떤 식으로 전달하십니까?

2. 영농일지를 작성하십니까? 영농일지가 과수원에 있어서 중요하다고 생각하십니까?

<자료 수집 경로>

제 1 장 과수원에 대한 정보를 수집하는 경로는 주로 어떻게 됩니까?

농가 인터뷰에서도 기본적인 내용은 전문가 인터뷰와 비슷한 결론을 얻을 수 있었다. 다만 연구팀에서 농가 인터뷰를 통해 추가적으로 파악한 결론을 표 56에 나타내었다.

표 56 농민 인터뷰 요약

연중 작업	과수농민의 연중 작업 일정은 이론보다 더 고정되어 있다. 기록적인 가뭄이나 폭우가 발생하지 않으면 일정 조정이 일어나지 않는다.
과수 작업	휴면기 작업은 중요도를 따질 것 없이 모두 해야 한다.
	기술적으로 수확기를 제어하는 방식은 주로 호르몬제를 이용한다. 수확기를 제어해야 하는 가장 큰 원인은 추석이다.
세부 조치	기온이나 습도, 강수량에서 이상 징후가 발견되었을 때, 관수량 제어 이외의 직접적 문제 해결 방법이 존재하지 않는다.
전문가와의 연계	과수원에 농민들끼리의 커뮤니케이션은 잘 이루어지고 있다.

(3) 인터뷰 결과와 전문가시스템 툴의 연계

인터뷰 결과 전문가 시스템 툴을 개발하기 위한 기초적인 정보를 확인할 수 있었다. 인터뷰 내용을 토대로 전문가 시스템에 사용할 변수인자를 설정하고 기초적인 툴을 개발하여, 이를 순서도 형식의 그림으로 나타내었다.

(가) 전문가 시스템 구성인자 구분

본 연구에서는 과수원에 농가의 연중 작업시기를 4개로 구분하였다. 개화기는 휴면 타파 시기부터 개화 후 착과 이전까지의 시기로, 이 시기에는 다른 연구팀에서 개발한 수확 시기 예측 모델을 토대로 한 수확 시기 제어 전략을 세울 수 있다. 또한 온도와 습도의 영향이 상대적으로 크기 때문에 중요하게 체크되는 시기이다.

착과기는 사용자의 착과량 제어전략이 시행되는 시기로, 이는 당해 연도의 수확량뿐만 아니라 차후 과수의 건강상태에도 영향을 미치는 스테이터스이다. 또한 일사량이 상대적으로 중요하게 체크되는 시기이기도 하다.

수확기에는 수확 및 저장에 대한 작업이 제시된다. 또한 병해충이 가장 활발하게 나타나는 시기이기 때문에 해당 정보에 보다 더 많은 관심을 기울이게 된다. 사용자는 저장고 관리에 대한 전략을 수립하거나 전문가 시스템으로부터 이에 대한 도움을 받을 수 있다.

휴면기에는 우선권을 가진 작업이 존재하지는 않고, 해당 시기에 해야 할 작업들을 순차적으로 제시하게 된다. 이 시기에 가장 중요한 기상정보는 적산온도이므로 잘 체크할 수 있도록 하였다.

(나) 전문가 시스템 룰에 따른 순서도 작성

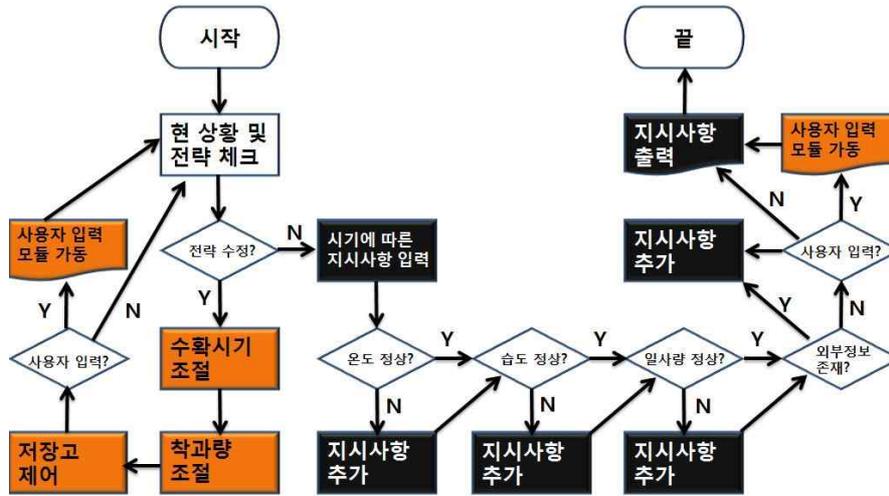


그림 129 전문가 시스템 순서도

그림 129는 전문가 시스템 룰과 그에 따른 프로그램 구동을 순서도로 나타낸 것이다. 우선 프로그램을 구동하면 시스템이 사용자에게 현재 상황 및 사용자가 선택한 전략을 제시하며, 사용자는 이를 언제든지 수정할 수 있다. 현재 지원 가능한 전략은 수확시기 조절, 작과량 조절, 저장고 제어의 3가지이며, 순서도에는 나와 있지 않지만 시스템은 날짜에 따라 제어 가능한 전략과 그렇지 않은 전략을 구분하여 사용자에게 제시한다.

전략 입력이 완료되면 우선 시스템에서 현재 시기에 가장 우선권을 가지는 작업을 기본 정보로부터 가져와 작업 리스트에 입력시킨다. 그리고 센서 네트워크로부터의 정보를 확인하여 정상 및 이상징후를 구분하는데, 각 파트에서 이상 징후가 발견될 때마다 사용자의 입력을 거칠 필요 없이 시스템에서 직접 지시 사항을 추가한다. 최종적으로 모든 점검이 완료되면 시스템은 사용자에게 지시사항을 출력하게 된다.

다. 생육정보 데이터베이스 구축

(1) 데이터베이스 기초설계 방법

최근 정보기술 분야는 대규모 데이터베이스 기술 발전, 인터넷 등을 중심으로 한 네트워크 기술 발전, 컴포넌트 형태의 기술 발전, 클라이언트/서버 등으로 인한 다중 사용자 환경 등이 보편화되고 있으며, 이런 주요한 기술과 방법이 지리정보 시스템 분야에 적용되고 있다.

본 연구에 사용되는 데이터베이스 관리 소프트웨어는 PostgreSQL(The PostgreSQL Global Development Group, US)이다. 상용 데이터베이스 관리 소프트웨어에 비해 뒤쳐지지 않는 성능을 보여주는 오픈 소스 소프트웨어로, 여러 프로그래밍 언어로 인터페이스가 개발되어 제공되고 있기 때문에 개발자가 상황에 따라 유연하게 프로그래밍 방식을 선택할 수 있다.

지리정보 관리 시스템을 이용하기 위해 PostgreSQL의 부가 기능들 중 하나인 Post GIS 애드온을 사용하였다. Post GIS는 PostgreSQL를 통해 생성되는 데이터베이스를 공간 데이터베이스로 활용하여, 이를 지리정보 시스템으로 사용할 수 있도록 하는 소프트웨어이다.

(2) 기초 데이터베이스 구축 결과

(가) 데이터베이스 명세

데이터베이스 구성을 위해 모델이 되는 항목을 선정하였다. 지원해야 할 기능을 감안하여 데이터 명세를 마련해 보면 다음과 같은 순서로 디자인됨을 알 수 있다. 우선 User 정보가 필요하다. 그리고 각 사용자에 대한 권한(Authorization)에 대한 정보가 데이터베이스 내에 필요하다. 농장의 각종 데이터는 Farm 정보과 Field 정보로 구분하여 저장하게 되는데, Farm 정보는 농장의 전체적인 기록을 중심으로 하고 Field 정보는 농장내 구획별 밭 정보를 담당하게 된다. 이는 폴리곤으로 이루어진다. 그리고 외부로 통해 들어오는 기상정보(Weather)와 센서를 통해 들어오는 센서정보(SensorSystem)가 각각의 테이블을 이루고 있다.

(나) 데이터베이스 설계 및 구성

본 연구에서 개발된 데이터베이스는 아래 그림 130과 같은 구조를 가지고 있다. 앞서 논의했던 기능 명세 각각에 대해 테이블을 만들고, 테이블을 이루는 변수들을 지정하였는데, 과수원에서 1년간 발생 또는 사용할 수 있는 농장 환경, 장비 및 물품, 농작업 전체를 각각의 변수로 지정하였다. 이 작업은 경기도 농업기술원의 과수원에 자료 및 경기도 내의 3개 과수농가를 대상으로 조사하였다. 각 테이블 간의 상호작용 공식은 원론적으로 정의되어 있고, 전문가 시스템의 학습 능력에 의해 사용자 정보로부터 수정된다.

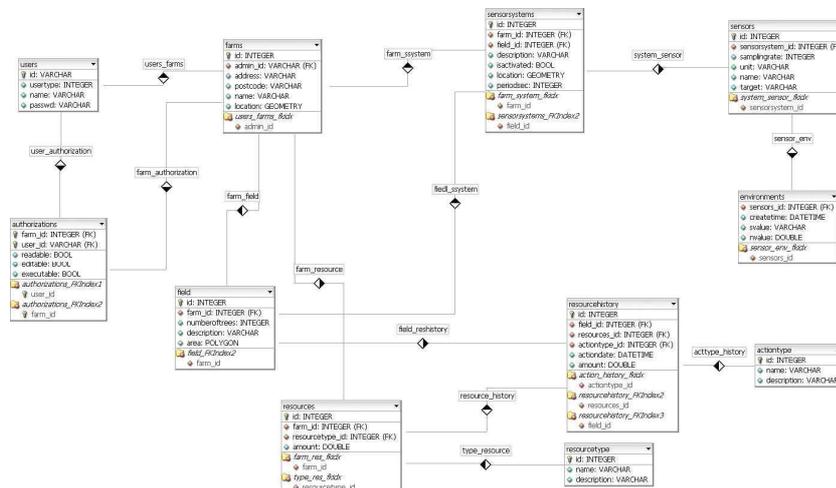


그림 130 개발된 데이터베이스의 구조 관계도

라. 능동적 학습모델 개발

(1) 학습모델 선정

(가) 문제해결구조 파악

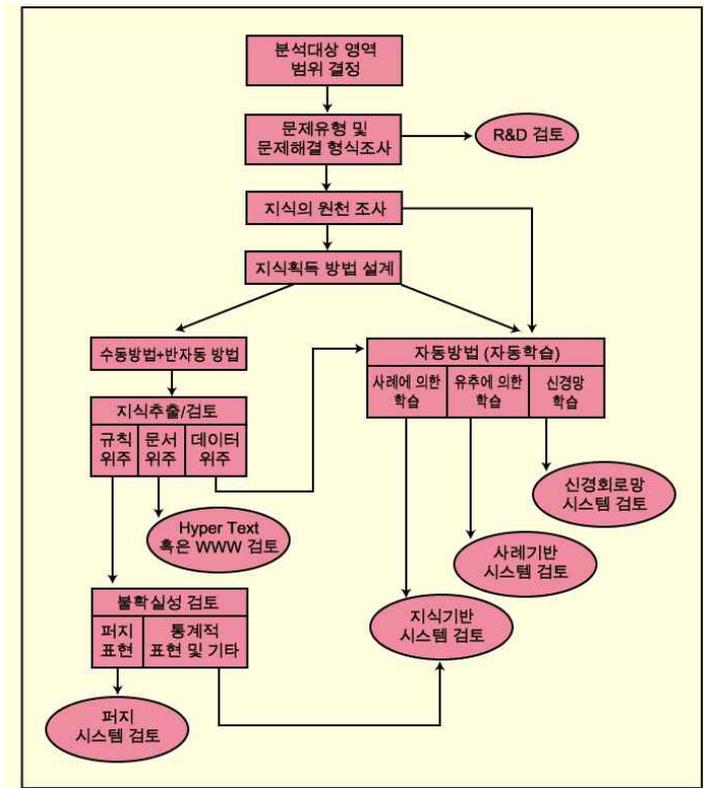


그림 131 문제해결구조 파악을 위한 순서도

전문가시스템에 의한 문제해결구조를 파악하기 위한 방법은 단순한 문제유형의 분석에서부터 구체적인 수준의 지식 표현을 통한 분석에 이르기까지 매우 다양하다. 문제에 따라서는 이러한 모든 과정을 거쳐야만 그 구조를 파악할 수 있는 경우도 있지만 극히 일부의 정보만으로도 지식기반 시스템 혹은 신경회로망 시스템의 유형이 적합한지를 쉽게 파악할 수도 있다. 그림 131은 대상시스템을 전체적으로 분석할 수 있는 틀을 제시하고 있다. 일반적으로는 어느 하나의 방법론을 결정하기보다, 가능한 방법론을 모두 추출해 보고 이들을 시스템적 요구사항과 사용자 요구사항에 비추어 비교 평가하는 것이 바람직하다. 어느 특정 방법론이 전문가의 의견에 비추어 확실하다고 판단되면 그 방법론이 추출되는 시점에서 더 이상의 분석을 하지 않고 멈출 수도 있다.

① 대상 범위의 결정

문제해결구조의 분석을 위해서 먼저 일부 대상 영역을 선정해야 한다. 이때 선정된 대상 영

역은 전체 문제를 대표할 수 있는 것이어야 한다. 왜냐하면 이를 근거로 전체적인 시스템 구조를 파악하고, 이러한 구조에 적합한 개발방법론을 선정할 수 있기 때문이다. 문제해결 구조의 파악을 위한 대상 영역의 범위를 결정할 때에는, 기초 요구 분석의 결과를 토대로 전체 문제영역 중에서 가장 어렵다고 판단되는 부분이나 데이터의 성격이나 지식의 형태가 가장 보편적이라 생각되는 부분을 선택하는 것이 좋다. 이후 단계에서는 여기서 정한 대상 범위 내에서 정보를 직접 수집하고 분석하게 된다.

② 개발될 시스템의 역할 설정

기초요구 분석 단계에서 도출된 문제점의 결과를 토대로 작성할 수 있으며, 필요한 경우 추가적인 조사를 할 수 있다. 시스템의 역할을 조사하는 목적은 시스템의 목표를 명확히 함으로써 문제해결구조의 절차를 결정하는데 도움을 받고자 함이다. 일반적으로 시스템의 역할은 영역 전문가의 일을 대신하거나 지원하는 역할, 현재 업무의 개선 혹은 현재 시스템의 성능향상을 위한 역할, 현재까지 풀 수 없었던 문제를 해결하는 역할 등으로 분류될 수 있다. 본 시스템의 경우 기본 사양 자체는 현실적으로 매일 과수농민에게 자신의 의견을 전달하기 힘든 과수농업 전문가의 일을 대신하는 역할로, 이 때 기반지식을 획득하는 가장 주요한 방법은 영역 전문가로부터 직접 지식을 획득하는 것이다. 또한 본 시스템의 목표 중 하나인 '농민의 노하우 및 피드백이 지속적으로 적용되며 개별 농가의 지적재산으로 공개되지 않는 스마트 전문가 시스템의 개발'의 경우 현재까지는 개발되지 않았던 문제를 해결해야 하는 상황으로 볼 수 있다.

③ 지식의 획득

전문가, 서적, 데이터베이스, 직관, 경험 등으로부터 시스템 개발에 필요한 지식을 얻어서 컴퓨터 내부에서 지식표현을 위해서 사용하기 위한 과정이다. 이 단계는 다음과 같은 방법으로 이루어질 수 있다.

- (가) 전문가와 지식공학자가 상당한 기간동안 협력하여 공동작업으로 지식을 획득한다. 이것은 지금까지 대부분의 작업에서 하던 방법이지만 시간적, 경제적, 지리적 여건으로 점점 어려워지고 있다.
- (나) 전문가가 직접 특수한 프로그램을 이용하여 지식을 입력하는 방법으로 기반지식을 신속하고 정확하게 저장할 수 있다. 전문가시스템 MYCIN 의 지식획득 프로그램 TEIRESIAS가 이에 해당한다.
- (다) 기계학습을 이용하여 과거의 경험이나 문서자료에서 필요한 지식을 가려내어 지식베이스에 저장하는 방법으로 전문가시스템의 신뢰도를 강력하게 높일 수 있는 방법이지만 아직까지 실용화된 제품은 없다.
- (라) 시스템이 직접 문서자료를 읽어 스스로 지식을 만들어 저장하는 방법으로

기계가 스스로 문서에서 필요한 부분만 가려내는 능력이 개발될 때까지는 어려움이 있다.

본 시스템은 기본적으로 전문가의 지식을 바탕으로 과수농가를 지원하지만 농민의 노하우 및 피드백을 적용하는 과정에서는 기계학습을 통해 농민의 과거 경험에 해당하는 영농일지를 지식베이스에 저장하는 단계를 거친다.

④ 지식의 형태 및 표현의 불확실성 파악

대상 영역의 문제해결에 사용되는 지식의 형태가 다음 중 어디에 해당하는지를 판단하여야 한다. 지식은 문서(Document) 위주일 수도 있고, 데이터(Data) 위주일 수도 있으며, 텍스트도 데이터도 아닌 규칙(Rule)의 형태로만 존재할 수도 있다. 또한 지식을 표현하는데 불확실성이 있는지 파악하고, 있다면 어떤 형태로 이를 표현할 수 있는지를 정리하는 작업이 필요하다. 불확실성을 표현하는 방법으로는 크게 다음과 같은 세 가지 방법이 있다: 퍼지(Fuzzy), 불확실성 요소(Uncertainty Factor), 통계적 방법(Baysian Method).

본 시스템에 사용되는 지식은 데이터와 텍스트, 그리고 규칙이 모두 혼합되어 있는 형태이지만 입출력에 주로 사용되는 것은 데이터 형식의 지식이 될 것이다. 또한 입력정보인 지식을 분절적으로 표현하는 데에는 많은 불확실성이 있으며 이는 퍼지 논리를 적용하여 해결할 수 있다.

퍼지집합은 전통적인 집합이론을 확장한 것이다. 퍼지 집합의 특징은 멤버쉽함수에 있으며, 그것은 전체집합의 모든 멤버들을 구간 $[0, 1]$ 에 배열(mapping)시킨 것이다. 0은 멤버가 주어진 집합에 포함되지 않는다는 것을 의미하며, 1은 완전히 포함된 멤버를 의미한다(이것은 전통적인 집합과 같다). 0과 1 사이의 값들이 퍼지 멤버에 주어진다. 전체집합 X 와 멤버쉽함수 $f : X \rightarrow [0;1]$ 이 주어졌을 때, 퍼지집합 A 는 $A = \{(x, f(x)) \mid x \in X\}$ 로 정의된다.

평범한 배 과수원에서 아침 최저기온 10°C 를 9월 중순의 정상 최저기온으로 보았을 때 5°C 는 이상저온이라 할 수 있는가? 그것은 경직된 사고일 뿐이며 인간의 유연한 사고 능력은 상당히 융통성이 있다. 여기서 소프트 컴퓨팅(Soft computing)이라는 용어가 퍼지 이론에 적용된다. 즉 Crisp Set $X = \{5^{\circ}\text{C}, 6^{\circ}\text{C}, 7^{\circ}\text{C}, 8^{\circ}\text{C}, 9^{\circ}\text{C}\}$ 에 대해 '저온'의 집합인 Fuzzy Set는 다음처럼 표현된다.

$$X = \{(5, 0.7), (6, 0.5), (7, 0.3), (8, 0.15), (9, 0.05)\}$$

따라서 5°C 는 0.7만큼 저온이라고 할 수 있다. 이처럼 퍼지 집합은 경계가 애매할 때 그것을 구분하여 주는 역할을 한다. 이때 멤버쉽함수의 부여는 매우 주관적일 수밖에 없으며 퍼지 이론은 이와 같이 과학의 주관화 역할을 하게 된다.

(2) 뉴로-퍼지 시스템

(가) 뉴로-퍼지 시스템의 장점

이상의 내용을 바탕으로 본 시스템의 학습 모델은 뉴로-퍼지 시스템을 주 방법론으로 가지게 됨을 알 수 있다. 퍼지 논리와 인공 신경망은 지능 시스템을 구축하는 도구로서 자연스럽게 서로를 보완한다. 인공 신경망은 가공되지 않은 데이터를 다룰 때 잘 작동하는 저수준 연산 구조인 반면, 퍼지 논리는 전문가에게 습득한 언어 정보를 사용하는 고수준 추론을 다룬다. 그러나 퍼지 시스템에는 학습능력이 없으므로 스스로 새로운 환경에 적응할 수 없다. 그와 반대로, 인공 신경망은 학습할 수 있지만, 사용자가 이해하기는 어렵다. 그러므로 인공 신경망과 퍼지 시스템을 하나로 통합하는 것은 이상적인 지능 시스템을 구축하는 바람직한 방법이 될 것이다. 통합된 뉴로-퍼지 시스템은 인공 신경망의 병렬 연산과 학습 능력, 퍼지 시스템의 인간적인 지식 표현 및 설명 능력을 결합할 수 있다. 뉴로-퍼지 시스템은 퍼지 추론 모델과 기능이 같은 인공 신경망으로, IF-THEN 퍼지 규칙을 개발하고 시스템의 입출력 변수에 관한 소속 함수를 결정하도록 학습시킬 수 있다. 그리고 뉴로-퍼지 시스템 구조에 전문 지식을 쉽게 추가할 수 있으며, 이와 동시에 연결주의 구조는 상당한 연산 부하를 주는 퍼지 추론을 피한다.

(나) 뉴로-퍼지 시스템의 구조

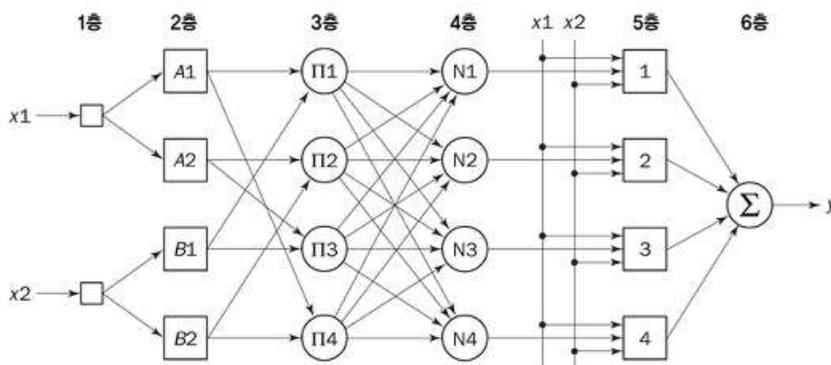


그림 132 적응형 뉴로-퍼지 추론 시스템의 구조

그림 132는 본 시스템에서 활용할 적응형 뉴로-퍼지 추론 시스템(ANFIS)의 구조를 나타내고 있다. 뉴로-퍼지 시스템의 층은 각각 퍼지 추론 과정의 특정 단계와 연관된다.

(다) 뉴로-퍼지 시스템이 능동적으로 대처하는 방법

본 시스템은 추론과정에서 퍼지 IF-THEN 규칙을 생성하기 때문에 비 퍼지화 기법에서는 제시될 수 없는 대상도메인에 대한 지식을 동시에 제시해준다는 장점을 가진다. 또한 본 시스템은 최소 자승 추정(least-squares estimator)과 기울기 하강법(gradient descent method)을 결합한 하이브리드 학습 알고리즘을 사용하는데, 이 학습 알고리즘에서 각 예폭은 순방향 계산과 역방향 계산으로 구성된다. 순방향 계산에서는 입력패턴의 훈련 집합을

시스템에 입력하고, 뉴런 출력을 계층별로 계산하며, 규칙 후건부 인수를 최소 자승 추정으로 구한다. 역방향 계산에서는 역전파 알고리즘을 사용한다. 오차 신호를 역방향으로 전달하고, 연쇄 법칙에 따라 전건부 인수를 갱신한다. 결과적으로 이 시스템은 전건부 인수와 후건부 인수 모두를 최적화한다. 인수의 최적화는 이 시스템이 일반화와 수렴을 다른 시스템보다 신속하게 처리할 수 있음을 의미하며, 이는 특히 온라인 학습에서 중요한 점이다. 본 시스템에 적응 제어적인 면을 감안하면 적절한 특성이라고 볼 수 있다.

마. 퍼지 논리를 사용한 지식베이스 구축

(1) 지식베이스 구축에 대한 기초 알고리즘

본 연구는 기본적으로 퍼지 추론을 수행하는 전문가 시스템의 개발 순서를 따른다. 지식베이스가 완전히 구축되고 시스템이 완성되면 매일 그 날의 기상정보를 바탕으로 빠르게 추천 작업을 결정해야 하기 때문에 프로그램은 가능한 빠르고 간단한 알고리즘을 가지고 있어야 한다. 이 프로그램의 성능을 평가하는 시험 기준은 미래에 벌어질 일에 대한 가능성을 판단하기 어렵기 때문에, 과거에 농민들이 작성했던 영농일지와 의사 결정 일치율을 우선적으로 판단하기로 한다. 이 작업에 필요한 과거 영농일지는 전국 각 지의 4개 배 농가에서 각각 3년치를 얻어 총 12년치의 영농일지를 지식베이스의 기본이 될 기초정보로 확보하였다.

전문가 시스템이 판단을 내리는 기준이 되는 입력 요구 데이터는 해당 날짜의 기상 상황으로, 외부를 통해 들어오는 기상정보와 센서를 통해 들어오는 센서정보로 구성되어 있다. 본 연구에서는 낮 최고기온과 아침 최저기온, 그리고 일조시간과 평균 풍속만을 가지고 지식베이스를 구축하여 보았다. 이는 농장에서 농민이 하루 일정을 결정하는 데 있어서 가장 기초적인 근거가 되는 6가지의 판단 기준 중에서 해당 일의 날짜와 강수량을 제외한 것이다. 날짜는 그에 따라 결정되는 작업의 양이 너무 한정적으로 줄어드는 문제가 있고, 강수량은 대부분의 경우 비가 오면 할 수 없는 작업이기 때문에 작업의 성사 여부를 판단하는 데에는 큰 영향을 미치지 않지만 어떠한 작업을 하는가에 대한 결정 요소로는 적합하지 않다고 판단하였다. 결과로 출력할 작업에는 전정, 유인, 수분, 적과, 농장관리, 수확, 서리방지, 관수작업, 방제, 제초, 비료살포 등이 있다. 일반적으로 배 농장에서 생각할 수 있는 대부분의 작업을 포함하였다.

기온과 풍속, 그리고 일조 시간은 모두 이산적인 형태를 가지고 있지 않는 연속적인 데이터이기 때문에 근본적인 모호성을 가진다. 그렇기 때문에 각각의 입력 정보 요소들은 퍼지화를 통해 시스템이 처리하기 좋은 형태로 변환된다. 그림 133에서 각각의 입력 정보들이 어떻게 퍼지 집합으로 나누어졌는지 볼 수 있다.

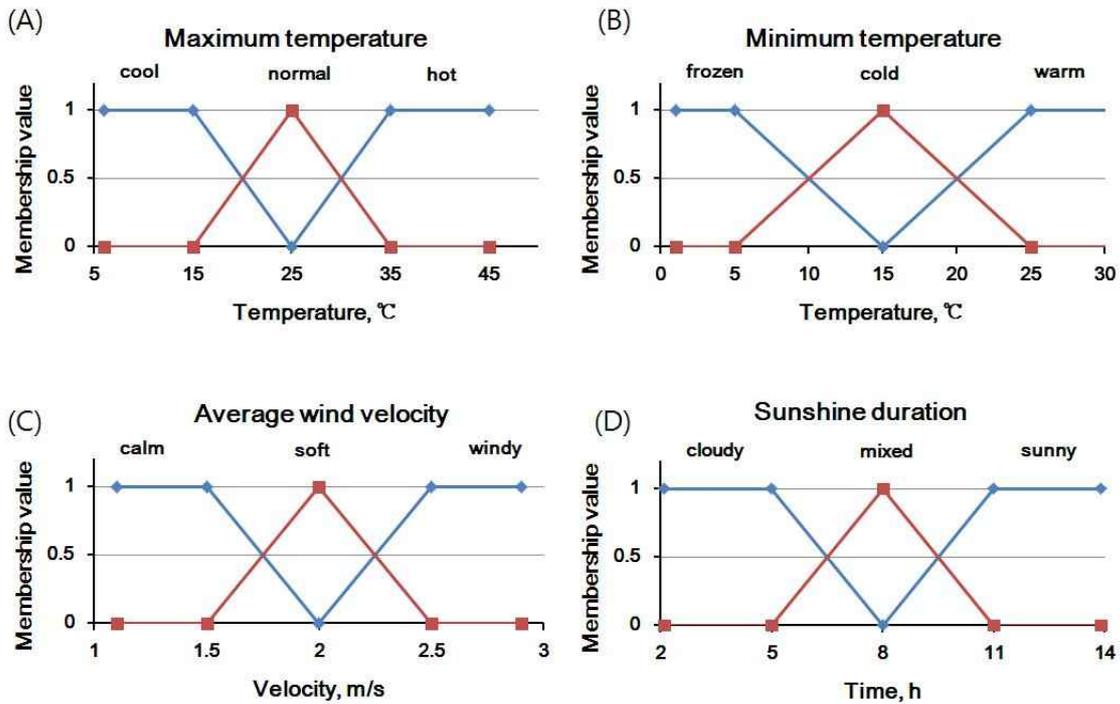


그림 133 퍼지집합으로 나눈 입력 정보

(2) 퍼지 논리를 이용한 작업 그룹화

본 시스템은 추천 작업을 다음과 같은 알고리즘으로 결정한다. 우선 지식 베이스인 영농일지의 모든 입력을 위에 제시된 퍼지 집합을 통해 수치화한다. 그리고 난 후 결과로 출력할 작업들에 대해 각각 어떠한 퍼지 변수와 상관도가 높은지를 확인한다. 그리고 주요 수행 시기가 겹치지 않는 한도 내에서 퍼지 변수 속성이 유사한 작업들을 그룹으로 묶는다. 이 과정에서 묶인 작업 그룹들을 지식 베이스인 영농일지에 적용하여 출력을 수치화한다. 이렇게 되면 학습군에 사용할 영농일지 자료들의 입력과 출력이 모두 표준화된다. 표준화된 지식 베이스가 완성되면 학습군의 모든 데이터는 퍼지 변수와 출력 그룹을 짝지은 쌍 하나하나마다 결과 변수를 만들어내고, 이 학습군의 결과 변수를 이용하여 시험군의 데이터를 검증할 수 있다. 퍼지 집합을 통해 농작업들을 그룹으로 묶은 결과 서리 방지 작업과 관수 작업이 본 시스템 내에서 유사한 특성을 보이는 것으로 확인되었다. 이 두 작업은 특히 평균 풍속과 일조시간 조건에서 거의 같은 퍼지 특성을 보였다. 방제 작업과 제초 작업도 유사한 특성을 보여 묶을 수 있게 되었다. 배의 성장에 있어서 봄에서 여름 사이에 한 번씩은 꼭 거쳐야 하는 농작업인 유인, 수분, 적과 역시 하나의 작업 그룹으로 취급하는 것이 가능하였다. 이 작업 그룹들이 전문가 시스템에 의해 출력으로 결정되었을 때에는 해당 정보의 날짜를 기준으로 출력이 바뀌어서 사용자에게 전달되는 알고리즘을 사용하였는데, 이는 개발하는 측면에서 편의성이 있으나 정밀도 면에서 부족함이 있다. 농작업 그룹화에 사용된 퍼지 정보는 표 57에서 확인할 수 있다.

표 57 농작업 그룹화에 사용된 퍼지 정보

	Max temp.	Min temp.	Wind velocity	Sunshine
전정	Cool	Frozen	Irrelevant	Mixed
유인	Cool	Cold	Calm	Cloudy
인공수분	Normal	Warm	Soft	Mixed
적과	Normal	Warm	Soft	Mixed
비료주기	Irrelevant	Cold	Soft	Mixed
서리방지	Irrelevant	Frozen	Calm	Sunny
관수	Irrelevant	Cold	Calm	Sunny
병해충방제	Hot	Warm	Soft	Sunny
제초	Hot	Warm	Soft	Sunny

바. 사용자 오류 검출방안 도출

(1) 오류 검출 방안이 필요한 이유

가상 시나리오 시스템은 지식베이스를 구축하는 과정 내에서 사용하는 자료가 시스템의 사용자인 농민의 자체적 기록으로 이루어진 영농일지이기 때문에, 이전의 해법을 대상의 상황에 연결시킨 후 이를 보편화할 수 있도록 수정하는 과정이 반드시 필요하다. 이는 영농일지를 분석한 후 작업을 추천하는 전문가시스템이 추천의 전문성과 신뢰성을 위해 반드시 수행되어야 하는 작업이다. 예를 들어 어떤 농민은 영농일지를 일주일에 한번 몰아서 작성하는 경우가 있을 수 있고, 또 매일 성실하게 작성하지만 관수작업은 전혀 기록하지 않는 농민이 있을 수도 있다. 시스템 사용자인 농민들은 가상 시나리오 시스템이 필요로 하는 정보가 무엇인지 완벽하게 알고 있지는 않기 때문에 부분적으로 정보가 모자란 지식베이스가 만들어지기도 한다. 또 가상 시나리오 시스템은 과거의 지식베이스를 토대로 현재의 기상 상황에 맞는 작업을 추천하는 모듈인데, 과수원의 상황과 농민의 판단에 따른 선택과 다른 작업을 추천할 가능성도 얼마든지 존재한다. 하지만 일반적으로 비슷한 상황에서 다수의 농민이 가상 시나리오 시스템과 다른 선택을 한다면 이를 참고하여 추후의 작업 추천에서는 다수의 농민이 선택한 작업을 제시할 수 있도록 하는 것이 바람직한 전문가시스템이라고 볼 수 있다.

(2) 사용자 오류 검출방안

(가) 사용자 직접 입력 시스템

이는 가장 기초적인 오류 검출 방식이며, 가상 시나리오 시스템과 전문가 연계 위젯에 공통적으로 적용 가능하다. 기본적으로 지식베이스와 긴급작업 판정 모듈, 그리고 전문가 연계 위젯은 모두 회귀식 형태의 예측식을 갖게 되는데 사용자가 웹 환경을 이용하여 본인은 시스템에 결론에 동의하지 않는다는 뜻을 표시할 경우, 시스템은 예측 회귀식을 점진적으로 조정하거나 퍼지 계수를 조정할 수 있다. 그러나 소수 사용자가 전체 시스템의 방향을 바꾸는 오류 검출에서의 오류 가능성도 존재하기 때문에, 이는 충분히 많은 농가에서 본 시스템을 적극적으로 사용할수록 더 유효한 방식이라고 볼 수 있다. 아래 그림 134는 개화기 예측 위젯에 포함된 오류 검출 모듈로, 사용자가 예측값이 틀렸음을 확인한 후 실제값을 직접 입력하도록 메뉴를 제공하고 있다.

그림 134 사용자 입력 오류 검출 모듈

(나) 인공지능망을 이용한 예측 보정 시스템

가상 시나리오 시스템과 전문가 연계 위젯이 궁극적으로 지향해야 할 오류 검정 시스템의 형태는 인공지능망을 이용한 것이다. 가상 시나리오 시스템이 가진 지식베이스와는 별개로 해당 시스템의 오류 입력 사례를 모아 오류에 대한 지식베이스를 구축하는, 이른바 전문가 시스템 내부의 전문가시스템을 개발하는 방식이다. 그러나 이 방식의 경우 다수의 사례 발생을 통한 학습데이터 축적이 필수적으로 요구되며, 그렇지 못한 경우 신경망의 예측 신뢰도 추정에 어려움이 생기기 때문에 성능 향상 여부도 판정하기 어렵다.

(다) 지식베이스 자체 오류 검출 시스템

본 연구에서 개발된 가상 시나리오 시스템의 경우 지식베이스 내에 일반적인 과수농가의 작업 스케줄이 모두 포함되어 있기 때문에, 시스템의 결론이 일반적인 과수농가의 상황과 크게 어긋나는 경우를 자체적으로 탐지할 수 있다. 인공 수분이나 적과 등 각종 시기작업의 경우 기본적인 순서가 지식베이스에 입력되어 있기 때문에 순서를 무시한 추천 사례는 발생하지 않지만, 긴급작업의 경우 각각의 모듈 상황에 따라 예외적 사례가 발생할 수 있다. 예를 들면 7월 초에 서리피해를 대비해야 한다고 결정되는 경우 등이 있다. 이 경우 시스템은 해당 결론을 제시하면서 오류 가능성이 있음을 안내하며, 일정 기간동안 연속적으로 부적합한 결론이 도출되는 경우 시스템 자체 차단을 동작시켜 추천 작업을 사용자에게 제시

하지 않고 오류메시지만을 출력한다.

3. 시스템 구동 인터페이스 개발

가. PC용 웹 인터페이스 개발

(1) 인터페이스 기반 선정

(가) 웹 기술

본 연구의 목적은 과수 농업 관리를 위한 웹 시스템을 구축하는 것이기 때문에, 웹 페이지 개발을 위한 기술에 대한 고려도 필요하다. 본 연구에서는 PHP와 Ajax 기술을 사용한다. PHP는 동적 웹 페이지 설계를 위해 고안된 프로그래밍 언어로 HTML의 처리에 장점이 있다. 또한 다양한 데이터베이스를 지원하며, 오픈 소프트웨어라는 장점이 있다. Ajax는 자체가 하나의 특정한 기술을 말하는 것이 아니며, 웹 페이지의 이동 없이 동적인 화면을 출력하도록 하는 하나의 어플리케이션 조합을 의미한다. Ajax 어플리케이션은 필요한 데이터만을 웹서버에 요청하여 받은 후 클라이언트 측에서 데이터에 대한 처리를 할 수 있다. 웹 서버에서 전적으로 처리되던 데이터 처리의 일부분이 클라이언트 쪽에서 처리 되므로 어플리케이션의 응답성이 좋아지며, 전체적인 웹 서버 처리량도 줄어들게 되는 장점이 있다.

(나) 지원 기능 목록

GIS 기반 WSN 모니터링 시스템을 개발하면서 가장 중요하게 다루어야 하는 부분은 이 시스템을 통해 농민에게 어떤 기능을 제공해 줄 것인가에 대한 문제이다. 현 시점까지 본 연구를 통해 개발한 웹 페이지는 전체적인 생장 환경 관리시스템 중에서 다음과 같은 기능을 포함하고 있다.

과수원의 날씨정보 및 센서정보 확인 기능

작업 일정 조절 및 편집 기능

과수원 자재에 대한 구매/사용 관리 기능

영농일지 관리 기능

(2) PC용 인터페이스 개발 결과

본 연구에서 개발한 웹페이지는 <http://ofis.snu.ac.kr> 을 통해 확인할 수 있다.

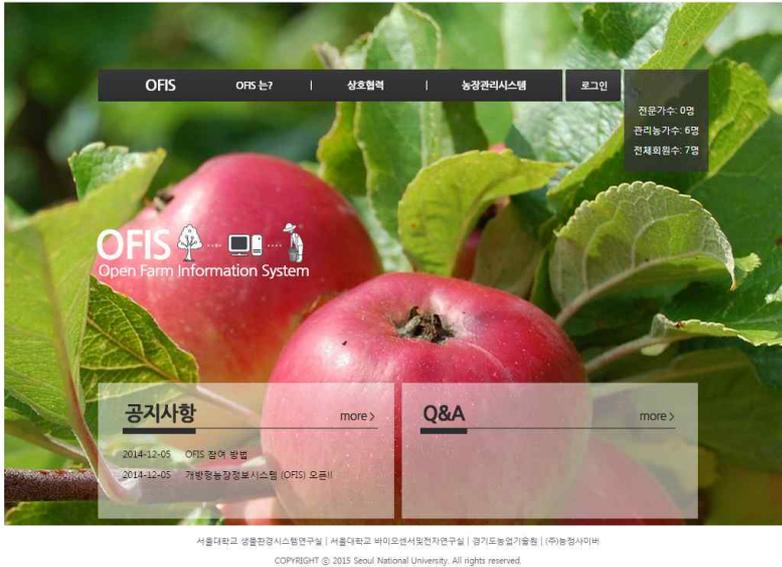


그림 135 OFIS 시스템 초기화면



그림 136 노지과수 생산관리 시스템 초기화면

그림 135는 OFIS 시스템에 처음 접속했을 때의 화면이다. 전문가와 관리농가를 통합하는 의견 교류의 장을 상징하였으며, 로그인을 통해 고유의 관리 페이지로 이동하게 된다. 그림 136은 OFIS 시스템 내부 노지과수 생산관리 시스템 페이지의 초기화면이다. 직관적인 UI 배치를 통해 인터넷 환경에 익숙하지 않은 농민도 사용에 어려움이 없도록 구성하였으며, 부드러운 화면 구성을 이용하여 친숙한 분위기를 이끌어내었다. 초기화면은 앞서 언급했던 지원 기능이 모두 들어갈 수 있도록 하였다.

그림 137은 과수원의 날씨정보를 확인할 수 있는 화면이다. 사용자가 자신의 과수원 위치를 입력하는 간단한 작업을 마치면 시스템은 이후 사용자가 요구할 때마다 현재 과수원의 기상정보를 한 눈에 제공한다. 제공 가능한 기상정보는 기온, 습도, 지온, 풍속, 풍향 등이

있다. 이는 이후 과수작업 결정을 위한 데이터베이스에 공간 데이터베이스 형태로 저장되며 사용자가 언제든지 과거 정보도 열람할 수 있도록 되어 있다.

그림 138은 작업 일정을 조절하기 위한 화면이다. 사용자가 언제든지 자신이 결정한 대로 작업 일정을 입력할 수 있으며, 차후 전문가 시스템이 직접 일정을 입력하게 하는 기능도 있다. 또한 구글 스케줄러와 연동하여 모바일 접근성과 기기 연동성을 높였다.



그림 137 과수원 날씨 확인 화면

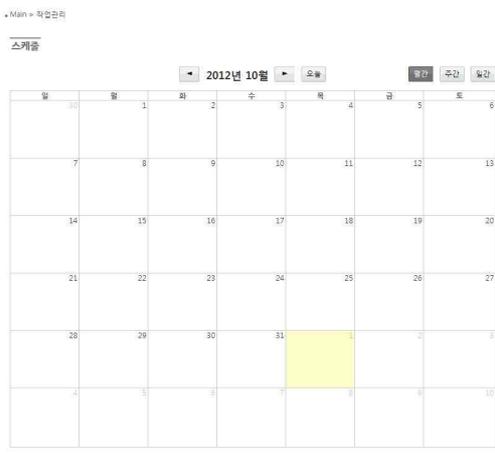


그림 138 작업 일정 조절 화면

그림 139는 과수원의 물품 및 자재를 관리할 수 있는 화면이다. 기본적으로 사용자의 농장에 현재 물품 재고를 관리하여 상시 열람 가능하게 되어 있고, 물품을 새로 구매한 경우 사용자가 등록하여 추가할 수 있다. 물품의 사용은 다른 연구팀에서 개발한 자재 사용량 관리 시스템을 이용하여 자동으로 시스템에 입력된다. 이는 영농일지 서비스와도 연동되어, 사용자가 일일이 기록하지 않아도 시스템 전체가 자재물품 사용 여부를 파악할 수 있도록 되어

있다. 그림 140은 영농일지 관리 화면이다. 사용자가 직접 영농일지의 내용을 입력할 수도 있고, 자재 사용 내역을 자동으로 시스템이 입력하게 할 수도 있다. 농산물 우수관리(GAP) 인증을 위해서 과수농민은 다음 작업에 대한 영농 일지를 반드시 작성하게 되어 있기 때문에, 본 시스템 영농일지 메뉴는 다음에 해당하는 작업들을 모두 지원한다.

- 농장 위해성 평가
- 농업용수 위해성 평가
- 병해충 조사(관찰)기록
- 쓰레기/폐기물 관리 대장
- 농장작업자 교육 확인
- 비료와 농약 대체물질 사용기록
- 농업용수 사용기록

• Main > 물품관리

물품관리

타입	명칭	현재재고	최근 구입일	최근 구입수량
농약	신농약	6		
비료	비료오	22		
대체물질	미량질	53		
비료	퇴비1	29		
비료	퇴비보	25		
농약	팜키퍼	65		
농약	네오팜	15		

1

구입 품종 등록

그림 139 물품 및 자재 관리 화면

• Main > 작업관리

영농일지

작업일	작업타입
2012/10/08	비료와 농약 대체물질 사용기록
2012/10/08	유기질비료의 위해성 평가
2012/10/08	농업용수 사용기록
2012/10/08	비료 사용 기록
2012/10/08	비료 사용 기록
2012/10/08	비료와 농약 대체물질 사용기록
2012/10/08	유기질비료의 위해성 평가
2012/10/08	농업용수 사용기록
2012/10/08	비료 사용 기록
2012/10/08	비료 사용 기록

1 2 3 4 5

일지등록

그림 140 영농일지 관리 화면

나. 모바일 웹 인터페이스 개발

(1) 모바일 인터페이스의 필요성

모바일 웹 인터페이스 개발은 USN을 이용해 관찰한 과수원 전체의 기상 및 환경정보를 지리정보 시스템과 결부시켜 농민에게 적합한 작업정보를 제공할 수 있도록 하는 노지과수 생산관리 시스템에 농민의 접근성을 높이는 스마트 디바이스 환경을 제공하여 시스템의 범용성을 넓히는 연구이다.

(2) 모바일 인터페이스 개발

본 연구성과인 모바일 페이지는 스마트 디바이스 상에서 웹 브라우저를 실행시킨 다음 <http://ofis.snu.ac.kr/mobile> 로 접속하여 확인할 수 있다.

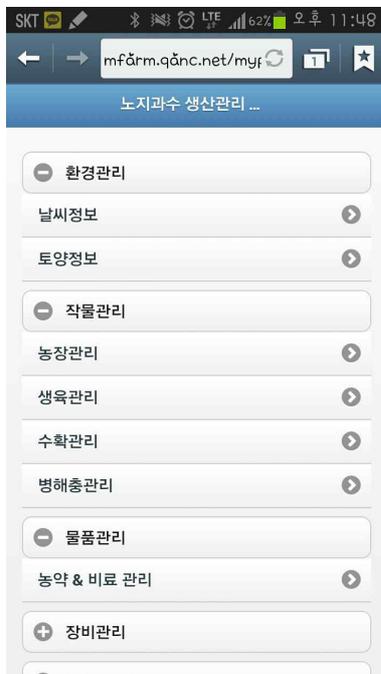


그림 141 모바일 초기화면

그림 141은 모바일 페이지의 초기화면이다. 웹 홈페이지에서와 같은 아이디와 비밀번호를 통해 로그인하면 이 화면을 통해 메뉴를 제어할 수 있다. 통신상의 특성을 고려해 GUI를 사용하지 않고 텍스트 위주의 메뉴를 구성하였다. 기본적으로 웹 홈페이지에서 제공하는 지원 기능은 모두 들어갈 수 있도록 하였다.

그림 142의 좌측은 자신의 영농일지를 열람할 수 있는 화면이며, 우측은 영농일지에 작업을 기록해 넣을 수 있는 화면이다. 웹상의 홈페이지와 마찬가지로 농산물 우수관리 인증을 위해서 과수농민이 반드시 작성해야 하는 작업 목록을 모두 제공하고 있기 때문에, 농민이 작업을 입력하는 데 있어서 어려움이 없도록 하였다. 또한 스마트 디바이스에서 촬영한 사

진이나 기타 파일을 쉽게 업로드할 수 있도록 하여 사용자 편의성을 높였다.

그림 143은 과수원의 물품 및 자재를 관리할 수 있는 화면이다. 기본적으로 사용자의 농장에 현재 물품 재고를 관리하여 상시 열람 가능하게 되어 있고, 물품을 새로 구매한 경우 사용자가 등록하여 추가할 수 있다. 물품의 사용은 노지과수 생산관리 연구팀에서 개발한 자재 사용량 관리 시스템을 이용하여 자동으로 시스템에 입력할 수 있게 하였다.

그림 144는 센서 네트워크에서 측정한 정보를 스마트 디바이스에서 확인할 수 있는 화면이다. 제공 가능한 기상정보는 기온, 습도, 지온, 풍속, 풍향 등이 있으며 과수작업 결정을 위한 데이터베이스에 공간 데이터베이스 형태로 미리 저장되어 있는 자료이다. 따라서 사용자가 언제든지 과거 정보를 쉽게 열람할 수 있도록 되어 있으며 복잡한 분석 없이 그래프 형태로 사용자가 원하는 정보의 추이를 파악할 수 있도록 하였다.



그림 142 영농일지 열람 및 입력 화면



그림 143 물품 관리 화면



그림 144 기상정보 출력 화면

4. 전문가 시스템 개발

가. MATLAB/JESS를 이용한 프로토타입 개발

(1) 프로토타입 개발의 중요성

프로토타이핑은 개발접근법의 하나로서 개발초기에 시스템의 모형을 간단히 만들어 사용자에게 보여 주고, 사용자가 정보시스템을 직접 사용해 보게 함으로써 기능의 추가, 변경 및 삭제 등을 요구하면 이를 즉각 반영하여 정보시스템 설계를 다시 하고 프로토타입을 재구축하는 과정을 사용자가 만족할 때까지 반복해 나가면서 시스템을 개선시켜 나가는 방식이다. 프로토타이핑은 시스템의 초기모형을 세우고 다듬고, 다시 세우고 다듬고 하는 반복적인 과정을 통해서 이루어진다. 그러나 프로토타이핑은 무계획적인 반복과정을 지양하고 계획된 반복과정을 통해서 한 과정이 끝날 때마다 사용자의 요구를 좀더 정확하게 반영한 버전이 나오게 된다. 프로토타입은 실제 현장에서 쓰이는 시스템이 갖추어야 할 모든 기능을 갖고 있지는 않다. 보고서/입력처리 등은 대부분 미완성된 상태이며, 프로세스 처리과정도 효율적이지 못하지만 프로토타입의 가장 큰 장점은 최종사용자가 초기모형을 사용하면서 평가할 수 있도록 도와준다는 데 있다.

프로토타입을 잘 활용하면 전체적인 시스템 구축에 걸리는 개발 시간을 줄일 수 있다. 전통적인 방법으로는 운영 가능한 시스템이 나오기까지 오랜 시간이 걸리지만 프로토타이핑은 비교적 빠른 기간 안에 사용자가 평가할 수 있을 만한 결과를 만들어낸다. 이러한 장점을 활용하여 본 연구과제에서는 2년차에 프로토타입을 먼저 완성하는 방법을 채택하였다. 또한 그로 인해 가상 시나리오 시스템이 범하기 쉬운 오류를 초기에 발견할 수 있었으며, 이를 활용하여 웹페이지에 올릴 정식 시스템 개발에 있어서 적지 않은 변경을 가하였다.

(2) MATLAB을 이용한 개발

(가) MATLAB의 뉴로-퍼지 지원 어플리케이션

미국 Mathwork 사의 공학 계산 프로그램 MATLAB은 지식공학용 언어로서의 뉴로-퍼지 시스템 툴박스를 제공하고 있다. 이는 빠르고 표준적인 프로토타입 개발을 가능하게 하며, 제공된 툴박스의 기능을 따라가기만 하면 되기 때문에 버그 가능성도 낮다. 그 대신 유연성과 범용성이 낮기 때문에 최종 상용 프로그램까지 이 툴박스를 이용하기는 어렵다.

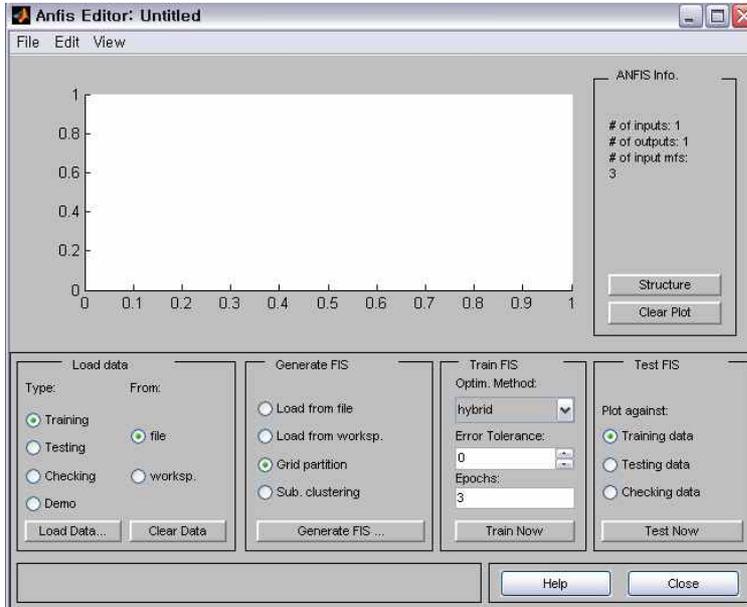


그림 145 MATLAB 퍼지 로직 툴박스 초기화면

그림 145는 MATLAB R2013a 버전 퍼지 로직 툴박스를 처음 실행했을 때의 화면이다. 이 툴박스는 다음의 4가지 메뉴로 이루어져 있다.

① Load data

프로그램 내부 워크스페이스 또는 외부의 .dat 파일을 읽어들인다. 이 데이터들은 신경망 트레이닝에 쓰이거나 시스템 검증에 쓰인다.

② Generate FIS

FIS(Fuzzy inference system)는 퍼지 추론 시스템을 뜻하는데, 이 메뉴에서는 시스템 전반에 적용될 퍼지 논리를 만들 수 있다. 사용자가 미리 퍼지 멤버십 함수와 퍼지 규칙을 파일 형태로 만들어둔 후에 이를 가져와 활용할 수도 있고, 트레이닝 데이터를 읽어들인 다음 툴박스가 직접 멤버십 함수와 퍼지 규칙을 생성하도록 할 수도 있다. 툴박스가 직접 생성하는 경우 생성 논리는 Grid partition과 Subtractive clustering 중에서 하나를 선택할 수 있다. 그림 146은 퍼지 멤버십 함수를 확인하고 제어할 수 있는 화면이다.

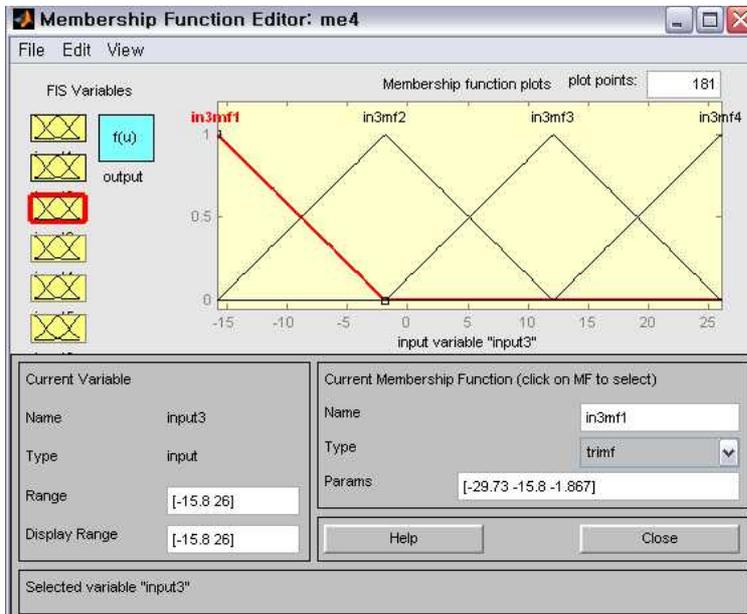


그림 146 퍼지 멤버쉽 함수 제어 화면

③ Train FIS

퍼지 논리로 구성된 시스템을 신경망이론으로 학습시키는 부분이다. 학습 알고리즘으로는 신경망 학습 알고리즘으로 유명한 역전파(Backpropaganda) 알고리즘 또는 최소 자승 추정 (least-squares estimator)과 기울기 하강법(gradient descent method)을 결합한 하이브리드 학습 알고리즘을 사용할 수 있다. 학습 시도 횟수(Epoch)를 사용자가 결정한 후 실행 버튼을 누르면 시스템이 반복적 학습을 시행한다.

④ Test FIS

학습을 마친 시스템의 신뢰도를 검증하는 부분이다. 내부 입력된 트레이닝 데이터 자체로 일치도 검사를 할 수도 있고, 검증 데이터를 다른 곳에서 따로 불러와서 예측을 수행한 후 그 신뢰도를 확인할 수도 있다.

(나) 1차 개발

시스템에 사용할 입출력 데이터 집합은 경기, 충남, 전남의 과수농가 3개소를 대상으로 각 농가의 3년치 기상자료와 영농일지를 바탕으로 작성하였다. 해당 농가에는 유비쿼터스 센서 네트워크가 갖추어진 상태가 아니었기 때문에, 기상자료는 기상청에서 경기 안성시, 충남 천안시, 전남 나주시의 기상대 자료를 이용하였다. 이 데이터 집합에 MATLAB R2013a 버전 퍼지 로직 툴박스를 사용하여 스게노 퍼지 모델을 적용한 적응형 뉴로-퍼지 시스템을 구축하였다. 이 시스템은 어떤 날의 날짜, 최고기온, 최저기온, 강수량, 평균풍속, 그리고 일조시간을 입력으로 받아 그 날의 추천 작업을 출력으로 내어놓는 구조를 가지고 있으며, 그 구조는 그림 147과 같다. 보다 나은 시스템 구성 방법을 검증하기 위해 학습군과 시험군을 분리한 3개의 데이터 집합에 퍼지 함수 생성 방법과 학습 알고리즘 적용 방법을 달리한 4개의 시스템을 구축하여 입력한 기상정보에 따른 추천 작업과 실제 시행된 작업의 적중률

을 알아보았다. 예측 실험을 수행한 결과 표 58과 같은 결과를 얻었다. 출력 데이터를 처리하는 과정에서 결함이 있었을 가능성이 있다고 판단하여 출력 데이터 처리 방식을 변경한 2차 개발에 들어가게 되었다.

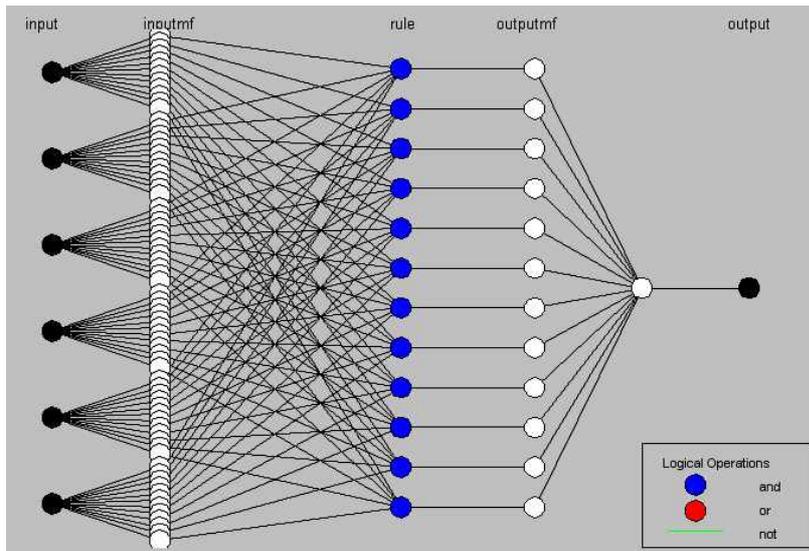


그림 147 MATLAB을 통해 개발된 뉴로-퍼지 시스템의 구조

표 58 MATLAB 1차 개발 시스템의 추천 작업 적중률

	Initial FIS model			
	Grid partition		Subtractive clustering	
Data Set 1	36	46	60	66
Data Set 2	46	22	54	52
Data Set 3	46	26	44	64
	Hybrid	Backpropag anda	Hybrid	Backpropag anda
	Train optimization method			

(다) 2차 개발

MATLAB 퍼지 로직 툴박스는 출력을 기본적으로 이산적인 데이터가 아닌 연속적 데이터로 취급하는데, 이는 본 시스템과 같이 모든 출력이 동등한 거리를 갖는 분절된 형태의 시스템에 적합하지 않다. 이를 해결하기 위해 퍼지 로직 툴박스를 이용한 뉴로-퍼지 시스템을 각 작업마다 하나씩 할당하여 여러 개의 분절된 시스템을 만든 후에 그 시스템들을 융합하는 형태의 복합 시스템 구축을 시도하였다. 그리고 앞서와 마찬가지로 학습군과 시험군을 분리한 3개의 데이터 집합에 퍼지 함수 생성 방법과 학습 알고리즘 적용 방법을 달리한 4개

의 시스템을 구축하여 입력한 기상정보에 따른 추천 작업과 실제 시행된 작업의 적중률을 알아본 결과 표 59와 같은 결과를 얻었다. 시스템의 복잡성이 올라갔지만 적중률이 많이 향상된 것을 확인할 수 있다. 그림 148에 수행된 예측실험 결과 중 하나를 도시하였다.

표 59 MATLAB 2차 개발 시스템의 추천 작업 적중률

Initial FIS model				
	Grid partition		Subtractive clustering	
Data Set 1	46	52	71	80
Data Set 2	58	32	60	65
Data Set 3	56	37	56	77
	Hybrid	Backpropag anda	Hybrid	Backpropag anda
Train optimization method				

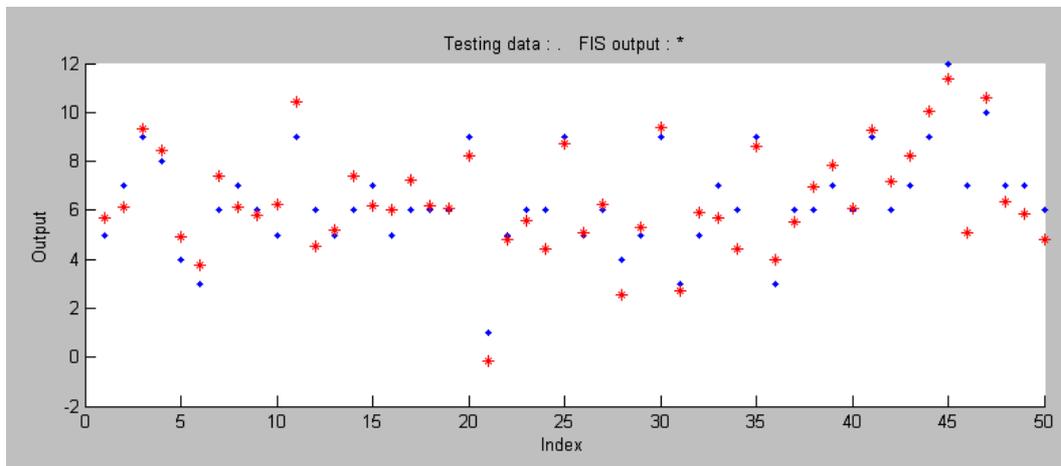


그림 148 MATLAB 2차 개발 시스템의 추천 작업 적중 그래프

(3) JESS를 이용한 개발

(가) JESS의 장점

JESS는 자바 언어의 특징을 가진 규칙기반 전문가 시스템이다. JESS는 1990년대에 캘리포니아에 소재한 Sandia National Laboratories에서 개발한 언어이며 C 언어로 쓰여진 CLIPS 규칙엔진의 개념을 이어받고 있다. JESS는 LISP와 유사한 규칙기반 시스템의 개념을 갖는 언어이나 규칙을 정의하거나 코딩하기에 간단하고 자바와의 연동을 통해 네트워킹, 그래픽, 데이터베이스 연계 등 강력한 자바 API 지원환경을 갖는다.

(나) JESS를 이용한 개발

시스템에 사용할 입출력 데이터베이스는 MATLAB 프로그램에 사용했던 것과 동일하다. 이 시스템 역시 어떤 날의 날짜, 최고기온, 최저기온, 강수량, 평균풍속, 그리고 일조시간을 입력으로 받아 그 날의 추천 작업을 출력으로 내어놓는 구조를 가지고 있다. 이 데이터베이스와 뉴로-퍼지 논리가 적용된 자바 소스코드를 사용하여 입력한 기상정보에 따라 작업을 추천하는 프로그램을 작성하였다. 시스템의 검증을 위해 예측 실험을 수행한 결과 표 60과 같은 결과를 얻었다. 전체적인 데이터 예측 능력이 많이 떨어짐을 확인할 수 있으며, 이는 JESS 프로그램을 이용한 학습이 본 연구에 적합하지 않았음을 의미한다.

표 60 JESS 기반 시스템의 추천 작업 적중률

	Data Set 1	Data Set 2	Data Set 3
JESS	54	57	50

나. C++ 기반 환경에서의 개발

(1) 프로토타입과의 차이점

MATLAB과 JESS를 활용하여 프로토타입을 개발하면서 발견한 기존 가상 시나리오 시스템의 문제점은 크게 두 가지로 나누어 생각할 수 있다. 우선 작업의 특징을 고려하지 않고 모든 작업이 추천될 가능성을 동등하게 두었을 때 환경조건이 약간이라도 평년과 다르게 흘러가면 예측 시스템이 어긋나게 되어 결과적으로 적합하지 않은 작업을 추천하는 경우가 많았다. 최근 기상이변과 이상기후가 종종 일어나고 있고, 또 본 시스템의 목적 자체가 이러한 가변적 상황에 대처하는 것이기 때문에 이 문제는 시스템 구조를 심각하게 변화시키는 계기가 되었다. 또 영농일지로 지식베이스를 생성하는 과정에 있어서 모든 농민이 매일 영농일지를 작성하는 것이 아니기 때문에 공백이 생기는데, 이렇게 과거 작업이 공백으로 남은 기상조건에 대해 표준적인 작업조건을 제시하는 것에 실패하는 문제가 발생하였다. 이는 과수교본을 바탕으로 한 기초 지식베이스 생성 과정에서 발생한 오류로, 본 시스템을 개발하며 기초 지식베이스 생성 과정을 시스템을 로딩할 때마다 진행하는 것을 통해 어느 정도 해결할 수 있었다.

(2) 시스템 개발

앞서 언급했듯이, 본 시스템을 개발할 때에는 정기적 작업인 전정, 유인, 적과, 수분 등의 작업에 대해서만 기존대로 진행하고 비정기적 돌발변수에 해당하는 서리 발생, 가뭄, 병해충에 대해서는 분리된 알고리즘을 적용하였다. 해당 상황에 대한 예측식 및 예측 알고리즘은 기존의 연구자들이 각각의 현상에 대해 연구한 것을 참고하였다. 기존의 시스템에서 서리, 가뭄, 병해충 발생 예측 모듈을 분리하여 각각의 발생 적합도를 판단하는 시스템을 구축하였고, 적합도는 0~100 스케일로 50이 넘을 경우 위험상황에 해당하는 조치를 취하도록

록 시스템을 구성하였다. 본 시스템의 구동 스크린샷이 그림 149에 나타나 있다.

또한 프로토타입을 평가할 때와 같이 퍼지 로직 틀박스를 이용한 뉴로-퍼지 시스템을 각 작업마다 하나씩 할당하여 여러 개의 분절된 시스템을 만든 후에 그 시스템들을 융합하는 형태의 복합 시스템 구축 예측 실험을 해당 프로그램을 활용하여 수행하였는데, 그 결과가 표 61에 나타나 있다. 시스템의 복잡성을 크게 증가시키지 않고도 비정기적 돌발변수를 분리하지 않았을 때와 비교하여 눈에 띄는 성능 향상을 확인할 수 있었다. 이 결과를 토대로 해당 시스템을 최종 연구물인 홈페이지에 프로그램 형태 그대로 탑재할 계획이었으나, 다음 장에 나올 파이썬 환경 기반에서의 장점을 채택하기 위하여 C++ 기반 프로그램은 가상 시나리오 시스템 내부의 지식베이스 구축에만 활용하고 웹 환경에는 적용하지 않았다.

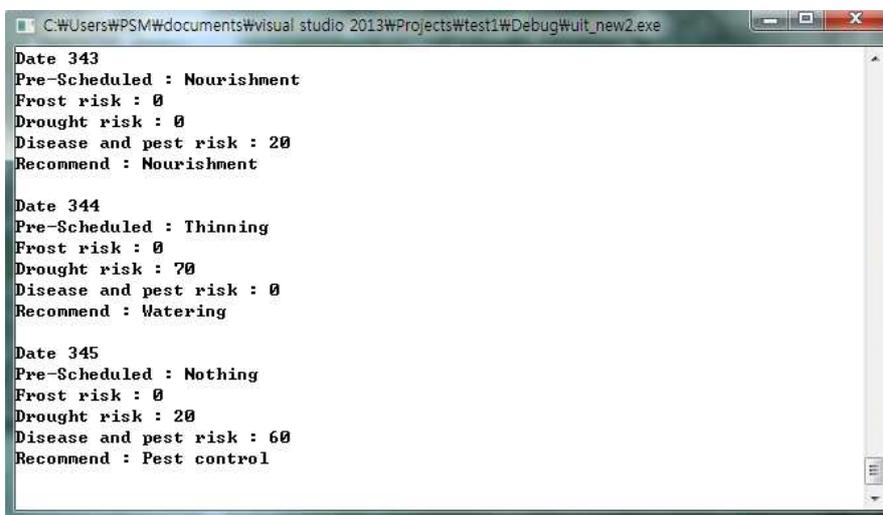


그림 149 C++ 기반 작업 추천 프로그램의 구동 스크린샷

표 61 C++ 기반 작업 추천 프로그램의 추천 적중률

Separation of Sudden variables				
	Performed		Not Performed (Original)	
Data Set 1	61	75	46	66
Data Set 2	47	59	22	52
Data Set 3	48	70	26	64
	Grid partition	Subtractive clustering	Grid partition	Subtractive clustering
Initial FIS model				

다. 파이썬 기반 환경에서의 개발

(1) 파이썬 언어 기반 환경을 채택한 동기

본 연구에서 개발한 가상 시나리오 시스템은 일반적으로 PC 또는 모바일에서 구동되는 진단 프로그램과는 다르게, 여러 연구팀이 협력하여 구축한 웹 환경에서 모든 동작이 이루어지는 구조를 가지고 있다. 그런데 C++를 대표적으로 하는 시스템 프로그래밍 언어 환경으로 개발된 프로그램의 경우 프로그래밍적 완성도에 강점이 있을지 모르나 웹 환경에서의 구동이 모든 디바이스에서 잘 이루어진다는 보장이 스크립팅 언어들에 비해 현저히 부족하며, 오류 상황에서 대처하는 데에도 상대적인 어려움이 있다. 그렇기 때문에 웹 환경을 고려하여 가상 시나리오 시스템을 스크립팅 언어로 이식하였다.

여러 가지 선택 가능한 스크립팅 언어들 중에서 본 연구팀은 파이썬 기반 환경을 선택하였는데, 그 이유는 다음과 같다. 우선 파이썬 언어는 대부분의 작업에 적합하다. 물론 시스템 프로그래밍, 하드웨어 제어, 매우 복잡하고 많은 반복연산 등은 파이썬과는 어울리지 않는다. 하지만 이러한 몇 가지를 제외하면 파이썬으로 할 수 없는 것은 거의 없다고 해도 과언이 아니다. 또한 파이썬은 위의 약점을 극복할 수 있게끔 다른 언어로 만든 모듈을 파이썬 프로그램에 포함할 수 있다. 예를 들어, 빠른 속도를 필요로 하는 부분을 C로 만들어서 파이썬에 포함시키고 프로그래밍의 전반적인 뼈대는 파이썬으로 개발하는 것이 가능하다. 그렇기 때문에 본 연구팀에서는 영농일지를 이용한 최초 지식베이스 구축에는 앞서 개발한 C++ 환경에서의 프로그램을 그대로 사용하면서, 웹 환경을 통해 기상자료를 제공받아 추천 작업을 결정하는 최소한의 모듈만 파이썬 환경에서 개발하여 동작시킬 수 있었다.

(2) 웹 환경에서 가상 시나리오 시스템의 동작

관측종합센터 및 작업추천센터

시스템 구동 시각	2014/12/03 21:12:40
-----------	---------------------

USN 측정 최근 24시간 데이터

최고 기온	최저 기온	평균 습도(%)	최저 이슬점
1.3	-4.4	65.54	-11.6
평균 풍속	순간 최고풍속	일조시간(분)	강우시간(분)
1.01	5.93	390	74

긴급 작업 요청도(%)

관수작업	서리방지	강풍대비
0	85	30

전문가시스템 추천 작업

서리 피해에 대비하셔야 합니다. 매우 중요합니다.

* 본 추천작업은 USN 관측에 따라 변경될 수 있습니다.

그림 150 가상 시나리오 모듈 구동 스크린샷

그림 150은 OFIS 홈페이지에서 가상 시나리오 시스템으로 개발된 관측종합센터 및 작업추천센터 모듈을 실행한 결과이다. 시스템이 구동되면 즉시 모듈이 실행되며, 기상관측센터로부터 최근 24시간동안 관측된 기상정보를 모두 내려받는다. 기상정보가 확보되지 않을 경우에는 기상청 데이터베이스를 연계하여 기상정보를 얻을 수 있도록 하였다. 기상정보가 모듈 내에 들어오면 지식베이스에서 해당 날짜의 시기작업과 중요도를 판정하고, 파이썬 기반의 웹 모듈에서는 긴급작업에 해당하는 관수작업, 서리피해방지, 강풍대비에 대한 작업 중요도를 계산한다. 병해충방지의 경우 최초 계획으로는 프로토타입에서 실전 개발 단계로 넘어가면서 관수, 서리, 강풍과 마찬가지로 독립적인 중요도 계산 모듈을 개발하였으나 실전에 적용한 결과 지식베이스 생성시 다른 작업들과 같은 조건으로 학습시키는 것이 더 나은 결과를 보여 최종적으로 적용하지 않았다. 이를 종합적으로 판단하여 시스템이 추천 작업을 결정하며, 추천 작업의 중요도에 따라 출력되는 안내사항의 강도 역시 달라지도록 하였다.

라. 전문가 연계서비스 개발

(1) 전문가 화상 회의 서비스의 필요성

농업전문가를 필요로 하는 농민은 많지만 국내 농업전문가의 수는 제한적인 상태에 있다. 게다가 우리나라의 농가 대부분 도심에서 떨어진 지역에 위치하고 있기 때문에 소수의 농업전문가들이 직접 돌아다니며 방문하는 컨설팅에는 한계가 존재할 수밖에 없다. 이는 사회 전체의 비용 증가 및 효율성 저하로 이어지는 결과를 이끌고, 또 당장 긴급한 도움이 필요한 농민들이 적절한 도움을 받지 못하여 농업 생산성이 떨어지는 결과를 도출하게 된다. 이를 극복하기 위하여 인터넷을 통한 전문가 화상 회의 서비스를 도입하였다.

최근 전국에 인터넷 전용선이 보급되고 특히 스마트폰 등을 통하여 언제 어느 곳에서나 인터넷 접속이 가능한 여건이 마련된 만큼 전문가 화상 회의 서비스를 도입하는 경우, 비교적

시간에 구애를 받지 않고 상담이 가능하며, 전문가는 농가의 데이터를 직접 확인하거나 농민에게 요청한 사진을 통해 손쉽게 문제 상황을 진단할 수 있으며, 유사한 상담 내용을 가진 사람들을 연계하여 동시에 상담을 진행할 수 있는 등의 장점을 가지게 된다.

(2) 연동된 전문가 화상 회의 서비스

전문가 화상회의 서비스는 본 연구과제에서 개발한 OFIS 사이트에서 이용이 가능하도록 설계하였다. OFIS 사이트에 로그인 한 후 그림 151과 같이 상단 메뉴에서 상호협력을 누르면 전문가 화상회의 서비스에 연결할 수 있다. (반드시 로그인 필요)



그림 151 전문가 화상회의 서비스 접속

접속시 화면은 아래 그림 152와 같이 구성되어 화상회의 진행을 위한 회의실을 개설하거나 다른 사람이 개설한 회의실에 참석이 가능하다. 회의를 위한 간단한 자료는 자료실을 이용하여 공유도 가능하다. 또, 일정 예약관리 메뉴를 통하여 화상회의실을 사전에 설정하여 놓는 것도 가능하다.



그림 152 화상회의 서비스 메인 페이지

마. 전문가 협업을 통한 예측 위젯 개발

(1) 예측 위젯의 필요성

본 연구에서 개발된 가상 시나리오 시스템이 전문가시스템으로서 과수농민들로 하여금 시기에 따른 농작업을 결정하는 데 도움을 주고 있지만, 그 외에도 과수원에 전문가들의 연구를 종합하면 과수농민들에게 유용한 정보를 주는 시스템을 제작할 수 있다. 본 연구에서는 경기도 농업기술원 연구팀과 협업하여 국내에 기 발표된 과수원에 관련 학술지 논문들과, 경기도 농업기술원 연구팀의 자체 연구성과를 종합하여 농민들에게 특정 시기 또는 작물의 상태를 예측하는 위젯을 제작하였다. 위젯 형태로 제작하는 이유는 이러한 소기능 제작 프로그램을 다수 만들어서 OFIS 시스템을 확장시킬 가능성이 있어서, 통합 프로그램으로는 기능단위로 모든 프로그램을 일일이 찾아서 사용하기 불편한 경우가 있을 수 있다고 판단하였기 때문이다. 그러므로 차후의 확장을 대비해 위젯 형태의 기능을 제공해 좀 더 빠르고 편리하게 미리 정보를 확인 할 수 있게 하려하기 위함이다.

(2) 개발된 예측 위젯

(가) 배 신고 품종의 개화시기 예측

경기도 농업기술원과 협의 결과 가장 먼저 개발된 예측 위젯은 배 ‘신고’ 품종의 개화시기를 예측하는 것이었다. 참조 논문은 1996년 한국원예학회에서 발표된 한점화 박사의 논문이었는데, 이는 해당 지역의 3월 평균기온을 적산하여 선형의 회귀식을 만드는 방식을 채택한 연구였다. 해당 논문의 정보를 이용하여, 신고 품종의 개화일과 만개일을 예측하는 위젯을 개발하였다. 이 위젯은 과수원에 설치된 기상대 또는 기상청의 데이터베이스에서 3월 평균기온이 모두 관측되고 나면, 4월 1일에 그 해의 개화일과 만개일을 예측하여 사용자가 확인할 수 있도록 한다.

개화기 예측 시스템

관측지역 3월 평균기온

1일	2일	3일	4일	5일	6일	7일
5.7	4.7	4.4	5.4	2.3	1.3	0
8일	9일	10일	11일	12일	13일	14일
1.5	1.8	1.5	4.4	5.9	5.6	3.5
15일	16일	17일	18일	19일	20일	21일
6.4	10.1	12.7	9.6	8.9	6.9	5.8
22일	23일	24일	25일	26일	27일	28일
8.2	9.3	10.7	14.4	14	11.4	16.4
29일	30일	31일				
14.7	14.2	12.7				

예측 개화일 : 2014/4/6

예측 만개일 : 2014/4/15

Reference : 한점화, 배 '신고'품종의 개화기 예측, 한국원예학회 논문발표요지 제14권 2호, 1996.

그림 153 배 신고 품종의 개화시기 예측

(나) 홍로, 후지품종 사과의 생육일수 및 숙기 예측 시스템

본 연구과제 내에서, 경기도 농업기술원 연구팀은 사과 ‘홍로’ 및 ‘후지’ 품종에 대해 생육기간의 일평균기온을 적산하여 선형의 회귀식을 제작해 해당 사과 품종의 만개일로부터 숙기

까지 얼마나 걸리는지에 대한 예측을 수행하였다. 경기도 농업기술원의 자료 협조 및 서울대학교와의 협업 결과 연구팀은 해당 연구내용을 즉시 위젯으로 만들어 OFIS 홈페이지를 통해 사용자에게 제공할 수 있는 형태로 가공하였다. 그림 154에 위젯을 구동시켰을 때의 화면이 나타나 있다. 이 위젯은 과수원에 설치된 기상대 또는 기상청의 데이터베이스에서 만개일 후 60일(홍로) 또는 150일(후지)간의 일 평균기온이 모두 관측되고 나면, 즉시 그 해의 생육 소요일수 및 숙기를 예측하여 사용자에게 알린다. 이 때, 만개일은 시스템을 통해 입력을 받아야 하며 OFIS 시스템 내에 작업 및 생육기록을 등록하는 사용자는 별다른 추가입력 없이 즉시 적용된다.

홍로/후지사과의 생육일수 및 숙기 예측 시스템

홍로의 생육일수 및 숙기

출해의 만개일 : 2015/4/25
예측 생육일수 : 136일
예측 숙기 : 2015/9/8

본 시스템은 만개일을 예측하지 않으며, 만개일은 센서네트워크와 사용자 입력을 통해 제공됩니다.

본 시스템은 2015/6/14 이전에는 유효하지 않습니다.

후지사과의 생육일수 및 숙기

출해의 만개일 : 2015/4/30
예측 생육일수 : 181일
예측 숙기 : 2015/10/28

본 시스템은 만개일을 예측하지 않으며, 만개일은 센서네트워크와 사용자 입력을 통해 제공됩니다.

본 시스템은 2015/9/27 이전에는 유효하지 않습니다.

Reference : 본 연구과제 내 경기도농업기술원 연구팀

그림 154 홍로, 후지품종 사과 생육일수 및 숙기 예측 시스템

제 4 절 노지 환경 및 저장고에 적합한 센서네트워크 기술 개발

1. 센서 및 RFID 태그 환경 테스트

가. 노지 및 저장고에 설치한 태그센서의 환경영향 테스트

(1) 연구개요

노지 과수용 센서 네트워크의 경우 연구실과 같은 시설 내부의 안정적인 환경이 아니라 여러 가지 기상조건이 변화하고, 이상적인 온도조건을 벗어나는 일이 발생하는 야외의 과수원이나 저온 상태를 유지하는 저장고 내부이기 때문에 개별 센서의 안정성, 정밀도 등을 확인하는 것이 중요하다고 여겨진다. 이는 물론 개별 장비의 특성에 따라서 달라지는 부분이라 모든 센서에 대해서 검증하는 것은 불가능하다고 여겨지고 본 연구과제에서 활용하기로 한 센서 태그에 대하여서만 검증을 실시하였다.

(2) 연구 내용

무선센서 태그의 운용 시 특성을 파악하기 위하여 경기도 안성의 배 과수원에서 센서를 설치하고 데이터를 수집하였다. 센서를 통하여서는 온도와 습도를 측정하였으며 일반 휴대용 측정기를 별도로 준비하여 값을 측정하면서 무선 센서 태그의 값과 차이가 발생하는지 확인하였다. 저온 저장고의 경우에도 같은 실험을 반복하였다.

(3) 연구 수행 결과

센서 태그를 저장고 내부에 설치한 경우 측정된 온도, 습도값과 휴대용 측정기 값 사이에 차이가 발생하지 않았다. 그러나 배 과수원이 있는 노지 상태에서의 값을 비교한 결과 습도 태그는 문제가 없었으나 온도 태그에서 측정값의 차이가 발생하는 것을 확인 할 수 있었다. 노상에서 데이터를 수집하는 경우 태그에서 수집되는 온도가 일반 휴대용 측정기보다 최고 1~1.5℃ 높게 나타나고, 기상환경 변화시 3분 정도의 지연현상이 발생하는 것을 확인 할 수 있었는데, 이는 태그 케이스 자체가 열을 흡수하는 것과 태그의 열용량 때문에 나타나는 것으로 보인다. 온도센서가 케이스 측면에 부착되어 있기 때문에 케이스의 열에너지가 직접 전달되는 것으로 파악되었다.

이러한 문제점을 보완하기 위하여 기존 태그의 회로를 변경하여 센서를 돌출 형태로 변형하여 케이스와 거리를 확보하도록 보완하였더니 외부 기상과의 오차 범위가 0.3℃ 이내로 줄어들었다. 추가적으로 태그를 집어넣을 수 있는 차광케이스를 제작하여 태그에 직사광선이 직접 도달하지 못하도록 차단하였다.



(a) 기존 태그



(b) 수정한 태그



(c) 차광케이스

그림 155 온습도 태그 수정

나. 센서 내후성 테스트

(1) 연구개요

Ubiquitous Sensor Network(USN) 은 다양한 위치에 설치된 태그 및 센서노드를 통해 사람/사물 및 환경정보를 인식하고 인식된 정보를 통합, 가공하여 이용할 수 있게 하는 정보 서비스 인프라로 이를 농업에 접목시키면 자원과 재화의 효율적인 사용이 가능하여 작물의 생산량을 늘리고 보관, 처리 등의 관리에 도움을 줄 수 있다. USN을 접목시킨 u-Farm을 구축하기 위해서는 센서들을 노지에 설치하여 온도, 습도, 토양수분량, 강수량, 일사량 등의 환경정보를 실시간으로 기록, 저장해야 하는데 센서들은 자외선, 눈, 비, 침수 등의 환경요인의 영향을 받게 된다. 빛, 바람, 비, 습기, 공기 등 주변 환경의 작용에 견딜 수 있는 성능을 내후성이라고 하는데 외부환경에 설치되는 센서들은 이러한 환경의 영향으로 인해 센서의 성능이 떨어져서 데이터의 오차가 심해질 수도 있고 센서의 내부적, 외부적으로 고장이 날 가능성도 매우 크다. 따라서 센서의 내후성은 센서 선정에 있어서 중요한 기준이 되며 본 연구에서는 4종의 토양수분측정 센서들을 이용하여 내후성을 비교하고 결과에 따라 상, 중, 하로 성능 등급을 나눌 수 있다.

(2) 연구방법

(가) 센서

토양수분센서는 측정원리에 따라 Time Domain Reflectometry(TDR: 주파수고정식)과 Frequency Domain Relectometry(FDR: 주파수가변식)로 나눌 수 있다. FDR은 고주파(3~100MHz)를 이용하여 토양내 유전율 정도에 따라 측정 회로내에 걸리는 정전용량 변화값을 전압차로 읽어 토양수분함량으로 환산하여 나타낸다. 수분이 많을수록 고주파의 세기도 커진다. 비교적 오차가 없고 TDR센서에 비해 가격이 저렴하다. 토양전기전도도(EC: Electric Conductivity)의 영향을 많이 받지만 회로구현이 비교적 간단하다. TDR은 초고주파(1.0~3.0GHz)를 이용한다. 회로내에 걸리는 전압차나 전류의 세기차를 시간차로 변환하여 읽어낸다. 수분이 많으면 도달시간이 느리다. 측정오차가 적고 EC영향을 별로 받지 않으나 회로구현이 복잡하고 가격이 비싸다.

실험에 사용한 토양수분센서는 총4개로 WT1000B (미래센서, Korea), SM200 (Eijkelkamp, Netherlands), TRIME - PICO32 (IMKO, Germany), GS3 (Decagon, USA) 등이다. 위 센서들은 토양수분과 토양전기전도도(EC: Electric Conductivity), 토양온도를 측정할 수 있다.

WT1000B 센서는 국내기술로 만든 센서로 국내 환경에 적합하며 토양EC 측정오차를 보완하여 토양의 양분상태를 비교적 정확하게 측정할 수 있다. 데이터 출력은 Analog(전압, 전류), Digital(serial TTL) 모두 가능하며 토양온도값은 전류 출력값에서만 측정가능하다. GS3 센서는 Stainless steel 재질로 내구성이 높고 상토에서도 사용가능하다. 데이터출력은 Digital(serial TTL, SDI-12) 방식만 가능하며 부피가 작아 설치가 쉽다. TRIME-PICO32 센서는 토양수분과 온도를 동시에 측정하며 TDR전극을 사용하여 정확성이 높다. Analog 출력방식만 가능하며 가격이 가장 비싸다. SM200 은 염도가 높은 염류토양에서도 사용가

능하며 크기가 작아 설치가 쉽다. 토양EC값도 측정하지만 토양수분함량 캘리브레이션에 이용되고 출력되지 않는다. 데이터출력은 Analog방식만 가능하다. 본 연구에서는 센서들의 토양수분측정기능만 이용했다.

실험에 사용한 센서들의 방수등급은 WT1000B를 제외하면 IP등급을 따른다. 이는 국제전기표준회의인 IEC(International Electrotechnical Commission)에서 제정한 규격으로 IEC 60529에 의거해 먼지와 수분의 침투에 대한 제품의 보호수준을 규정하는 기술 기준이다. IP뒤의 첫 번째 숫자는 먼지로부터 보호되는 정도를 나타내는 방진등급이며 두 번째 숫자는 물로부터 보호되는 정도를 나타내는 방수등급이다. GS3, TRIME-PICO32, SM200 은 모두 IP68등급으로 방진등급 6등급, 방수등급 8등급을 의미한다. 0~6까지 나뉘지는 방진등급에서 최고 등급이며 0~8까지 나뉘지는 방수등급에서 물에 잠겨도 정상작동에 이상이 없는 수준이다. WT1000B는 생활방수등급으로 30~50m 거리에서 3~5기압의 물을 맞아도 정상작동할 수 있는 수준이다. IP등급으로 보면 IPx4~IPx7 정도의 방수 등급이 된다. 일상 생활에서 비를 맞거나 물이 튀어도 괜찮은 수준이며 수심 1m깊이에 30분 이내의 일시적인 침수에 대해 보호가 되는 수준을 말한다.

데이터는 GS3의 경우, Digital(SDI-12방식)값이 나오고 SM200, TRIME-PICO32, WT1000B들은 Analog(전압)으로 출력되며 데이터로거(CR1000, Campbell Scientific, USA)에 저장되었다. 출력값들은 토양수분함량이 아닌 토양의 유전율을 나타내기 때문에 캘리브레이션 식을 이용하여 변환해야 한다. 센서 제조업체에서 발표한 센서들의 캘리브레이션식들을 표62에 정리했다.

표 62 Calibration Equation [unit: %]

센서명	캘리브레이션 공식
WT1000B	$0.02 V$
GS3	$100 \times (5.89 \cdot 10^{-6} \times V^3 - 7.62 \cdot 10^{-4} \times V^2 + 3.67 \cdot 10^{-2} \times V - 7.53 \cdot 10^{-2})$
TRIME-PICO 32	Moisture: $0.1 V$, Temperature: $0.065 V - 15$
SM200	$100 \times (1.611 \times V^5 - 5.48 \times V^4 + 7.248 \times V^3 - 4.61 \times V^2 + 1.917 V - 0.071)$

실험에 사용한 센서들의 구체적인 모델명, 제조사, 특징, 규격, 이미지는 표63과 같다.

표 63 Sensor Specification

제품	규격		이미지
WT1000B, 미래센서	Measuring Range	Moisture: 0 ~ 99.9% 토양EC: 0 ~ 6.0dS/m Temperature: 0 ~ 60 °C	
	Accuracy	Moisture: ±1% EC: ±0.1 dS/m Temperature: ±0.5 °C	
	Type	FDR2	
GS3, decagon	Measuring Range	Moisture: 0 ~ 100% 토양EC: 0 ~ 23 dS/m Temperature: -40 ~ 50°C	
	Accuracy	Moisture: ±3% EC: ±10% dS/m Temperature: ±1°C	
	Type	FDR	
PICO32, IMKO	Measuring Range	Moisture: 0 ~ 100% Temperature: -15 ~ 50°C	
	Accuracy	Moisture: ±1%(0-40%), ±2%(40-70%) EC: ±10% dS/m Temperature: ±0.2°C	
	Type	TDR	
SM200, Eijkelkamp	Measuring Range	Moisture: 0 ~ 50% 토양EC: 0.5 ~ 5 dS/m	
	Accuracy	Moisture: ±3% EC: ±3.5% dS/m	
	Type	FDR	

(나) 향온향습기

비교대조군 실험을 위해서는 통제할 수 있는 환경에서의 여러 번의 실험이 필요했고 이를 위해서 향온향습기(DS-543, 다솔과학)를 이용하였다. 향온향습기는 PID 온도 컨트롤러를 사용하여 온도정밀도가 뛰어나고 사용자 지정 조건에 적합하게 자동으로 온도를 제어할 수 있으며 내부가 스테인리스 재질로 이루어져있고 공기순환 시스템이 장착되어 장시간 사용에도 실험환경을 일정하게 유지할 수 있다.

(다) 실험용 토양

서울대학교 학술림 산딸나무 서식지에서 9,745g을 추출하였다. 서울대학교 농생명과학공동기기원에서 토양시료분석을 한 결과는 표64에 나타냈다. 실내 실험 후 옥외 실험 과정동안 처음 향온향습기에 들어가는 상태가 유지되어야 한다. 향온향습기 실험 전후 무게를 달아 수분공급량을 조절하여 토양수분량을 유지하였다. 옥외 실험 중 실내 실험용 흙은 -20°C

의 냉동고에 저장하였다.

표 64 실험용 토양 성분 분석결과

Sand(%)	Silt(%)	Clay(%)	Soil Texture
72.45	25.70	1.85	Loamy sand

(라) 옥외 실험장소

서울대학교 학술림 산딸나무 서식지 (서울 관악구 신림동 산 56-1: 37.457194, 126.948804)

(3) 실험방법

(가) 실내 실험

대조군은 동일 센서를 환경의 영향을 통제할 수 있는 환경에 센서를 설치하여 설정할 수 있으나 실험여건상 동일 센서를 여러 개 구매하지 못하였기 때문에 비교대조군으로 설정하였다. 실험에 사용한 센서들을 항온항습기(DS-543, 다솔과학)를 이용하여 표준상태에 근접한 25℃, 65% 로 고정된 환경에 설치하였다. 센서들은 20초에 한번씩 scan하여 1분 동안 측정값의 평균을 출력한다. 1주일동안 항온항습기에서 데이터를 측정하여 저장한 후 센서들을 옥외 환경에 설치하여 1달동안의 데이터를 측정한다. 1개월 후 항온항습조로 옮겨 데이터를 수집하고 1차 실내실험에서 수집한 데이터와 비교한다. 1주일 후 옥외 실험 장소에 센서들을 설치하고 3개월 후 실내로 옮겨 위의 과정을 반복한다. 6개월 후 같은 과정을 반복한다.

(나) 옥외 실험

실제로 센서들이 사용될 수 있는 과수원 환경에 설치하는 것이 좋으나 실험여건상 서울대학교학술림의 산딸나무 서식지에 설치하였다. 설치 깊이는 10~15cm로 나무뿌리 근처에 도달할 수 있게 하고 데이터저장을 위한 데이터로거(CR1000, Campbell Scientific, USA)는 플라스틱박스에 넣어 환경에 의한 고장을 막았다.

(다) 캘리브레이션 실험

센서 제조사에서 나온 캘리브레이션 식은 실제 실험환경에 적합하지 않기 때문에 실험환경에 맞는 캘리브레이션 공식을 구한 후 이를 센서 출력값에 적용하여 보정된 출력값을 이용한다. 실험장소에서 채취한 흙을 건조중량법을 이용하여 중량함수비(Gravimetric Water Content)를 구한 후 여기에 흙의 단위무게당 중량인 건조단위중량을 곱하여 체적함수비(Volumetric Water Content)를 구한다. 중량함수비와 체적함수비는 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$\omega_g = \frac{m_{water}}{m_{soil}} = \frac{m_{wet} - m_{dry}}{m_{dry}} \quad (1)$$

여기서, ω_g = 중량함수비 (Gravimetric Water Content)

m_{water} , m_{soil} = 물의 무게, 흙의 무게(g)

m_{wet} , m_{dry} = 젖은 흙의 무게, 건조된 흙의 무게(g)

$$\omega_v = \frac{V_{water}}{V_{soil}} = \frac{m_{water}/\gamma_{water}}{m_{soil}/\gamma_{d(soil)}} = \frac{\omega_g \times \gamma_{d(soil)}}{\gamma_{water}} \quad (2)$$

여기서, ω_v = 체적함수비 (Volumetric Water Content)

V_{water}, V_{soil} = 물의 부피, 흙의 부피(cm^3)

γ_{water} = 물의 단위중량 (=1 g/cm^3)

$\gamma_{d(soil)}$ = 흙의 건조단위중량 (g/cm^3)

위 식들을 이용하여 채취한 흙의 체적함수비를 구한다. 토양수분함량(VWC)를 알고 있는 8가지 상태의 흙에 센서들을 설치하고 출력값을 구한 뒤, 이동평균법(구간10)을 이용하여 구한 1일 동안의 평균값을 각 시료의 함수율과 매치시켰다. 센서의 일평균측정값과 비교하여 캘리브레이션 식과 R^2 값을 구한다.

(라) 데이터 처리 및 평가

실내 실험을 시작할 때마다 실험에 사용된 흙의 함수율과 센서측정값의 오차를 확인하여 정밀도변화를 보고 옥외 실험 전과 후, 같은 조건으로 통제된 환경에서 센서의 측정값을 비교한다. 옥외 실험 후 1,2,3차 실내실험 결과를 비교하여 등급을 나눈다. 등급판정은 실제 토양함수율과 1,2,3차 실내실험결과와의 편차를 구하고 이를 이용하여 Root Mean Square Error(RMSE) 값을 구해 정밀도 변화를 비교하고 1차 실내실험 결과를 기준으로 삼아 2,3차 실험결과를 통해 RMSE 값을 구해 비교한다. RMSE는 실험이나 관측에서 나타나는 오차(Error)를 제곱(Square)해서 평균(Mean)한 값의 제곱근(Root)으로 기준값에서 떨어져있는 정도를 의미하며 0에 가까울수록 정밀하고 변화가 적다는 의미가 된다. 이때 각 센서들의 오차범위를 고려하여 오차범위 밖에 존재하는 측정값들만 이용하며 outlier 들은 배제한다. 실내실험에 사용한 토양과 센서값의 오차를 통한 RMSE값을 이용하여 정밀도를 알 수 있고 1차 실내실험과 2,3차 실내실험에서 나오는 RMSE 값을 토대로 센서들의 내후성의 상, 중, 하 등급을 판정한다. 엑셀과 R 프로그램을 이용할 수 있다.

(4) 실험내용 및 결과

(가) 센서 캘리브레이션

4가지 센서들의 캘리브레이션 식과 R^2 값을 구하였고 그 결과는 표65에 정리했다.

표 65 Calibration Equation [unit: %]

센서명	3차 캘리브레이션 공식	
WT1000B	$0.0025 V^3 - 0.1744 V^2 + 4.4246 V - 12.663$	$R^2 = 0.9448$
GS3	$0.7148 V^3 - 37.678 V^2 + 662.84 V - 3872.8$	$R^2 = 0.9730$
TRIME-PICO	$1.558 V^3 - 45.469 V^2 + 442.65 V - 1418.3$	$R^2 = 0.9833$
32	$0.0021 V^3 - 0.1769 V^2 + 4.9452 V - 17.677$	$R^2 = 0.9664$
SM200	$0.0021 V^3 - 0.1769 V^2 + 4.9452 V - 17.677$	$R^2 = 0.9664$

(나) 실험용 흙의 Volumetric Water Content

비교대조군으로 실험을 설정했기 때문에 실내실험에 사용되는 흙의 토양수분함량은 일정해야 한다. 실험에 사용한 흙의 수분함량은 1차 실내실험 20.14%(VWC), 2차 실내실험 19.28%(VWC) 으로 다소 차이가 있으나 전체적으로 센서 측정값에 큰 영향을 주지 않으며 항온항습기의 표준상태 조건(25℃, 65%) 하에서 실험기간동안 토양수분량의 변화는 무시할 수 있을만큼 적었다.

(다) 센서의 정밀도 확인

표준 규격에서 제시하고 있는 허용오차 범위와 실제 측정한 값의 결과를 비교하여 정밀도를 판단하고 이후 내후성 관정에 이용한다.

① 1차 실내실험 결과

RMSE는 관측값이 실제값에서 떨어진 정도 즉, 정밀도를 의미하는 것으로 0에 가까울수록 정밀하다고 본다. RMSE 평균값을 봤을 때, 가장 정밀한 것은 TDR센서인 TRIME-PICO32이며 SM200이 가장 정밀하지 않다고 볼 수 있다. WT1000B의 RMSE 평균값은 TRIME-PICO32 보다 0에 가깝지만 데이터의 변동폭이 심하여 더 정밀하다고 보기는 어렵다. 1차 실내실험 결과를 표 66과 그림 156에 나타냈다.

표 66 1차 실내실험 RMSE 값

Day	GS3	SM200	WT1000B	TRIME-PICO32
1	0.3433	1.1881	0.4330	0.2177
2	0.6173	1.4282	0.4587	0.3727
3	0.4710	1.6080	0.5393	0.3803
4	0.8394	1.7294	0.5396	0.6022
5	1.0089	1.8239	0.7636	0.7641
평균	0.6560	1.5555	0.5468	0.4674

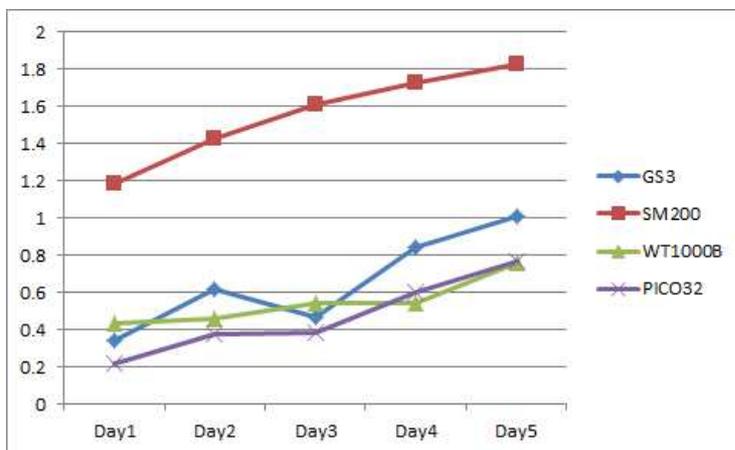


그림 156 1차 실내실험 RMSE 값 변화

표준 규격에서 제시한 오차범위를 보면 GS3, SM200은 $\pm 3\%$ 로 ± 0.62 내에서 측정값이 나와야 하고 WT1000B와 TRIME-PICO32의 오차범위는 $\pm 1\%$ 로 ± 0.20 내에서 측정값이 나와야 한다. 그러나 실험 결과 GS3의 오차범위는 RMSE 평균 0.65로 약 3.2%, SM200은 1.55로 약 7.7%, WT1000B는 0.55로 약 2.7%, TRIME-PICO32는 0.47로 약 2.3% 가 나왔다. 규격에서 제시한 허용오차범위를 넘는 값들이 나왔는데 이는 실험 토양이 다르고 그에 따라 캘리브레이션에도 차이가 있어서 나온 결과로 보인다.

② 2차 실내실험 결과

2차 실내실험 결과는 표67과 그림 157에 나타냈다. 1차 실내실험 결과와 마찬가지로 TDR 센서인 TRIME-PICO32의 RMSE 값이 가장 0에 가깝게 나와 있으며 TRIME-PICO32 다음으로 GS3 센서의 정밀도가 높는데 이는 통신방법에서 기인한다. GS3 센서의 경우, SM200이나 WT1000B처럼 FDR 센서이나 통신방식이 Digital(SDI-12) 방식이다. SDI-12는 센서에서 측정된 값을 7 data bit의 ASCII 코드로 전송하면 recorder가 이를 읽어서 저장하거나 Analog 형태로 변환하여 보여주는 방식의 통신 프로토콜을 말한다. 센서에 address를 할당하여 하나의 SDI recorder가 최대 62개의 다른 센서들과 통신할 수 있고 전력소모가 적으며 데이터의 corruption을 막아 정확도가 높다는 장점이 있으나 다른 Analog 통신방식의 센서에 비해 복잡하다.

1차 실내실험 결과와 비교했을 때, 1차 실내실험에서보다 2차 실내실험의 결과값이 더 크게 나왔다. 이는 옥외 실험과정에서 눈, 비, 습도, 온도, 전자파 등 주위 환경의 영향으로 인해 센서들의 정밀도가 약간 떨어진 것으로 볼 수 있다. 실제 GS3의 경우 오차가 5.3%, SM200은 7%, WT1000B는 6.9%, TRIME-PICO32는 4.3%의 평균적인 오차범위를 보였다. TRIME-PICO32의 경우, RMSE 값이 증가하긴 했으나 여전히 가장 작은 값을 보이며 데이터의 변동도 심하지 않다. 이는 센서 측정방식의 특성상, TDR방식의 센서이기 때문에 다른 FDR방식보다 정밀하고 오차가 더 적게 발생한 것으로 볼 수 있다. 2차 실험까지 끝낸 상황에서 1,2차 실내실험에서 나온 RMSE 값들을 보면 TRIME-PICO32, GS3, WT1000B, SM200의 순서로 RMSE값이 0에 가까웠고 이는 센서들의 정밀도 순서를 의미하는 것으로 외부환경에 노출되어도 센서의 정밀도 순서는 크게 변하지 않았다. WT1000B의 경우, 1차 실험과 2차 실험 사이의 차이가 매우 컸다. 이는 외부 환경의 영향으로 정밀도가 많이 떨어진 것으로 해석할 수 있다.

표 67 2차 실내실험 후 RMSE 값

Day	GS3	SM200	WT1000B	TRIME-PICO32
1	0.4833	0.6395	0.9846	0.2950
2	0.7175	0.9480	0.9845	0.4731
3	0.8450	1.2363	1.0961	0.6601
4	1.2721	1.7104	1.5701	1.0974
5	1.8227	2.1867	2.0306	1.6294
평균	1.0281	1.3442	1.3332	0.8310

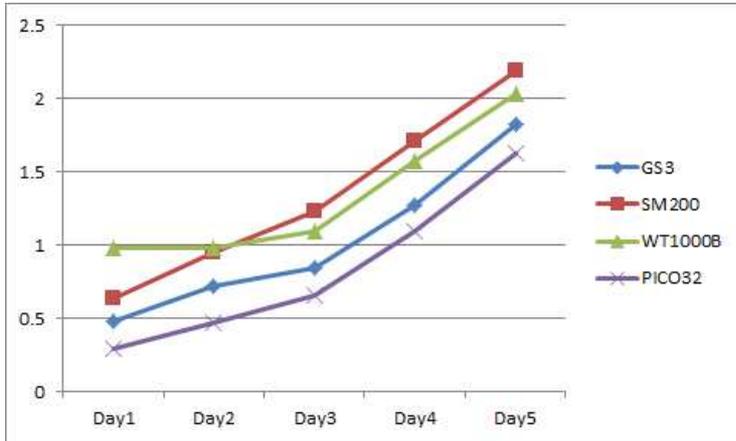


그림 157 2차 실내실험 RMSE 값 변화

(라) 센서 내후성 확인

센서의 내후성이 좋다는 의미는 외부 환경에 노출이 되어도 그 성능에 변화가 적다는 것으로 본 실험에서는 옥외 실험을 하기 전 1차 실내실험 결과와 외부에서 3개월 동안 설치, 작동시킨 후 실내실험을 통해 얻은 2차 실내실험 결과를 비교하였다. 옥외에서 6개월 동안 설치, 작동시킨 후 실내실험을 통해 얻은 3차 실내실험 결과도 비교해야 하지만 실험 여건 상 현재 수행 중이며 그 이유는 다음 파트에서 기술하려고 한다. 1,2차 실내실험 결과를 통해 얻은 RMSE값들은 아래 표68, 그림 158과 같다.

표 68 1,2차 실내실험 후 RMSE 값

Day	GS3	SM200	WT1000B	TRIME-PICO32
1	1.0735	0.3821	2.2780	1.1715
2	0.9748	0.4448	1.4677	1.0221
3	1.2597	0.5386	1.4091	1.3091
4	1.3025	0.8661	1.8876	1.4177
5	1.6845	1.2402	2.1778	1.7554
평균	1.2590	0.6944	1.8440	1.3352

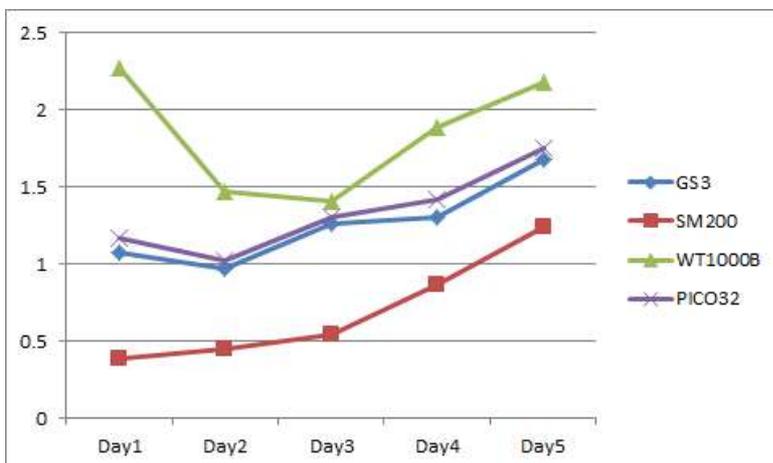


그림 158 1,2차 실내실험 후 RMSE 값

위 내용을 보면 1차 실험 후 외부환경에 설치, 작동 시킨 후 다시 실내에서 2차 실험을 수행했을 때, RMSE값의 변화가 상당히 있었고 SM200, GS3, TRIME-PICO32, WT1000B 순으로 처음 값과의 오차가 적었다. 이는 외부 환경의 영향에도 측정값의 변화가 적다는 의미이며 내후성과 관련된 결과로 볼 수 있다. TRIME-PICO32의 경우, 앞서 수행한 정밀도 확인 실험 결과에 의하면 정밀도가 가장 높았으나 실제로 정밀도 변화는 1.5배가량 증가했으며 내후성 실험 결과에서도 3번째로 밀려났다. 이는 TDR 측정 방식의 한계로 정확도는 매우 높지만 회로구현이 복잡하다보니 상대적으로 내후성이 떨어지고 정확도도 많이 떨어진 것으로 보인다. GS3에도 같은 측정방식을 가진 SM200보다 더 큰 오차를 보였다. 이를 통해보면 측정방식이나 데이터 전송방식이 정밀하고 복잡할수록 더 정확한 값을 빠르게 전달해주지만 상대적으로 내후성은 떨어지는 것으로 생각된다. WT1000B의 경우, 측정값의 변화가 매우 크고 내후성도 떨어지는 것으로 나타나 전체적인 성능과 방수등급이 타 센서에 비해 떨어지는 것으로 나타났다.

(마) 센서 고장과 Leakage current 발생

2차 실내실험을 마치고 옥외실험을 수행하던 중, TRIME-PICO32 와 GS3 센서가 고장났다. TRIME-PICO32의 경우, 2013-10-30 15:40:00을 기점으로 캘리브레이션 오류로 인해 토양수분량(VWC): 0.306 으로 고정된 값만이 출력되었다. 판매처와 해외 제조업체를 통해 여러번 수리를 시도했으나 고쳐지지 않았다. TDR 센서의 구조 특성상 토양수분측정 매커니즘이 FDR 센서보다 복잡하고 외부환경에 더 민감한 구조의 회로를 가지게 되는데 눈, 비 등 주변 환경변화가 심한 야외 노지 환경에서 회로에 문제가 생긴 것으로 보인다.

GS3 센서의 경우, 2014-04-10-10:50:00을 기점으로 출력값이 NAN으로 나타나는 오류가 발생했는데 이는 센서에서 보내는 신호가 데이터로거의 수용범위(0~5000mV)를 넘어서거나 로거에서 읽어들이지 못하는 신호일 때 발생하는 문제이다. 이 경우, 할당해준 address를 센서에서 제대로 받아들이지 못했거나 센서에서 통신 프로토콜에 맞는 형태의 신호를 보내주지 못하고 있는 것으로 생각된다. TRIME-PICO32 나 GS3나 배터리의 충전이 다 되어 교체가 필요한 시점에 고장이 난 것으로 보아 지속적인 전력공급이 어려운 야외 노지 환경에서 사용하기 어렵다고 생각된다.

SM200의 경우, Leakage current 로 인해 많은 outlier 들을 만들어냈다. 1440분 기준으로 450~456개, 약 31%의 잘못된 데이터를 지속적으로 생성했다.

2차 실내실험까지의 결과와 센서의 고장, 누설전류문제 등을 고려했을 때, 각 센서들을 비교해보면, TRIME-PICO32와 GS3 는 센서의 정밀도와 데이터의 안정적인 측정능력은 좋으나 복잡한 회로구조, 통신방식의 한계로 인하여 전력공급이 지속적으로 되기 어렵고 여러 환경요인이 작용하는 야외 환경에서 1년 이상 장기간 사용하기는 적합하지 않다. SM200의 경우, 내후성은 가장 좋으나 정밀도는 다른 센서들에 비해 떨어지고 leakage current의 위험으로 인해 안정적으로 데이터를 측정한다고 보기 어렵다. WT1000B의 경우, 정밀도나 안정성은 다소 떨어지지만 1년 이상 장기간 외부환경에서 실험이 필요한 경우, 다른 보다 정밀한 센서와 함께 사용하기에 적합하다. 현재 SM200과 WT1000B 센서를 이용해 3차 실

험을 진행 중이다.

(바) 내후성 판정

1,2차 실내실험 결과만 놓고 4가지 센서의 내후성을 비교하면 다음과 같이 판정할 수 있다.

표 69 센서 내후성 판정 결과

센서	등급
SM200	상
GS3	중
TRIME-PICO32	하
WT1000B	하

그러나 1년 이상 장기적으로 사용할 경우, TRIME-PICO32, GS3는 고장의 가능성이 높아서 내후성이 높다고 하기 어렵고 SM200도 누설전류로 인해 안정적이지 못하다. WT1000B의 경우, 정밀도가 떨어지고 안정성도 상대적으로 부족하지만 1년 이상, 장기적으로 봤을 때는 내후성이 가장 좋다고 할 수 있다. 정밀도 변화를 의미하는 오차율 변화와 비교했을 때, GS3의 오차 변화는 +65.6%, SM200의 변화는 -9%, WT1000B의 변화는 +155%, TRIME-PICO32의 변화는 +87%로 오차율 변화와 내후성은 비례관계에 있음을 알 수 있다. 내후성이 가장 좋은 SM200의 경우, 오차율이 1%증가하면 오차율의 변화율은 약 12%가 증가함을 알 수 있고 이들을 통해 내후성 등급판정을 위한 기준을 IP등급과 같이 8단계로 나뉘보면 표70과 같다.

표 70 내후성 등급별 판정기준

내후성 등급	기준[오차율변화율=(실험후오차율-최초오차율)/최초 오차율*100 %]
1	±0~15
2	±15~25
3	±25~40
4	±40~55
5	±55~65
6	±65~80
7	±80~90
8	90초과, 고장 등.

(5) 결론

본 연구에서는 내후성 평가를 위해 4개의 토양수분측정 센서를 이용하여 실험을 진행하였다. 비교대조군을 설정하는 방식으로 총 2번의 실험을 수행하였고 그 사이 TRIME-PICO32, GS3가 고장났으며 현재 SM200, WT1000B를 이용해 3차 실험을 진행중에 있다. 외부영향을 받기 전후 통제된 동일한 환경에서의 센서들의 측정값을 통해 센서들의 정밀도와 내후성을 RMSE값을 이용하여 비교할 수 있다. 1,2차 실내실험 결과, 정밀도는 TRIME-PICO32, GS3, WT1000B, SM200 순으로 높게 나타났다. 그러나 내후성은

SM200, GS3, TRIME-PICO32, WT1000B 순으로 높게 나타났고 실험을 진행한지 1년 이상 지나자 TRIME-PICO32, GS3는 고장나서 사용할 수 없었다. 정밀도 변화를 의미하는 오차를 변화와 비교했을 때, 내후성은 비례관계에 있었고 이를 토대로 내후성 등급판정 기준을 8단계로 세워보았다.

본 연구 결과를 통해 보면, 토양 수분 센서를 주로 사용하게 될 노지 환경에서는 환경의 변화가 실내보다 훨씬 심하고 전력공급도 원활하지 않으며 장기간 사용해야하기 때문에 측정 방식이 복잡한 TDR센서보다는 다소 정밀도가 떨어져도 내후성이 더 낮고 가격대가 더 낮은 FDR방식을 이용하는 것이 효율적으로 보이며, 보다 정밀한 결과를 원할 경우, TDR방식 센서 1대와 FDR방식을 같이 이용하여 TDR센서 측정값으로 기준을 잡고 FDR센서의 측정값을 고려해볼 수 있겠다.

다. 온습도 센서 태그의 통신 거리 분석

(1) 연구개요

과수원에서 센서 네트워크를 형성하는데 있어 주변 건물의 배치나, 지형, 기상상태 등이 통신 거리에 영향이 미칠 것으로 예상되었다. 통신 거리의 경우 센서 네트워크를 형성하는데 있어 투입이 필요한 센서의 개수 및 센서의 배치를 결정하는 중요한 요소이므로 센서 네트워크를 형성하기에 앞서 센서와 허브를 1:1로 통신시키며 통신거리의 한계를 측정하였다.

(2) 연구 내용

센서와 태그의 경우 제조사에서 테스트한 통신가능 거리가 존재하지만 이는 대부분 방물이 존재하지 않는 개활지에서 측정한 조건이므로 통신을 방해하는 장애물이 많은 과수원 조건에서는 실제로 적용하기 어려운 문제가 발생한다. 따라서 실제 과수원 조건에서 센서와 태그를 이용하여 통신 가능 거리를 측정하고 예상되는 문제 상황을 극복하기 위한 방안을 마련하였다. 실험에 이용한 센서와 태그는 아래 표 71과 같다.

경기도 기술원내의 배 과수원 주변에서 허브와 태그를 두고 거리를 조절하며 데이터 전송을 테스트 하였다. 추가적으로 400m 거리 이상의 통신에 대하여 테스트 하였는데, 태그 2세트를 차량에 설치하고 이동하면서 실시간으로 허브와 통신을 시도하였다.



(a) 350m

(b) 420m

(c) 480m

(d) 520m

(e) 580m

그림 159 과수원 외부 지역의 통신 거리 검증 테스트

표 71 실험에 이용한 태그와 허브

명칭	사양	외형
무선허브	<ul style="list-style-type: none"> - 무선 주파수(듀얼): 424Mhz / 434Mhz - 통신거리(Hub 와 Hub, Hub 와 통신 유닛) 10mW, RF 출력 개활지 : 450m ~ 580m 건물내 : 250m ~ 370m - 전원: 외부 전원(DC 3.3V, 500mA) 	
무선 센서 태그	<ul style="list-style-type: none"> - 온도, 습도센서 - 무선 주파수: 424Mhz / 434Mhz - 통신 거리 (센서 태그와 센서 태그, 센서 태그와 무선 허브) 1mW RF 출력 개활지 : 300m ~ 500m 건물내 : 50m ~ 150m - 전원 : AA 배터리 x 2 (수명: 12개월) 	

(3) 연구 수행 결과

경기도 기술원 내의 저장고실 사무실에 허브와 안테나를 설치하고 과수원 내에서 태그를 이동시키며 데이터 통신을 테스트 하였는데 예상보다 가까운 100m 지점부터 통신 장애가 발생하였다.

통신장애의 원인을 조사한 결과 저장고실의 위치가 과수원보다 낮은 구릉지에 설치되어 있고, 그 사이에 장벽이 설치되어 있는 것이 원인으로 분석되었다. 이에 따라 안테나의 위치를 조절하여 저장고실의 건물 옥상에 설치함으로써 320m의 거리까지 통신이 이루어지는 것을 확인할 수 있었다.



그림 160 온습도태그 센서



그림 161 센서 접속 확인



그림 162 안테나 확장

이후 센서허브를 저장고실에서 연구동 사무실로 이동하여 과수원의 최종거리 390m까지 10개 구역으로 나누어 태그를 설치하고 통신을 시도한 결과 통신장애가 발생하지 않는 것을 확인할 수 있었다. 센서 태그를 이동시키며 통신을 테스트한 결과 420m 내에서는 통신이 원활하고 그 이상의 거리에서는 장애가 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 420m 이외의 거리에서는 차량을 정지시키고 거리를 조금씩 늘리며 허브와 통신을 시도한 결과 최대 630m까지 통신이 가능한 것을 확인할 수 있었다.

2. 과수원 및 저장고 RFID-USN 모니터링 시스템 구축

가. 노지과수용 센서 네트워크 설치 및 운용

(1) 연구개요

개발한 RFID-USN 네트워크를 실제 농가 현장에 설치하고 그 성능을 테스트 하였다. 또 네트워크 시스템을 모니터링 하기 위한 프로그램도 기존의 프로그램을 보완하여 개발하였다.

(2) 연구 내용

RFID-USN 모니터링 시스템을 과수 농가들에 설치하고 운용하며 그 성능을 테스트 하였다.

(가) 충청남도 공주

공주지역 농장을 선정하여 통합네트워크 시스템을 구축하고 지난 연구 결과물을 재검증하고 시뮬레이션을 적용 최종적인 연구분석을 시행하였다.



그림 163 통합네트워크시스템 구축(공주)

저장고와 과수원에 센서를 설치하였는데, 저장고의 경우 저장고 내부의 환경 유지를 위하여 통합 환경제어반, 모니터링시스템, D/B 시스템, 유동팬, 가습기, 흡기, 배기, CO₂센서 등을

구축하였고. 무선 센서 태그를 20개 설치하여 유선으로 설치한 온도센서, 습도센서와 실시간 측정치를 비교하였다. 또, 생리장해 예측프로그램도 적용하여 활용하였다. 노지 배 과수원에는 무선 센서 태그를 10개소에 설치하였고, 온습도, 풍향, 풍속, 일사, 강우 등을 측정하는 기상대를 설치하여 실시간 모니터링 및 측정하는 수치 간 비료를 수행하였다.

(나) 경기도 평택

경기도 평택의 농가의 경우 재배 면적이 넓은 편으로(1,950m²) 그 안에 경사지가 심한 지역이 있는 편이었다. 과수원 내부에 온습도센서 태그 30개를 설치하여 농장내 온도분포 변화 및 센서태그의 통신 반응과 안전성을 검증하였다.

(다) 안성시 일죽

안성시 일죽면에 위치한 배 재배 농장의 저온저장고와 노지 과수원에 USN 온도습도 태그를 설치하였다. 허브는 농가 내부에 설치하고 저온저장고 내부에 30개를 설치하여 저장고 내부 환경을 모니터링 하였다. 배 과수원은 구릉지에 위치하였는데 모서리 중 단변은 150m, 장변은 390m의 길이를 나타냈었고, 골짜기 형태로 되어있고 경사가 30° 이상이 되는 곳이 있고, 주변 건물과 옹벽 등이 존재하여 통신에 영향을 받을 수 있을 것으로 보였다. 40개의 센서태그를 이용하여 노지 과수에 설치하고 온도습도를 분석하였으나 태그와 태그사이의 거리가 7~15m 사이로 온도도 분포 변화가 크게 편차가 발생하지 않은 것으로 나타났다. 이에 따라 노지과수원의 온습도센서 태그 개수를 단계적으로 줄여 최종 10개소로 감소하여 온도분포도를 분석한 결과 가장 적절한 숫자로 현재의 과수원 환경모니터링을 측정하는데 이상이 없는 것으로 나타났다.

과수원의 크기가 관리실을 중심으로 직경 200m 이내로 비교적 작은 크기이지만 지형의 굴곡이 심해 위치에 따라 서리와 병해충 발생율이 차이가 있는 환경이라 지형에 의한 영향을 분석하기 위하여 태그1~6은 경사도와 굴곡이 심한 지역에 설치하였다. (표 72)

표 72 과수원 내 설치된 태그들의 거리

태그번호	거리(m)	태그번호	거리(m)
1	280	6	350
2	390	7	200
3	180	8	385
4	130	9	210
5	190	10	390



그림 164 태그(온,습도) 10개소 설치 모습

(3) 연구 수행 결과

(가) 충청남도 공주

이러한 적용은 노지 배 과수원 현장에서 다양하고 복합적이고 종합적인 실험과 검증을 함으로서 과수원, 저장고실, 환경제어실, 외부기상 등 통합적인 센서네트워크를 구축하여 반복적인 검증함으로서 최종연구 목표 그 이상의 결과물을 얻을 수 있었다.

(나) 경기도 평택

금번 실험은 농장내의 온습도분포도를 분석하여 온습도센서 태그의 최적의 구역을 구성하기 위한 연구로 일주일 간격으로 총 4회를 30개 구역에서 실시간 측정된 온습도를 분석하였다.

온습도 센서 태그간의 거리가 반격 20m이내는 전혀 온도습도 변화가 없었으며 경사지가 30°이상되는 구역에서는 온도가 0.2℃~1℃정도 편차가 발생하고 습도는 주간에는 별다른 차이는 없었으나 야간시간인 새벽 3시~4시 사이에 5%~13%까지 차이가 있는 것으로 분석되었다.

위치를 추적하여 편차가 발생할 수 있는 지역에 중점적인 설치 선정과 그 외 평균적인 환경 분포도를 유지하는 공간 등을 참고하여 최적의 센서태그 위치를 구성하고 설치를 하였다. 이러한 분석은 과수원 1,950m²내에서는 온도습도 구축 태그가 그동안 개수를 늘리는 형태를 벗어나 10개소 이내가 가장 적합하다는 결과를 얻을 수 있었다.

(다) 안성시 일죽

배 저장실에서는 저장고실내외의 태그 통신 기술검증 하는데 중점을 두었으며 저장고내의 과일박스에 태그를 재 설치하여 농정사이버 선행기술인 과일 저장 중 생리장해 예측프로그램을 적용하고 실행 프로그램의 정밀성을 검증한 결과 문제가 발생하지 않은 것으로 조사되었다.(그림 165)

제한된 공간의 저장고실 내부에 설치한 온도습도 태그를 저장고 외부에 있는 별도에 있는 안방에서 무선 통신은 외벽이 콘크리트 건물과 철판등 소재등의 벽을 통과시키는 허브 안테나를 설치함으로서 상호 통신과 프로그램이 안정되었다.



그림 165 과일박스에 온습도태그 설치

허브의 경우 RS232 통신을 이용하여 컴퓨터에 연결한 후 최대한 건물의벽으로 설치하여 테스트를 진행하였고 구불구불한 능선과 계곡으로 인하여 통신 장애가 발생할 것을 우려했지만 10개의 태그에서 모두 정상적으로 데이터 통신이 이루어지는 것을 확인할 수 있었다.

(4) 결론

이러한 반복된 현장적용 검증은 RFID-USN 노지 및 저온저장고 센서 네트워크 모니터링 시스템 구축 운영과 저장내의 환경과 노지의 환경변화 등을 분석할 수 있는 기반을 조성하였고 이를 토대로 실시간 환경분석과 통신등 다양한 접근성을 분석함으로써 프로그램의 현장 적용성 기술로 안전성을 확보하였다.

기존 지그비 방식에서 발생하는 장애요소를 극복할 수 있는 대안으로 ① 기존 ZigBee 방식의 무선 통신 방식이 아닌 하나의 Control 허브로 대량의 태그 관제와 복합적 연결을 확보하고, ② 허브와 태그거리 노지과수원의 적용성이 최고 640m 이내의 통신을 확보하고, ③ 설치 및 운용력과 확장성, 기능성을 갖춘 솔루션을 보유함으로써 경제성을 획득하고 ④ 태그에 부착된 온도, 습도센서의 안전성과 정밀성이 동시에 검증함으로써 다양한 연구분석과 결실을 얻었다.

노지과수원에서의 환경적 장애요소인 건물, 지형, 기상, 계절등의 열악한 조건에서 허브와 태그간의 통신거리 검증이측정 지형의 한계 내에서 500m ~ 700m까지 실시간 통신이 원활하고 흐린날과 비가 내리는 시간에도 같은 지형과 공간에서의 통신은 두절되지 않고 정상적인 모니터링이 이루어짐으로서 기상변화에 따른 통신장애를 극복함으로써 기대이상의 목표달성을 하였다.

기존 온도습도 태그를 회로를 변경하여 센서를 케이스와 약간 떨어진 돌출형으로 제작 미세한 온도 편차는 광을 차광하는 정밀성에 대한 안전성을 구축하였다. 또한 과실 품질유지를 위한 프로그램을 적용하여 실용성을 검증하여 안정성과 경제성을 제시함으로써 생리장해 예측제어시스템이 현장에 보급될 수 있는 기반을 만들었다.

농정사이버의 선행기술인 과일 저장 중 생리장해 예측프로그램은 무선태그를 과일 저장물 박스안에 설치함으로써 정밀하고 세분화된 생리장해예측을 적용함으로써 향후 농가 현장 실용성 시범사업으로 보급될수 있는 기반을 조성하였다.

과수원 내의 저장고시설의 환경제어반, 냉동기, 유동팬, 가습기, 흡기, 배기등과 연계한 통합 시스템 구축은 저장고 내부의 환경관리의 문제점을 분석하였고 저장고 내부의 온도습도 변화의 실시간 정밀성 검증은 향후 원예산물 장기저장의 효율을 높이는 계기를 마련하였다.

마지막으로, 연구과제 특성상 농가 현장에 설치하고 지속적인 관리가 필요한 내용이라 농가에 시스템 구축 전 사전 협조와 양해를 구하였음에도 불구하고 농가들의 협력이 구하는 데 어려움이 많았다. 일부 농가들의 이해관계와 충돌하여 검증을 부분적으로 수행해야 했고,

반복된 시스템의 철수로 인하여 연구 분석이 지연되었다. 앞으로 유관 연구를 진행함에 있어 농가와 충분한 협의와 긴밀한 관계를 유지하는 것이 필수적이라 할 수 있겠다.

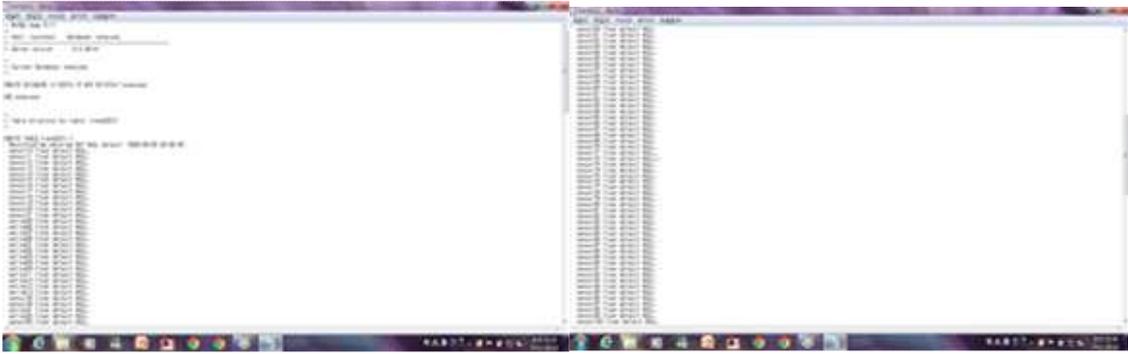


그림 167. 태그 확장 프로그램

앞선 현장적용과 시뮬레이션 검증으로 누구나 손쉽게 D/B구축 통신 소프트웨어를 설치할 수 있으며 시스템에 태그를 자유자재로 등록하고 변경할 수 있는 태그 확장성 기반을 만들어 태그 설치 운영의 경제성에 큰 결과를 얻었다.

추가적으로 확장성, 호환성, 응용력과 기능성을 극대화 할 수 있도록 APM안에 신규로 통신 운영 소프트웨어와 기본틀을 설계하고 제작하여 누구나 손쉽게 기능성과 확장성, 응용력을 두루 갖춘 소프트웨어를 개발하였다.(그림 168)

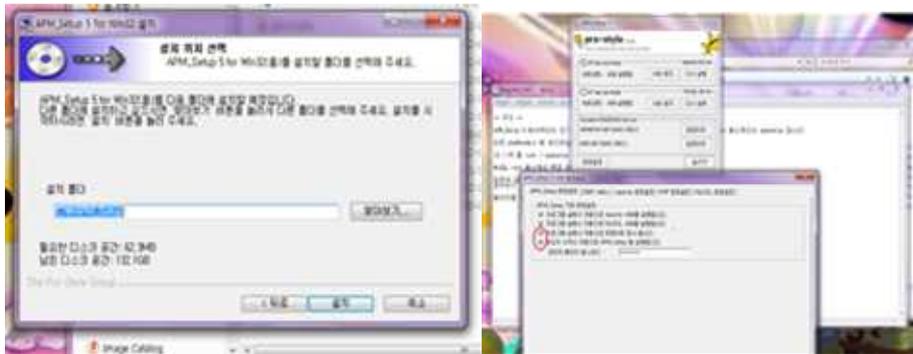


그림 168 신규 개발한 통신운영 소프트웨어

(2) 통신 네트워크 프로그램 보완

본 연구팀이 기존에 개발하여 사용하고 있던 프로그램을 시스템 확장에 맞도록 변경하며 개선하는 작업을 수행하였다.

통신 네트워크 프로그램은 클라이언트가 웹 브라우저(Internet Explorer) 상에서 적용할 수 있도록 구성하고 모든 운영시스템은 마우스로 간단하게 클릭 하여 조작할 수 있도록 시스템을 적용했다.

TznFAPackages는 PC 기반의 자동화 솔루션 개발을 지원하는 Package로써 실시간 제어가 필요한 곳에 이용될 수 있도록 제작되었으며 특히 TCP/IP 프로토콜을 이용하고 Web기반 Client를 채택하고 인터넷이 연결된 곳에서는 Internet Explorer를 이용해 어디서나 별도의 프로그램 설치 과정 없이 서버에 접속하여 모니터링 및 제어를 할 수 있는 것이 특징

이다.

(3) TznFAServer.exe, TznFACtl.ocx

Client OCX와의 통신을 담당하고 각종 컨트롤러들과 통신 및 제어가 가능한 Module들, 보고서 및 Historical Trend에 필요한 DB 저장 Module이 실행되는 서버다.

공유 메모리 및 통신 태그를 편집하여 추가적인 코딩 작업이 없이 실시간 I/O값 통신 및 제어가 가능하도록 구성되어 있으며 Site의 개별적인 요구 조건에 따라 새로운 기능이 쉽게 추가될 수 있도록 COM Interface를 통해 Module을 실행시킬 수 있는 기능을 가지고 있다. TznFAServer.exe와(그림 169)통신하여 실시간으로 값을 받아오고 제어 명령을 보내는 OCX이다. IE 상에서 JavaScript나 VBScript를 이용해서 값을 읽어오고 제어명령을 보낼 수 있도록 Interface를 제공하고 있다.



그림 169 태그 D/B와 실시간 통신하는 프로그램

향후 태그와 PLC가 동시에 통신할 수 있는 모듈을 개발하여 노지과수원을 중심으로 관련되어 있는 모든 시설과 기기 등이 연동할 수 있는 인터페이스와 이러한 Module은 RS232C 통신을 통해 PLC와 각종기기등과 통신을 하는 기능 등이 필요하다.

다. 태양전지를 이용한 일사량 측정모델 개발

(1) 연구개요

농업 생산성 향상을 위해 작물의 생육환경 모니터링이 중요하지만 대부분의 농민들은 고가의 모니터링 장비를 구입하기 어렵다. 특히 본 연구의 목표인 일사량계의 경우 저가의 모델이 3-40만원에 달해 농민들이 부담이 작지 않다. 반면 상대적으로 저렴한 태양전지판은 photodiode와 동일한 원리로 동작하여 그 출력을 이용하면 대략적인 일사량의 측정이 가능하다. 실제 농가에서 필요한 일사량 측정장치는 고가의 정밀한 일사량 측정장치가 아니기 때문에 태양전지판을 이용하여 일사량 측정장치를 만들 경우 상대적으로 저렴한 가격에 보급이 가능하다. 또한, 기개발된 태양전지를 이용한 농업용 센서에도 간단한 장치만을 추가할 경우에 일사량 측정이 가능하도록 만들 수 있어 통합센서 환경에서는 그 비용을 더욱 낮출 수 있다. 본 연구는 일반적으로 무선센서네트워크에서 전원으로 많이 활용되는 태양전지모듈을 이용하여 일사량을 측정하는 방법을 개선하고자 시작되었다. Kim et al. (2012)은 통계적인 방법을 통해 태양전지 모듈을 이용해 일사량을 측정하였지만 RMSE가 $66.671 W/m^2$ 수준이었고 4개월의 상대적으로 짧은 기간의 데이터를 이용한 결과였다. 본 연구에서는 1년치 이상의 데이터를 활용하였으며 인공지능망을 사용하여 보다 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

(2) 연구수행 방법

(가) 원리

광을 태양전지에 조사하면 광이 가지고 있던 에너지가 전자에 전달되어 전자는 보다 높은 에너지 상태로 이동하여 자유전자가 된다. 이때 전자가 있던 자리에 빈공간이 생기는데 이를 정공이라고 한다. 즉 빛 흡수에 의해 전자와 정공이 생성되게 된다. 하지만 이때 생기는 전자와 정공은 오랜 시간 지속되지는 않기 때문에 광기전력효과라 알려진 과정에 의해 생성된 전자와 정공을 접합 양단으로 이동시키게 된다. 이때 양단은 반대 극성으로 대전되어 전압을 형성하게 되는데 이때의 전압을 개방전압(V_{oc})라 한다. 전압이 형성된 양단을 외부 회로에 연결하여 단락시키면 입사광에 비례한 광전류가 외부회로에 흐르게 되는데, 이 전류를 단락전류(I_{sc})라 한다. 그림 170은 태양전지의 일반적인 전류-전압특성곡선이다.

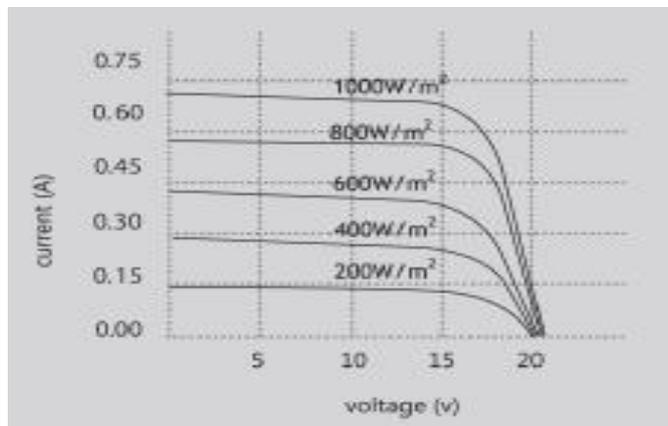


그림 170 사용된 태양전지모듈 (TSM-10M)의 I-V 곡선

태양전지의 출력은 일사량과 비례하여 나타나지만 다양한 환경 조건 (온도, 태양광의 스펙트럼, 모듈의 특성 등)에 의해서 차이가 날 수 있다. 태양전지의 출력에 영향을 줄 수 있는 요소는 태양광의 일사량, 태양전지의 온도, 태양광의 입사각, 태양전지모듈의 설치 각도, 장비의 기계적 혹은 광학적인 비대칭, 직달일사와 산란일사의 비, 태양광의 경로, 일사에 대한 출력의 선형성 등이다. (King and Myers, 1997) 이 외에도 Parretta et al. (1998)는 태양전지 모듈의 덮개의 흡수나 반사, 태양광의 불균일성(편광), 낮은 일사량 등이 태양전지의 출력의 감소를 가져올 수 있다고 하였다. 또한, El-Shobokshy et al. (1993)은 태양전지의 출력에 먼지가 주는 영향을 연구하였다. 이런 다양한 요소 중 일사량을 제외하고 가장 큰 영향을 주는 요인으로 알려진 것이 온도, 스펙트럼의 변화, 태양광 입사각의 변화이다.

(나) 실험장치의 구성

본 실험을 위한 장치는 경기도 농업기술원에 설치되었다. 사용된 태양전지모듈(TSM-10M, SHANGHAI TOPSOLAR GREEN ENERGY CO., LTD., CHINA)은 직렬 연결된 단결정 실리콘 태양전지 36개로 구성되어 10W의 출력을 내는 제품이다. 이 제품의 단락전류온도계수($\alpha_{I_{sc}}$)는 $0.05\%/^{\circ}\text{C}$ 이며, 표준시험조건에서의 단락전류(I_{sc0})는 0.67A이다. 최대 발전 전력

은 10W로 크기 때문에 시멘트저항을 사용하여 높은 전력에도 견딜 수 있도록 하였다. 전류를 측정하기 위해 전류센서(WCS1702, Winson)를 사용하였다. 기준 출력은 입력전압의 절반이며, $\pm 2A$ 를 측정할 수 있다. 내부저항은 0.24Ω 이다. 일사량 측정을 위해서 Photodiode 타입의 일사량계(SYE-420M2007PM4, 신영전자)가 사용되었다.(그림 171)



a) 태양전지모듈 (TSM-10M) b) 일사량계 (SYE-420M2007PM4)

그림 171. 실험장치

(다) 데이터의 수집

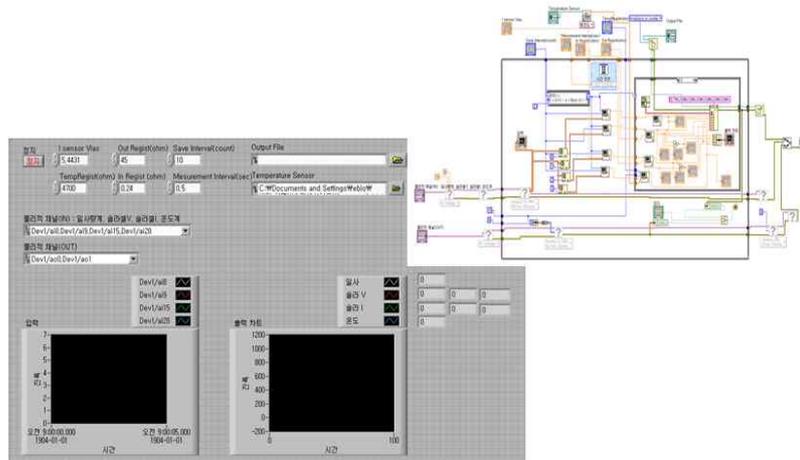


그림 172. 데이터수집 프로그램

그림 172은 Labview 8.5(National Instrument)를 이용하여 만든 측정 프로그램으로, 태양 전지의 단락전류를 수집하여 Mysql (Oracle) 데이터베이스에 자동으로 저장하도록 설계되었다. 수집 주기는 프로그램에서 설정할 수 있으나, 본 실험에서는 매 1초단위로 데이터를 수집하도록 하였다.

태양전지의 단락전류를 제외한 데이터는 매 1분 단위로 측정되어 저장되었으며, 단락전류도 계산을 위해 사용될 시에는 1분간의 데이터 평균을 구하여 사용되었다. 실험장소의 태양의 입사각 및 AM는 식을 사용하여 이론적으로 계산하였으며, 운량정보는 기상청 웹사이트로부터 자동으로 수집하였다.

(라) 인공지능망 학습

인공신경망을 구현하기 위해서 Fast Artificial Neural Network Library 2.1.0 beta (<http://leenissen.dk/fann/wp/>)을 사용한다. FANN은 C를 이용하여 다층 인공신경망을 구현한 오픈소스 인공신경망 라이브러리로 현재 2.1.0 beta가 출시되었다. 15개 언어에서 사용할 수 있도록 바인딩이 되어있으며, 본 연구에서는 Python 2.7.1 (Python Software Foundation)을 사용하여 구현하였다.

또한, 인공신경망은 입력값, 출력값 이외에도 학습률(Learning Rate), 활성화함수(Activation Function), 은닉층의 개수, 은닉 뉴런의 개수등의 설정값이 필요하다. 각각의 실험을 위한 조합은 표 73의 내용과 같이 360가지($5 \times 3 \times 2 \times 3 \times 4 = 360$)로 나누어 5번씩 수행되었으며, 데이터는 매번 랜덤하게 적용하였다.

표 73 인공지능망 학습 설정

Variables	Value	ETC.
Input variable combination (5)	Short current, Temperature	
	Short current, Temperature, AOI	
	Short current, Temperature, AOI, AM	
	Short current, Temperature, AOI, AM, Cloud	
	Short current, AOI, AM, Cloud	
Learning rate (3)	0.5	
	0.7	
	0.9	
Activation function (2)	SIGMOID	
	LINEAR	
Number of first hidden layers (3)	5	
	7	
	9	
Number of second hidden neurons (4)	0	
	5	
	7	
	9	

축적된 데이터는 훈련용, 테스트용, 검증용의 세 그룹으로 나누어 적용하였는데, 각각을 랜덤하게 선택하여 사용하였다. 우선 검증을 위하여 전체 데이터 중 30%에 대한 데이터를 임

의로 선택하고, 나머지 데이터 중 랜덤으로 뽑은 70%를 학습에 사용하고 30%를 테스트용으로 활용하였다.

(3) 연구수행 내용 및 결과

인공지능망 학습의 결과는 표 74와 같다. 표 74은 학습의 결과중 상위 10개를 리스트 한 것으로, 가장 좋은 RMSE값은 53.20123 W/m^2 으로 통계적인 방법을 통한 66.671 W/m^2 보다 더 좋은 값을 보였다. 이는 최대 일사량을 약 $1,000 \text{ W/m}^2$ 수준으로 보았을 때 약 5.3% 수준으로 충분히 적용가능한 값으로 판단된다.

표 74 상위 10개의 테스트 결과

평균인수	RMSE	인수해석			
		입력 인자	러닝 레이트	첫 번째 히든	두 번째 히든
1128	53.20123	4	0.7	9	0
1137	53.33653	4	0.9	7	5
1140	53.41355	4	0.9	9	0
1116	53.51643	4	0.5	9	0
1112	53.64465	4	0.5	7	0
1136	53.67302	4	0.9	7	0
1124	54.00811	4	0.7	7	0
1108	55.13652	4	0.5	5	0
1120	55.30506	4	0.7	5	0
1132	55.62324	4	0.9	5	0

(4) 2차년도 보완

일사량을 측정하는 데 있어 단락전류는 가장 중요한 요인이기 때문에 이 둘 사이의 관계를 조사해 보았다. 맑은 날이 폭 넓은 일사량을 보여주었기 때문에 각 계절을 대표하는 맑은 날 4일을 선택하였다(그림 173). 각 날의 하루 중 평균 운량은 1과 3사이였고, 평균온도는 각 계절의 특정 값을 나타내었다. 그림 173은 1200 W/m^2 의 일사량이 700 mA 의 단락전류와 같은 척도로 그려졌다. 그림 173에 나타나듯이, 단락전류는 일사량과 함께 변화하였다. 그러나 변화의 세세한 양상은 다르게 나타났다.

첫째로, 일사량과 단락전류의 양상이 많이 달랐다. 일사량은 좌우대칭을 보였으나, 단락전류는 하루 중 늦은 시간 쪽으로 편향되었다. 아침의 상대적으로 낮은 대기온도가 단락전류를 더 낮추는데 영향을 미쳤으리라 생각된다. 둘째로, 일사량의 진폭이 단락전류의 진폭보다 컸다. 그림 173에 나타나듯이, 일사량은 오전 8시경에 변동이 많았으나, 단락전류는 그러지 않았다. 여름의 최대 일사량(그림 173(b))이 다른 계절보다 높았기 때문에, 단락전류가 일사량을 변화를 따르지 못하는 경향이 더 강해졌다. 종합적으로, 일사량의 증가가 단락전류의 증가보다 앞서 나타났으며, 단락전류의 증가와 감소가 일사량보다 더 급격하였다. 그러나 이러한 문제에 대해 실험적 모델을 쓰기에는 미정계수의 요인이 많기 때문에 어려움이 있다(Kim et al., 2012). 블랙박스모델인 ANN method는 결정모델을 위한 계수들을 알 필요가 없기 때문에, 미정계수의 요인이 많을 경우에 이 ANN method를 사용하는 것이 적절하

다.

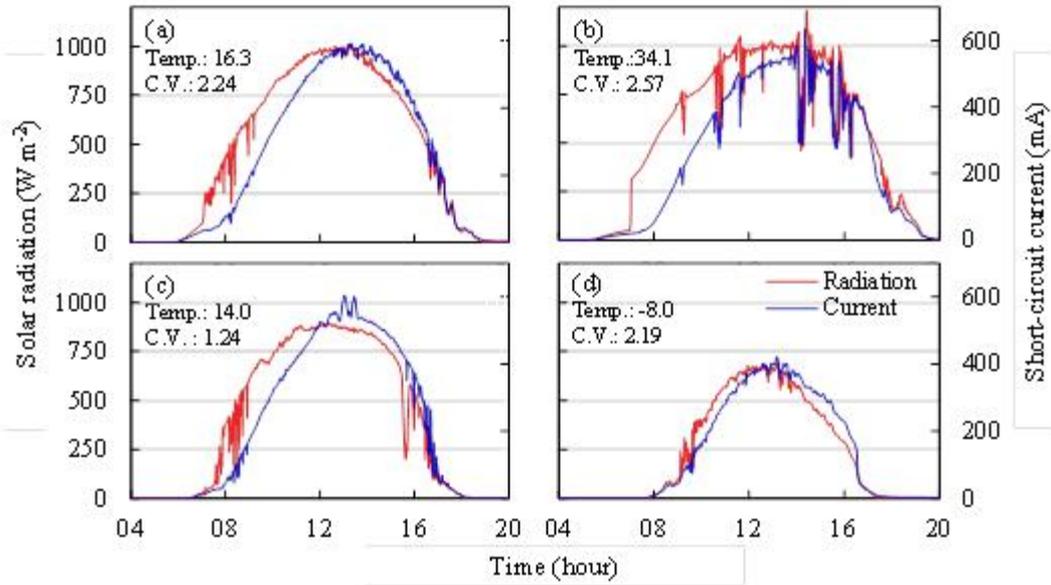


그림 173 일사량과 단락전류의 비교

(a) 2011년 4월 17일, (b) 7월 21일, (c) 10월 1일, (d) 2012년 1월 6일.

Temp.는 하루 중 대기온도의 평균(°C), C.V.는 일조시간중 운량(흐릴 때 10).

이번 연구에서 가장 높은 rank의 SSE는 0.00043보다 작았다. ANN learning이 트레이닝의 SSE와 테스트의 SSE 사이에 10%의 차이를 가지고 진행되었기에, over-learning으로 인한 over-fitting은 극심하지 않았다.

각 학습 주기에 대한 RMSE와 그것의 5번 반복에 대한 평균을 계산하였다. 상위 16개의 ANN 모델에 대한 RMSE의 평균은 $51\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 보다 작았으며, 가장 결과가 좋은 ANN 모델의 값은 $49.60\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 이었다. 이 결과는 RMSE가 $66.67\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 인 회귀모델보다 좋았다(Kim et al., 2012). 표 75은 가장 결과가 좋은 ANN 모델의 설정사항을 보여준다.

표 75 가장 좋은 결과를 보였던 ANN 모델의 설정

Combination of input variables	Learning rate	Activation function	Number of neurons	
			in hidden layer	
			1st layer	2nd layer
IV	0.5	Linear	7	9

일사량 측정을 위한 가장 좋은 ANN 모델을 그림 173에서 선택된 날에 적용해 보았고, MSR과 ESR을 비교하여 그림 174에 나타내었다. 단락전류와 MSR과의 차이와 비교해서 ESR과 MSR의 차이는 많이 줄어들었다. 일사량의 증가와 단락전류의 증가 사이의 차이도 거의 사라졌다. 2011년 4월 17일, 7월 21일, 10월 1일, 2012년 1월 6일의 RMSE는 각각

51.51, 63.32, 70.06, 29.52W·m⁻²로 나왔다.

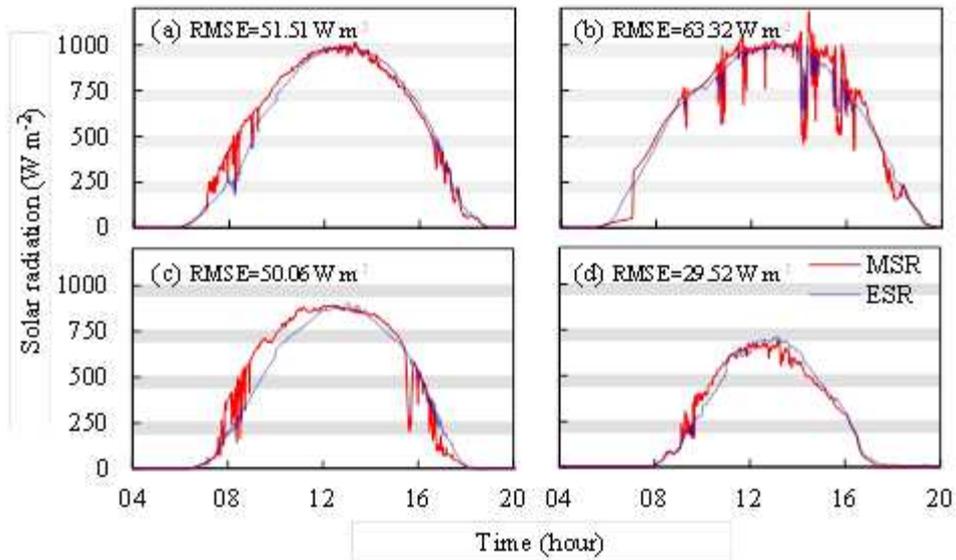


그림 174 MSR과 ESR의 비교

(a) 2011년 4월 17일, (b) 7월 21일, (c) 10월 1일, (d) 2012년 1월 6일.

그림 175은 가장 좋은 ANN 모델의 하루 중 RMSE의 분포를 달 단위로 박스플롯을 이용하여 나타낸 것이다. ANN모델이 합리적으로 1년 동안 결정되었지만, 이 모델의 오차 분포는 더운 계절에 더 넓게 나타난다. 2011년 8월과 9월, 10월의 RMSE 중앙값은 50W·m⁻²보다 컸다. 또한 그림 175은 2011년 4월과 7월, 2012년 2월과 4월에서 총 5개의 이상치를 보여주고 있다. 2011년 7월의 RMSE 중앙값이 50W·m⁻²보다 작지만, 윗 사분위값(upper quartiles)이 2011년 10월 보다 컸다. 그리고 윗 사분위값과 아래 사분위값의 범위가 2011년 7월, 8월, 9월에 크게 나타났다.

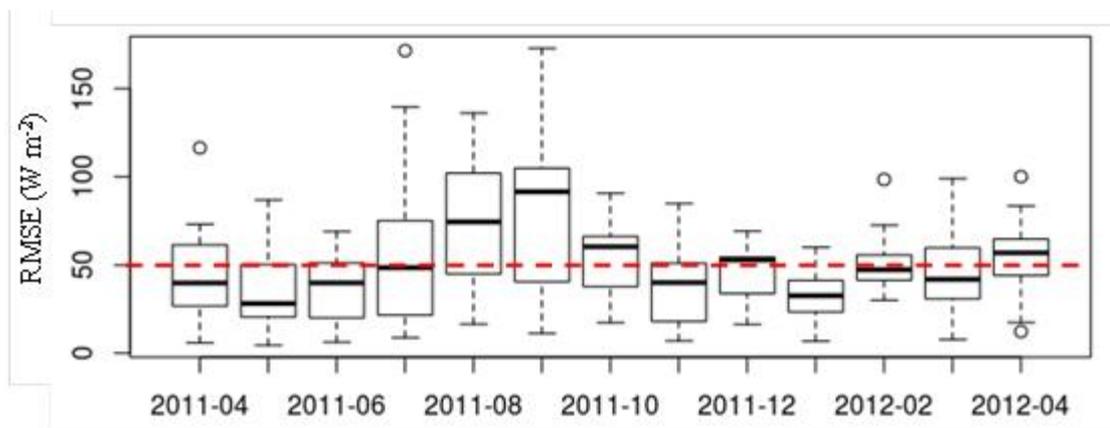


그림 175 월별 RMSE 분포

온도가 태양전지모듈에 영향을 주기는 하지만, 온도가 이러한 오차의 주된 요인이 될 수는

없다. 그림 176는 2011년 7월과 8월, 9월의 하루 중 평균 온도와 RMSE사이의 관계를 보여준다. 7월과 8월은 온도가 증가할수록 RMSE도 같이 증가하였다. 하지만 9월은 20°C와 35°C사이에서 RMSE가 비슷한 값을 가지는 경향을 띄었다.

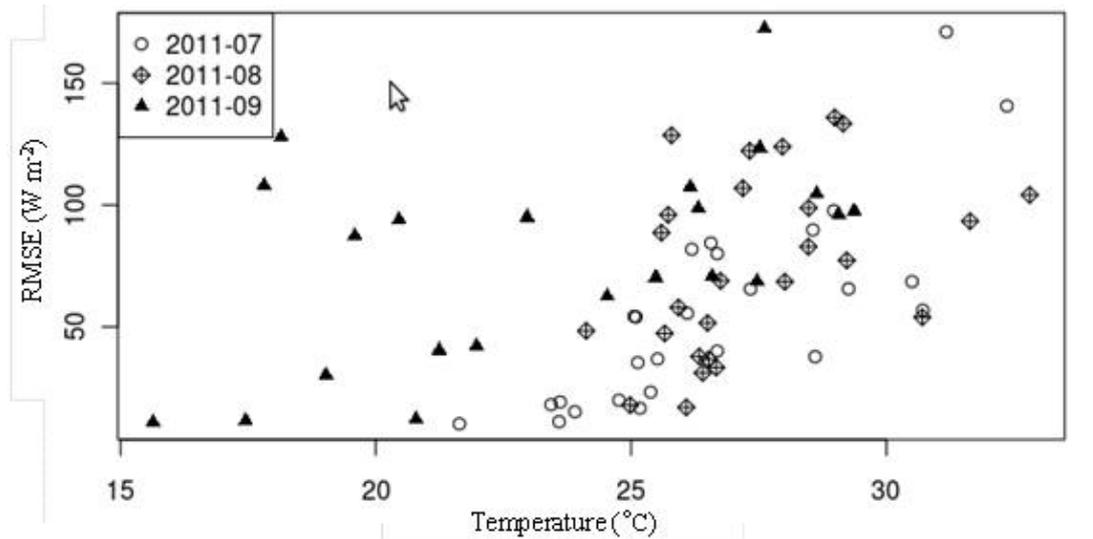


그림 176 대기온도와 RMSE사이의 관계

오차의 주된 원인을 찾기 위하여 하루 중 MSR과 ESR의 분산을 검토해 보았다. 그림 177은 2011년 7월 19일의 MSR과 ESR의 하루 중 분산을 보여준다. 7월 19일은 RMSE가 ANN 모델 중 가장 안 좋은 값인 $172.52\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 였다. 그림에 나타나 있듯이, MSR의 갑작스런 변화가 많이 있었으며 ESR이 이러한 변화들을 따르지 못하고 있다.

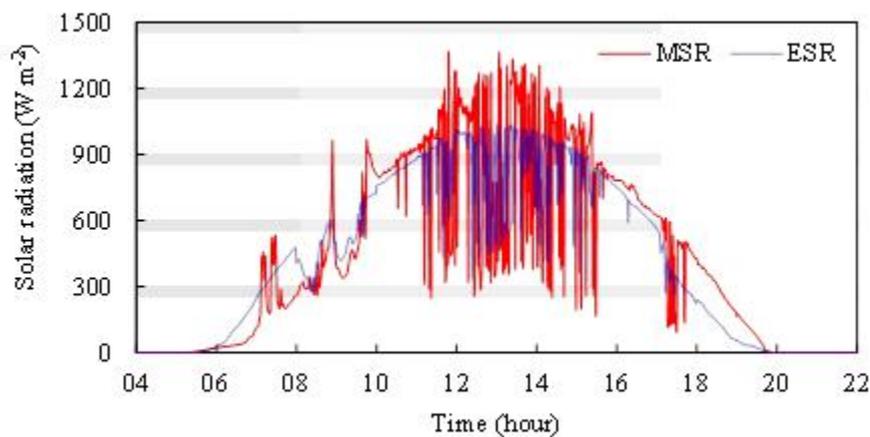


그림 177 2011년 7월 19일 급작스런 일사광의 변화로 ANN 모델의 가장 안 좋았던 경우

MSR의 변화와 RMSE사이의 관계를 확인하기 위하여, MSR의 RMSC를 계산하였다. RMSC는 RMSE의 간단한 변형이며, MSR이 하루 동안 얼마나 변동하는지 나타낼 수 있다.

$$RMSC = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=2}^n (MSR_i - MSR_{i-1})^2}$$

n은 데이터 포인트의 개수 이고 MSR은 측정된 일사량이다.

그림 178은 RMSC와 RMSE 사이에 정비례관계를 보여준다. RMSC가 약 $150 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 일 때, RMSE는 $200 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 을 넘었다. 더 큰 RMSC는 일사량의 더 큰 변동을 나타내고 높은 RMSE는 낮은 정확성을 의미하기 때문에, 그러한 날에 ANN 모델은 정확한 일사량을 예측하지 못하였다.

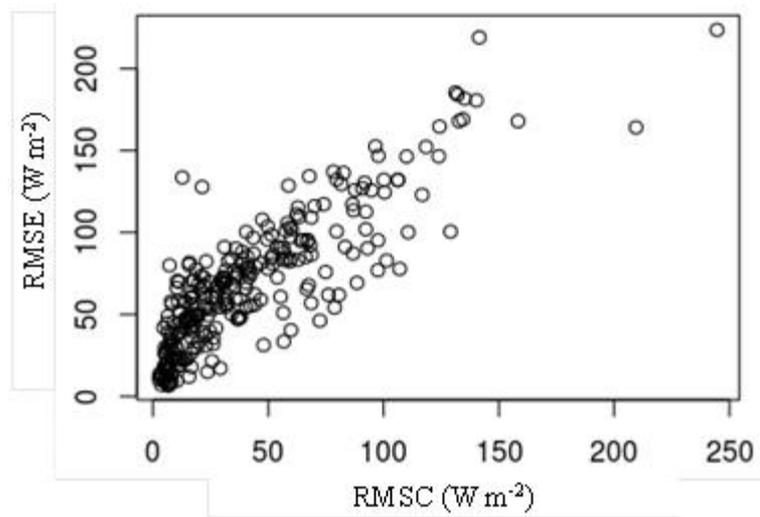


그림 178 RMSE와 RMSC사이의 관계

그림 179은 RMSE와 운량 사이의 관계를 보여준다. 운량은 구름에 의해 가려진 하늘의 부분을 나타내는 지표이다. 운량이 0이면 매우 맑은 날이고 10은 매우 흐린 날을 뜻한다. 일사량이 변동할 확률은 아주 맑은 날이나 아주 흐린 날에 낮았다.

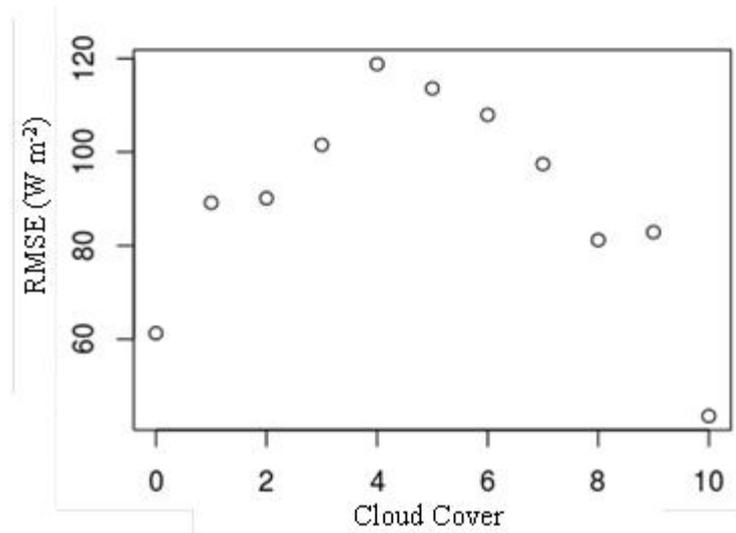


그림 179 RMSE와 운량사이의 관계

이 현상의 주된 요인은 태양광에 의해 접촉되어 가려진 영역의 차이 때문이다. 수평면일사량의 가려진 부분은 태양전지모듈의 가려진 부분보다 훨씬 작았다. 그러므로 아주 작은 면적에서의 일사량의 변화는 태양전지모듈에 비해 무시될 수 있다. 이것은 ANN 모델의 민감성이 일사량의 변동에 비해 상대적으로 낮아도 됨을 의미한다. 그럼에도 이 모델의 농업적 사용은 부정적 영향을 미치지 않을 것이다.

ANN 모델이 일사량의 급작스런 변화를 추정하는 것이 어려울지라도, 적산 일사량은 매우 정확하게 추정될 수 있다. 그림 180은 그림 176에서 묘사된 날의 적산 일사량을 보여준다. 최종 적산 일사량의 MSR $472.8\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 이고 ESR은 464.2였다. 적산 일사량에 대한 ANN 모델의 추정 오류는 1.82%로 계산되었다. 적산 일사량은 농업적 사용에 중요한 요소이기 때문에(Linker & Seginer, 2003; Rosales et al., 2006), 이 모델은 일사량이 많이 변동하는 날에도 유용할 수 있다.

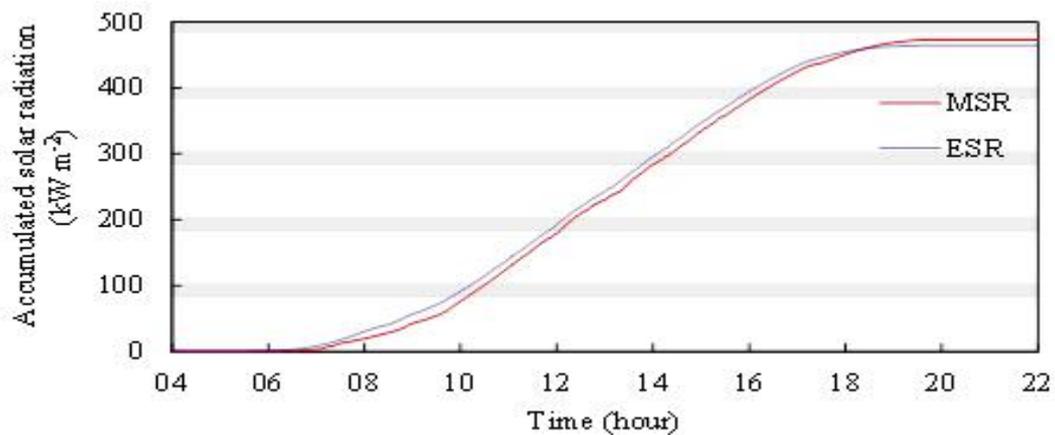


그림 180 가장 안 좋은 RMSE를 가진 날의 적산 일사량의 MSR과 ESR의 비교

이 결과를 축적 MSR 값을 사용하는 다른 연구와 비교하는 것이 가능하였다. Elizondo et al. (1994)는 매일 일사량을 추정하는 ANN 모델을 개발하였고 RMSE는 2.92에서 3.64 정도 이었다. Dorvlo et al. (2002)는 RBF와 MLP를 이용하여 일사량을 추정하였다. RBF의 최소 RMSE는 $0.83\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{day}^{-1}$ 이었고 MLP의 최소 RMSE는 $1.01\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{day}^{-1}$ 이었다. 그러나 평가 데이터 세트를 이용하여 계산된 일간 적산 일사량의 평균 RMSE는 $0.182\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{day}^{-1}$ 이었다. 이 결과는 다른 모델들과 비교해서 매우 개선되었고 할 수 있다.

마. 솔라셀 노드 개발

(1) 연구개요

농산물의 생산성 향상을 위해서는 작물의 생육환경정보 모니터링이 중요하다. 이 중 일사량은 작물의 광합성에 미치는 중요한 요소 중 하나이고, 수확 시기 등을 예측하는데 필요한 정보를 제공할 수 있다. 하지만 시중의 일사량계는 고가이기 때문에 농가에서 활용하기에는 다소 경제적 어려움이 있다. Photodiode와 같은 원리로 동작하는 태양전지모듈은 그 단락 전류가 일사량과 관련이 있는데, 이를 이용하면 대략적인 일사량 측정이 가능하다. 따라서 태양전지모듈은 일사량계에 비해 그 가격이 저렴하기 때문에 이를 활용하면 농가에 저렴한 가격으로 보급이 가능하다. 또한 태양전지모듈을 활용하면 다른 환경 센서에 대한 전원으로 활용할 수 있다. Kim et al.(2012)은 통계적인 방법을 통해 태양전지 모듈을 이용하여 일사량 측정을 시도한 바 있다.

태양전지의 출력은 일사량과 비례하지만 일사량, 태양전지 온도, 태양광 입사각, 설치 각도, 직달일사와 산란일사 비, 태양광 경로 등에 따라 차이가 발생할 수 있다(King and Myers, 1997). 또한 모듈 덮개의 흡수나 반사, 편광, 낮은 일사량이 태양전지의 출력을 감소시킬 수 있고(Parretta et al., 1998), 먼지 또한 영향을 줄 수 있다(El-shobokshy et al., 1993). 이번 연구에서는 이러한 환경 조건은 배제하고 환경정보측정에 태양전지를 활용하기 위한 것을 우선적으로 수행하였다.

이 연구는 태양전지를 활용하여 별도의 전원을 사용하지 않는 센서태그의 개발에 관한 연구이다. 본 연구는 기존에 생산되는 센서태그와 자체 제작한 하이브리드 모듈을 결합하여 새롭게 구성한 태양전지노드 시스템이다. 태양전지노드시스템은 기존의 태양전지를 일사량을 측정하는데 사용함과 동시에 다른 환경 센서에 대한 전원공급 역할을 하도록 하는 연구의 연장선상에 있으며, 실제로 시스템을 구성하여 농업환경정보 수집에 태양전지를 적극 활용하는데 있다. 본 연구에서는 ASN 405T (주에이에스엔, 대한민국)를 개조하고, 하이브리드 모듈을 개발 결합하여 태양전지노드 시스템 개발을 하였다.

(2) 연구수행 방법

(가) 센서태그 개조

본 연구에서 활용한 ASN 405T (그림 181)는 무선 온도, 습도 측정기로 듀얼 채널 온습도 센서가 내장되어 있고, 내부에 AAA건전지를 전원으로 활용한다. 무선통신을 통해 온도와 습도, 배터리잔량의 세 정보를 라우터로 전송하면 라우터에서는 시리얼통신으로 PC로 전송한다. ASN 405T의 주요 제원은 이하와 같다.



그림 181 ASN 405T 외형

제품 외관	
크기	52 X 82 X 28 mm
무게	118g(AA 2개 장착 시)
케이스 재질	강화 PVC
안테나	외부 안테나
제품 성능	
통신 방식	RS232
동작 온도	-40°C ~ +85°C
무선 성능	
주파수 범위	422Mhz~433Mhz
감도	-121dBm
전송 거리	1Km(개활지 기준)
상대 습도	
동작 범위	0 ~ 100% RH
분해능	0.04%RH
오차 범위	±2.0%RH (20 ~ 80%) : ±3.0%RH
온도	
동작 범위	-40 ~ 125°C (-40 ~ 257°F)
분해능	0.01°C
오차 범위	±0.3°C (20 ~ 50°C) : ±1.0°C

그림 182 ASN 405의 주요 제원

본 연구팀에서는 위 센서태그가 배터리로 운용되며 배터리 잔량도 전송한다는 점에 착안하여 배터리를 태양전지-배터리로 교체하고 배터리 잔량 정보 전송 대신 태양전지의 단락전류를 전송하도록 하였다.

(나) 하이브리드보드의 제작

태양전지는 배터리에 연결된 상태이기 때문에 태양전지의 단락전류를 측정하기 위해서는 스위치 기능을 가진 모듈의 제작이 필요하다. 즉 전류센서에 필요한 전원이 입력되는 경우에만 태양전지의 단락전류를 측정하고, 그 외 시간에는 태양전지가 배터리와 다시 연결되어 배터리를 충전하는데 활용하는 역할을 하도록 하여야 한다. 즉 신호가 오면 충전라인을 끊고, 센싱라인으로 연결되는 모듈을 제작하였다.

제작한 하이브리드 모듈과 센서태그, 태양전지솔라셀 등과의 연결 상태는 그림 183과 같다. 태양전지솔라셀의 경우 배터리 충전 및 일사량 측정을 위한 단락전류 생성을 위하여 사용하고, 하이브리드 보드의 경우 평상시에는 태양전지솔라셀에서 발생한 전류를 배터리로 보내주다가 센서태그에서 신호를 받으면 태양전지의 단락전류를 센서태그로 보내주는 역할을 담당하게 된다. 컨트롤러의 경우 배터리에서 태양전지솔라셀로 역전압이 발생하는 것을 막는 다이오드 역할을 수행한다. 센서태그에서 3.3V 신호를 하이브리드모듈로 보내면, 하이브리드모듈은 태양전지모듈과 컨트롤러의 연결을 끊고 센서태그와 연결한다. 센서태그는 수집된 단락전류 정보를 자체적으로 측정하여 온도, 습도 정보와 함께 컴퓨터에 연결되어 있는 라우터로 전송한다.

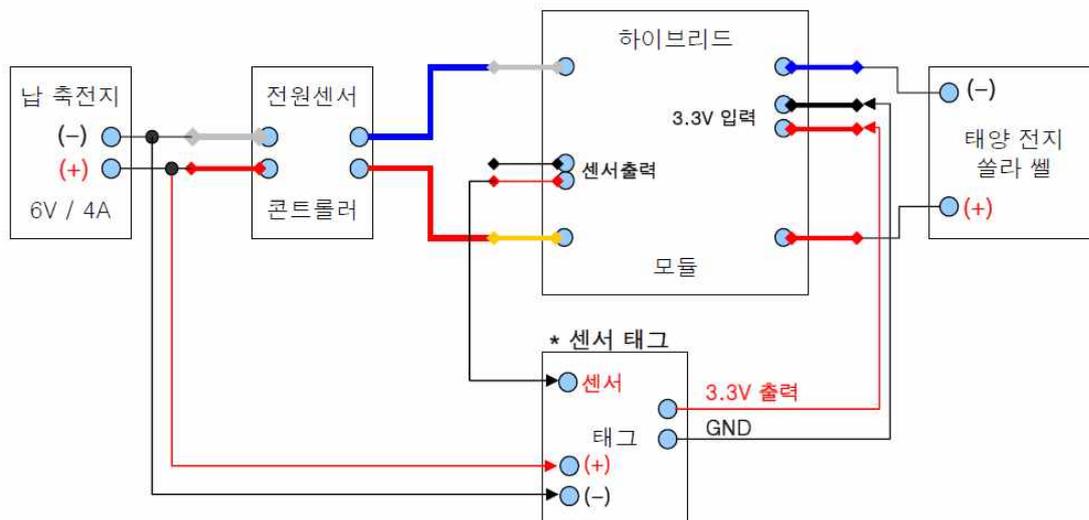
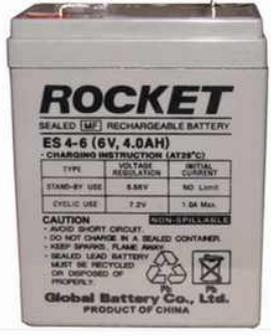
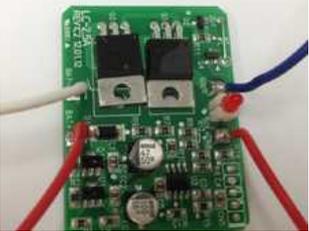


그림 183 솔라셀노드의 연결회로도

모듈 제작 전에 사용하고자 하는 태양전지모듈과 배터리를 설정하였다. 태양전지모듈과 배터리, 다이오드 역할을 하는 컨트롤러의 외관과 주요 제원은 이하와 같다.

표 76 하이브리드 모듈을 구성하는 태양전지모듈과 관련 품목 제원과 외관

구분	제원	외관
태양전지 모듈	SCM 1.7W Max Power 1.7W Max Power Voltage 9.0V Max Power Current 190mA Open-Circuit Voltage 11.0V Short-Circuit Current 205mA	
배터리	ROCKET ES 4-6 (6V, 4.0AH)	
컨트롤러	LC-45 6V	

(다) 성능 테스트

실험실에서 하이브리드 모듈의 테스트를 통하여 작동상태를 파악하고 야외 설치를 위한 장비를 마련하여 야외에 설치하고 작동상태를 파악하였다. 온도, 습도 측정을 위한 ASN 405T를 삽입한 간이백엽상을 준비한 뒤 그 위에는 고정용 판을 이용하여 태양전지솔라셀을 고정하고 하단에는 아크릴을 이용하여 제작한 사각케이스를 결합하였다. 사각케이스 내부에는 태양전지모듈과 배터리, 컨트롤러, 개조한 센서태그를 삽입하였다. 태양전지솔라셀과 하이브리드보드의 회로 연결의 경우 야외에 설치해야 하는 특성상 전선의 외부 노출을 피하기 위하여 간이백엽상에 홈을 가공하고 내부를 관통시켜 연결하였다. 솔라셀 노드와 거치대(알루미늄 프로파일, 높이 1200mm와 800mm)을 2기 제작하여 서울대학교 농업생명과학대학 건물 옥상에 설치하였고 라우터와의 거리는 약 30m 정도였다. 솔라셀노드를 24시간 운영하며 온도, 습도, 일사량 계측을 위한 단락전류를 지속적으로 측정하였고, 라우터와의 통신은 1분에 1회 이루어졌다. 또, 태양전지모듈을 통한 전원공급 기능을 테스트하기 위하여 매일 솔라셀 노드 내부의 배터리 전압을 측정하였다.



그림 184 솔라셀 노드 외형

(3) 연구수행 내용 및 결과

(가) 센서태그 활용

제작한 센서태그와 해당 노드를 모니터링 하는 프로그램에 대한 사용법은 이하와 같다.

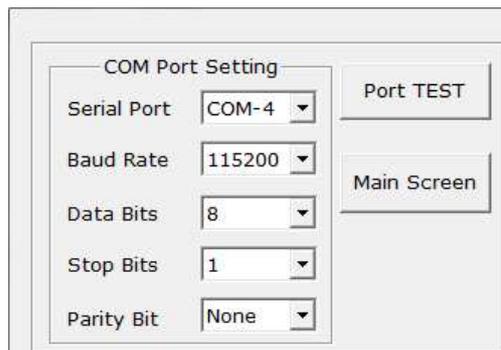


그림 185 Com 포트 설정 창

- 1) serial to USB를 활용하여 PC와 연결
- 2) Serial Port를 올바르게 설정하고, Baud Rate은 115200으로 설정
- 3) Main Screen을 누르면 이하와 같은 그림이 뜬다.

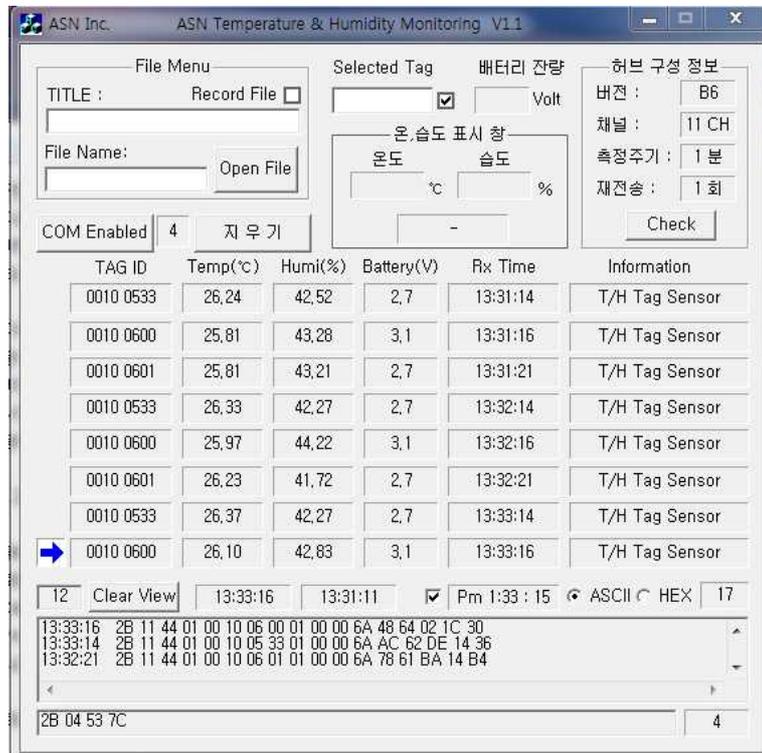


그림 186 모니터링 프로그램 실행 화면

- 4) 허브 구성 정보는 우측 상단에서 확인할 수 있다.
- 5) 태그에서 전송하는 정보는 중앙에서 온습도 값과 태양전지 단락전류값이 출력된다.

ASN 센서태그는 허브를 설정하는 프로그램도 보유하고 있다. 사용법은 이하와 같다.

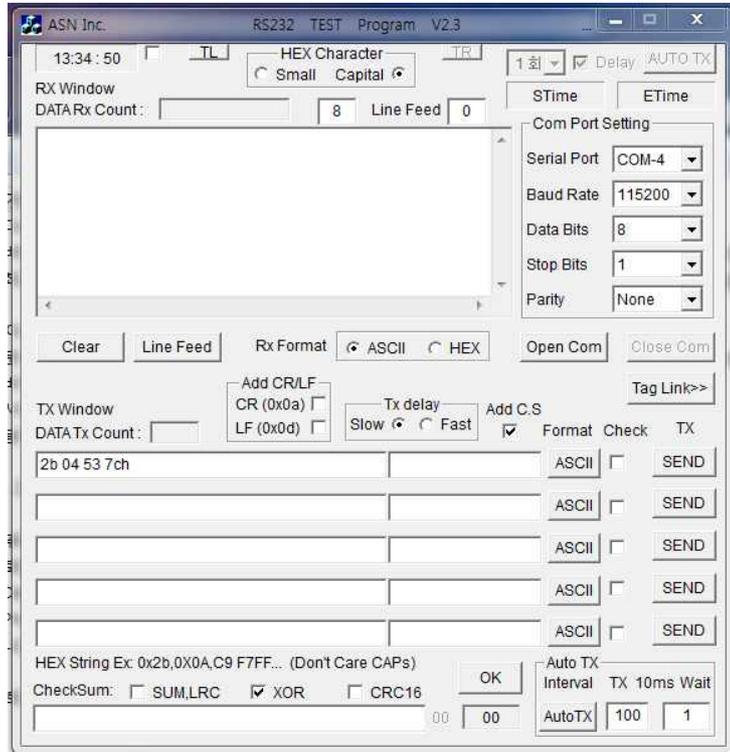


그림 187 ASN 센서태그 허브 설정 프로그램

HEX 방식으로 전송과 수신을 하도록 되어 있다. 각각 커맨드창에 지정된 명령을 입력하고 전송하면 허브 상태를 요청하거나 허브 구성에 대한 명령을 내릴 수 있다. 이를 통해 송수신의 재시도 횟수나 채널을 설정할 수 있다.

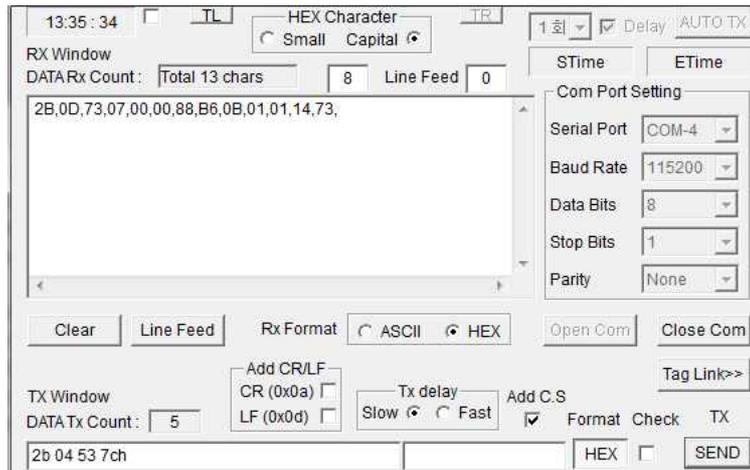


그림 188 커맨드창에 입력 후 모습



그림 189 명령어 전송 모습 (HEX타입)

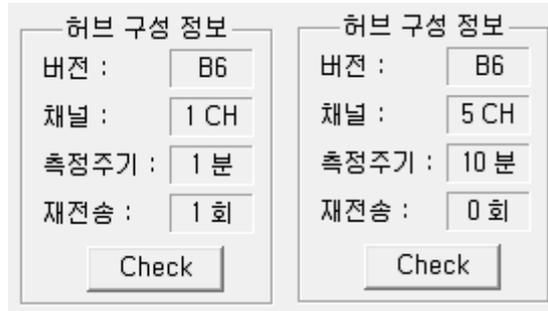


그림 190 실제 허브 설정을 바꾸기 전
과 후

(나) 하이브리드 모듈 제작 결과

제작한 하이브리드 모듈의 조건은 다음과 같다. 첫째로 평소에는 충전라인이 연결된 상태로 태양언지는 태양전지 컨트롤러와 연결된다. 그리고 ASN 405T에서 제공하는 3.3V, 10mA의 신호가 들어오면 충전라인을 끊고, 센싱라인을 연결한다.

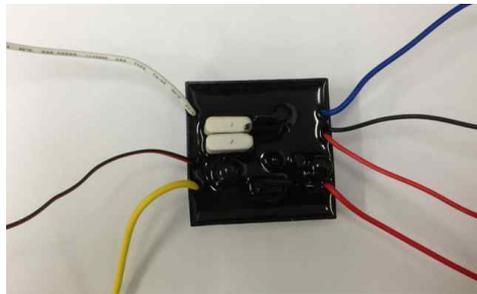


그림 191 스위치 모듈의 외관

제작한 하이브리드 모듈의 외관은 그림 191과 같다. 총 8개의 단자를 갖고 있으며 오른쪽 파란선 부터 시계방향으로 태양전지 입력부(-), GND, 3.3V, 태양전지 입력부(+), 태양전지 출력부(+): 컨트롤러 연결부, 태양전지 단락전류 측정 후 전압 형태 신호 출력부, GND, 태양전지 출력부(-): 컨트롤러 연결부이다.

(다) 성능 테스트 결과

위 하이브리드 모듈을 활용하여 실험실에서 시범 운용을 수행해보았다. 그 결과 오전 10시 반에서 오후 1시경 최대 전압(3.2359V)가 출력되었고, 오후 6시반경 이후부터는 최소 전압(0.0055V)이 출력되었다. 또한 스위치의 정상작동을 확인하였다.

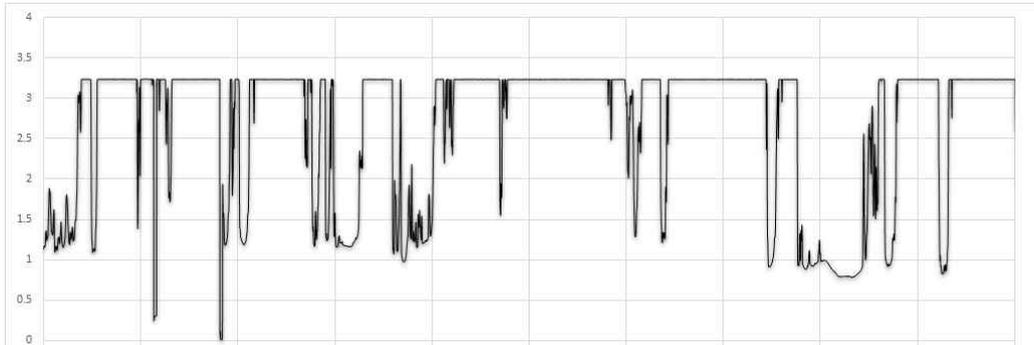


그림 192 제작한 스위치모듈에 기반을 둔 태양전지노드 Version 1 테스트 결과

야외에 설치하고 한달 동안 데이터의 수집 및 작동상태를 테스트 한 결과 데이터 수집은 일일 중 수회정도 데이터 송수신에 실패한 경우 외에 정상적으로 작동하는 것을 확인할 수 있었다. 우천이나 강우 환경에서도 이상없이 작동하는 것을 확인할 수 있었다.

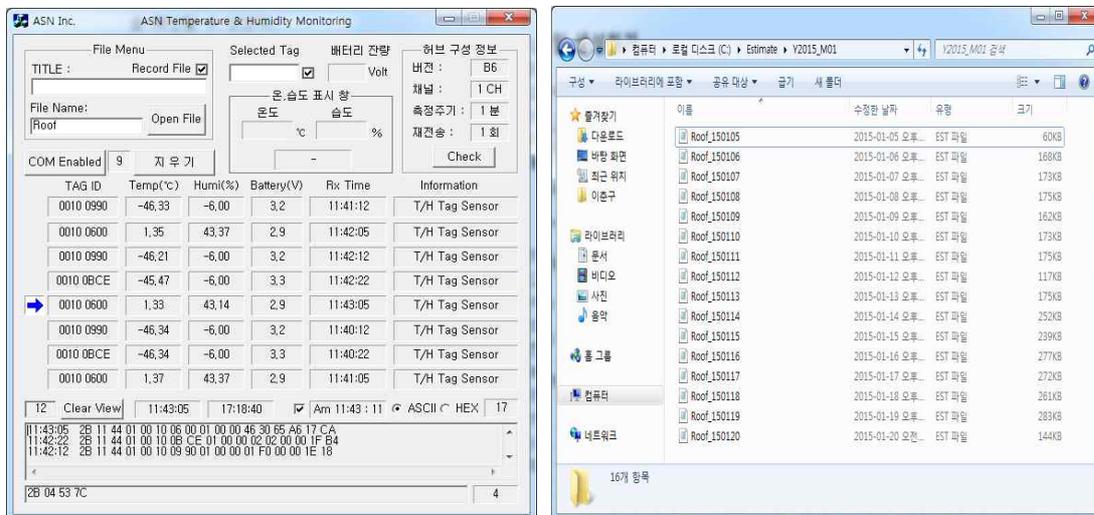


그림 193 솔라셀 모듈로부터 데이터 수집

솔라셀 노드의 전압을 측정하고 연구용 설치시에 전압은 6.45V였고 일기상황에 따라 ± 0.3 이내의 범위에서 변화하였으며 마지막 측정시 6.5V를 나타내었다. 즉 본 센서노드의 경우 지속적으로 데이터를 수집하고, 그 정보를 라우터로 전송하는 작업을 수행하였지만 태양전지모듈에서 발생하는 충전량으로 그 공급을 충분히 담당할 수 있음을 확인할 수 있었다. 이는 전원공급이 어려운 과수원 등의 노지환경에서 기상환경을 측정함에 있어 다양하게 활용할 수 있는 가능성을 확인할 수 있었다.

(4) 결론

본 연구를 통해 기존 센서태그와 하이브리드 모듈을 제작하여 실제 태양전지의 단락전류를 측정하는 테스트까지 진행하였다. 기존 센서태그는 온도와 습도를 측정하여 무선으로 전송할 수 있으며, 배터리 잔량도 체크하여 허브로 전송하는 역할을 한다. 본 연구팀에서는 배

터리 잔량 체크 부분을 태양전지 단락전류 측정값으로 전환하였다. 태양전지와 배터리의 연결을 끊고 태양전지의 단락전류를 측정하기 위한 하이브리드모듈도 제작하였다. 제작한 모듈을 테스트한 결과, 최대 전압이 약 3.24V로 정상적으로 출력되었고, 최소 전압은 약 0.0055V로 나타났다. 최대 전압은 기존 센서태그에 허용되는 최대 전압인 3.3V보다 작으므로 연동하여 활용이 가능하다. 또한 모듈의 스위치 기능이 작동하는지를 확인하였으며 노지 환경에서 한달 이상 작동을 테스트 하였으나 기상 환경에 상관없이 정상적으로 작동하는 것을 확인할 수 있었다. 전원공급 측면에 있어서도 태양전지 모듈을 통하여 장치의 연속적인 운용에 필요한 전원 공급이 충분하다는 것을 파악할 수 있었고 향후 노지나 과수원 등에 기상 상황을 측정하는 장치를 기존의 일사량계에 비하여 저가에 공급할 수 있을 것으로 예상할 수 있었다.

3. RFID-USN을 이용한 환경 제어 및 네트워크 호환성 검증

가. 저장고 신선도 유지 위한 환경제어 프로그램 개선 및 검증

(1) 연구개요

저장고 내의 신선도 유지를 위한 프로그램 적용 환경관리 목표설정은 현장중심의 실태를 분석한 자료의 설계안으로 기본적인 온도설정 제어는 기존 제어반에 단순 온도조절 설정을 탈피 컴퓨터에 의한 정밀제어방식으로 온도편차도 현재의 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 편차를 최소화하여 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 내외에서 운영할 수 있도록 하고 저장고내의 환경과 연동한 기기 등은 냉방기를 중심으로 배기, 흡기, 가습기, 유동팬 등으로 구성하여 개발하고 종합적인 프로그램을 응용하였다.

(2) 연구 방법 및 내용

냉방기의 제어방식은 변온관리는 8단계로 설정 하도록 하고 흡기, 배기는 온도, 습도, CO_2 , 습도, 시간과 연계하며 유동팬은 냉방기, 온도편차, 가습기와 구성되며 가습기는 실시간 습도와 연동하여 제어될 수 있도록 했다.

저장고에 설치된 서버를 통해 제어반과 온도, 습도, CO_2 센서 등이 연계한 환경현황과 냉방기, 환풍기, 유동팬, 가습기 등의 운전 상태를 확인, 계측, 감시, 조작하고 각종기기와 연계한 저장고 이상시 핸드폰 음성경보와 각종 경영환경자료 분석 등 누구나 손쉽게 운영할 수 있는 시스템으로 구축하고 실용성을 검증하였다.

(3) 연구 수행 결과

- * 현재 진행되고 있는 저온저장고내의 온도, 습도, CO_2 등 환경계측 실시간 분석.
- * 냉방기, 흡기, 배기, 유동팬, 가습기 등이 개별 프로그램 응용에 의한 자동 운전.
- * 냉방기, 흡기, 배기, 유동팬, 가습기 등은 온도와 온도, 습도, CO_2 편차 적용 정밀제어.
- * 흡기, 배기는 온도와 습도, CO_2 편차 적용 자동제어와 1일 자동 개폐 제어 프로그램.
- * 정전시 프로그램은 지워지지 않고 복귀된 시간 적용 프로그램으로 정상 운전.
- * 저온저장 환경관리의 온도, 습도, CO_2 등 데이터나 일보, 월보 등 확인, 보관.
- * 서버 고장 시 정상 운전, 시스템이 고장이면 기존 제어반에 의한 자동 운전

또한 노지 배 과수원 내에 풍향, 풍속, 일사, 감우센서등 기상센서를 설치 실시간 모니터링을 하여 실시간으로 측정되는 시스템을 설계 하고 저장고 환경관리를 현장중심의 분석을 통한 전체 기기 구성과 프로그램으로 설계하여 현재까지의 저장고환경관리 장점과 응용성을 최대한 살려 프로그램을 구성하여 개발된 응용 프로그램을 현장에 적용했다.(표 77)

표 77 저장고 환경변온관리 적용 프로그램

구 분	실태연구 조사	연구 분석 방향설정
자동화	반자동	무인 자동화
확인 감시	무	인터넷을 이용한 감시체계
기기제어	수동	인터넷에서 제어
온도 제어	온도조절기로 설정	컴퓨터 설정
온도 편차	± 2℃	± 0.2℃
습도 제어	수동	가습기와 연계 제어
기기연동	1냉방기로 전체 적용	냉방기,환풍기,가습기,유동팬,CO ₂
냉방기동작	제어반 온도조절기로 설정제어	변온 설정제어
변온관리	무	8단계 변온제어
흡기,배기	무	온도, 습도, CO ₂ , 시간
유 동 팬	무	온도, 습도, 시간
가 습 기	무	습도, 시간
센서 설치	온도1곳	온도2,습도,CO ₂
기기 조작	제어반 스위치 조작	웹상에서 제어
핸드폰경보	무	음성경보(정전,온도이상,기기고장)
정전후 복귀	정지	정상운전
자료 분석	무	저장환경 일,월,연보 출력 및 보관

또한 저장고내의 환경관리시스템 개발은 인터넷상에서 구현할 수 있는 통합 네트워크 운영 시스템의 기능을 효율적으로 살리기 위해 전체 구성요소로 설계 하였다.

○ 메인 페이지는 저장고내의 온도, 습도, CO₂등의 실시간 계측환경이 한 화면에서 구성되며 냉동기, 유동팬, 가습기, 흡기,배기등 기기 등의 동작을 한곳에서 점검, 확인, 감시, 제어, 설정을 쉽게 운영하도록 했다. (그림 194)



그림 194 메인 페이지의 형태

저장고 내의 설비들(냉방기, 냉방팬, 제습기, 유동팬, 가습기, 흡기 배기 등)을 마우스로 운

전과 정지를 간단하게 클릭하여 조작할 수 있도록 구성하고 각종 센서의 확인을 점검하는 상태 유무를 동시에 확인이 가능하며 현재 기기의 움직임을 한눈에 알 수 있다. 또한 모니터링 화면은 저온저장내의 현재 온도 좌·우, 평균온도, 습도, CO₂량 등과 USN온습도센서 저장고내 20개소, 과수원 10개소 등 통합 30개소의 실시간 측정치를 전 화면에서 볼 수 있다.

○ 냉방기 제어: 저장고내의 각종 센서와 냉방기가 연계하여 10단계 변온관리시스템이 적용하는 시스템과 개별기기 제어설정, 조절, 수정, 제어, 감시하는 시스템이다.

냉방기 제어											
작동설정	설정일	10일	9일	8일	7일	6일	5일	4일	3일	2일	1일
냉방기 감시종	10일	18°C	11°C	8°C	5°C	0°C	0°C	0°C	0°C	0°C	1°C
냉방기 작동경사											
냉방기 작동	작동면치	현재온도	계정온도	설정온도	비례면치						
냉방기 작동		1°C	1.8°C	2°C	1°C						

그림 195 냉방기 제어 페이지

○ 환풍기 제어 저장고 내에 설치한 환풍기(흡기,배기)를 CO₂ 측정치와 연계하여 흡기, 배기를 자동으로 조절한다. 환풍기가 작동시간만큼 작동하고 대기시간동안 정지하는 구조이고 작동 중에도 CO₂ 센서의 값이 편차 이내로 내려가면 멈춘다.

환풍기 작동정지 (스위치 수동)					
환풍기					
환풍기 작동	시작시간	종료시간	탄산제어지점	현재탄산량	<제어면치입력
환풍기 작동	900	2000	탄산 설정	860 ppm	10000ppm

그림 196 환풍기 제어 페이지

○ 가습기는 현재의 습도를 실시간으로 측정하여 가습을 보충하는 프로그램으로 설계하였다. 가습기가 작동시간 만큼 작동하고 대기시간에 멈추는 방식으로 작동하고 작동 중에도 습도 센서의 값이 편차 이상으로 상승하면 멈춘다.

가습기 작동중 (습도에의한작동)					
가습기					
가습기 작동/수동	현재습도	제어면치입력	적용	대기	대기
가습기 작동	80%	80%	20 초		130 초

그림 197 가습기 제어 페이지

○ 유동팬은 저장고내의 온도센서 좌우를 실시간으로 측정하여 온도편차를 적용한 프로그램과 습도, 온도변화에 따른 시스템이 연계하여 운전한다. 유동팬이 동작시간 만큼 작동하고 대기시간 동안 정지하는 구조이고 작동 중에도 온도, 습도 센서의 값이 편차 이내면 정지한다.

유동팬 작동중 (냉방기예외한적중)					
유동팬 설정					
유동팬자동	시작시간	시간종료	동작시간	대기시간	냉방기사 용 기준기
유동팬 시간설정	800	2000	100 초	30 초	기준기

그림 198 유동팬 제어 페이지

○ 환경기록은 D/B에 1분, 30분, 1시간단위로 저장되며 확인, 출력할 수 있다.(그림 199)

내부센서 일일 환경기록																						
작업일자	2013년 10월 29일		작업내용	1시간	복합도																	
2013 - 10 - 29 일 환경기록 (*)																						
종도1	습도1	종도2	습도2	종도3	습도3	종도4	습도4	종도5	습도5	종도6	습도6	종도7	습도7	종도8	습도8	종도9	습도9	종도10	습도10	종도11	습도11	
16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7	
16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7	
16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7	
환경자료																						
구분	종도1	습도1	종도2	습도2	종도3	습도3	종도4	습도4	종도5	습도5	종도6	습도6	종도7	습도7	종도8	습도8	종도9	습도9	종도10	습도10	종도11	습도11
00:00	16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7
00:05	16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7
00:10	16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7
00:15	16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7
00:20	16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7
00:25	16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7
00:30	16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7
00:35	16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7
00:40	16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7
00:45	16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7
00:50	16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7
00:55	16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7
01:00	16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7
01:05	16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7
01:10	16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7
01:15	16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7
01:20	16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7
01:25	16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7
01:30	16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7
01:35	16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7
01:40	16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7
01:45	16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7
01:50	16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7
01:55	16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7
02:00	16.1	96.0	18.5	43.0	17.8	47.0	18.3	44.0	19.0	42.0	21.0	38.0	18.1	46.0	20.1	40.0	18.5	48.0	19.2	47.0	1.9	75.7

그림 199 환경기록 D/B

나. 저장 중 생리장해 및 중량감소율 예측 프로그램 검증

본 프로그램의 접근성은 선행 연구기술을 현재의 신기술을 접목하여 분석할 수 있는 USN 온도습도센서와, 허브, 컨트롤러, 컴퓨터 등 장비 구성과 데이터를 저장하고 생리장해를 분석할 수 있는 프로그램으로 구성하였다.

또한 응용 프로그램은 사과, 배 저장 시 발생하는 생리장해 및 저장 중 중량감소율을 실시간 예측하고 이상 발생 시 유무선 및 인터넷을 이용한 이상 상황을 통보하는 생리장해 및 중량감소율 예측 프로그램을 적용하였다.

사과, 배 등 과일 저장중의 환경의 변화에 따라 중량 감소율을 예측하는 모듈 프로그램은 현재 출하를 앞둔 저장 원예작물의 품질관리 및 출하시기를 과학적인 프로그램에 근거하여 조절할 수 있고 사후에 그 원인을 정확히 진단할 수 있는 프로그램으로 저온저장시의 적절한 저장환경 유지로 생리장해 발생 억제에 원예작물의 품질 및 출하가격에 결정적인 역할을 하는 중요한 요소의 예측 프로그램이다.

사과, 배의 저장 기간중 중량 감소율을 예측을 하고자 하면 사과, 배의 중량 감소율 정도를 예측할 수 있는 표를 프로그램에 내장하고 저장고 운영자가 저온 저장고에 입고된 작물의 중량 감소율을 예측하기 위하여 본 프로그램은 저온저장고에 사과를 입고한 일부터 저장환경(저장고 내 온도, 습도, CO₂농도, 에틸렌 농도)을 지속적으로 계측하여 저장환경을 모니터링하면서 저온저장고에 사과를 입고한 일부터 일일 온도와 습도의 평균을 산출하여 컴퓨터에 저장한다.(그림 200)



그림 200 저장 중 생리장해 예측진단 프로그램

저장작물 입고일 부터 현재까지의 저장기간과 입고일 부터 현재까지의 일일 온도, 습도의 평균을 계산하면서 사과 중량 감소율을 예측하여 실시간으로 예측정보를 출력하고 일자별 중량 감소율 정보를 데이터 파일에 저장하게 된다.

위와 같이 선행 기술인 생리장해 발생 제어 프로그램과 중량감소율 예측 프로그램을 신기술인 USN온도습도센서 태그를 적용시켜 접근성을 분석하고 응용함으로써 그동안 생리변화의 예측 정확도가 떨어지는 것을 실용성과 정밀성을 동시에 효과를 얻었다.

라. RFID-USN를 이용한 환경 제어 및 네트워크 호환성 검증

(1) 센서 및 센서 네트워크 성능 개선

무선온도습도 센서 네트워크 성능은 그동안 2년에 걸쳐 지속적인 검증을 통해 네트워크 안전성과 성능을 개선하였다. 온도습도 태그 공유가 15개 미만일 때는 네트워크 통신 및 성능이 문제점이 발견되지 않았으나 그 이상일 때는 통신네트워크가 원활하지 않는 결과를 초래하였다. 특히 온도습도태그를 최고 40개상 연계했을 때는 12시간 안에 네트워크가 급격히 불안정한 원인이 발생하여 실시간 D/B구축 에러가 지속적으로 발생하였으나 센서태그의 통신속도와 네트워크 접근성을 향상시킴으로써 성능을 개선하였다.

(2) 센서 및 센서네트워크의 유지 보수 방안 제시

센서 네트워크 유지 보수는 실시간 원격으로 접근하여 현재의 센서 통신 및 네트워크상태, 버그현상을 규명할 수 있어서 즉시 복구 프로그램을 적용시켜 원상 회복할 수 있도록 구축하였다

(3) 관수, 미세분무, 방상팬제어 프로그램 개발
 관수제어, 미세분무제어, 방상팬제어 등을 포함한 환경 제어 기술 개발하고, 저온 저장고 관리기술과 동일한 환경에서 제어하는 시스템을 개발하였다. 관수제어는 일사량과 일일 4단계에 따른 프로그램을 개발하였다. 일사량은 일일 적산량에 따른 전환 프로그램을 적용하고 과수원을 4구역까지 세분화 했으며 누구나 쉽게 응용할 수 있도록 하였다.

표 78 미세분무 제어 개요

제어방식	1일8회 까지 설정된 시간에 적용된 프로그램 관수
관수 방식	시간 관수: 구역별 "분:초" 단위의 설정된 시간에 의한 관수 적용
일사량방식	총 4구역 까지 관수
관수구역	시간대별 관수량 설정 적용
양액사용시	기본 : 액비사용(2개), 옵션 : EC제어(A액 + B액)
시스템 특징	액비제어 : 액비의 공급량을 비율(%)로 설정 제어프로그램 적용
	관수설정 : 관수 시간별 관수량 별도설정 적용
	일사설정 : 일일 적산량에 따른 단계별 공급 설정 적용
	수동자동 : 메인 컴퓨터에서 전자동/반자동 선택기능 적용

(가) 미세분무(스프링쿨러)제어

미세(안개)분무제어는 각 존별로 서리예고시스템과 연계하여 과수원 온도가 영상 1℃ 이하로 떨어질 때부터 분무를 시작하고 구역에 따른 분무기와 동작설정온도와 기기를 조작할 수 있는 프로그램으로 적용하였다. 그 외 간헐식 분무 제어장치 프로그램은 온도제어를 기본으로 하면서 분무기를 1~7분마다 간헐적으로 동작시켜 분무입자가 환경에 따라 적용될 수 있도록 하였다.

스프링쿨러는 설정 온도를 00℃로 입력했을 때 하우스내의 현재 습도가 00℃미만이면 스프링쿨러가 작동하고 동작하는데 있어서 동작은 초로 대기는 분으로 입력하고 편차를 조정하면 이에 준하여 자동 운전된다.

연속적 시간동작을 원할 때는 동작 칸에 1210 정지 1320 입력하고 ON으로 조정하면 12시 10분부터 13시 20분까지 동작을 하는데 이 같은 동작을 취소하고자 할 때는 OFF를 복귀시키면 시간에 의한 동작은 하지 않는다.

(나) 방상팬제어

각 존별 서리예고시스템과 연계하여 방상팬을 작동시키는 프로그램으로 3단계 예고 프로그램에 따른 방상팬 동작을 시키는데 기본적인 시작프로그램은 초기 1단계 예고에 의한 동작과 2단계 예고에 의한 방상팬 동작이 다르며 최종 3단계 예고시점에서는 온도와 습도가 회복이 될 때 까지 계속 동작을 하는 프로그램을 적용하였다.

방상팬 동작은 온도 칸과 습도 칸 ℃, %을 적용하면 입력 기준설정에 의해 방상팬이 온도,

습도, 편차 변화에 따라 좌, 우 교대 자동 동작하고 시간에 의한 운전은 동작 0칸과 정지 0칸을 입력하고, ON으로 조정하면 시간에 의해 운전되고 OFF로 복귀시키면 온도 및 습도에 의해 자동 운전된다.

마. uFarm 클라우드센터와 연동 프로그램

(1) 신고배 저온저장고내 감모율 외부 서비스

(가) 연구개요

㈜농정사이버에서 보유하고 있는 저온저장고내 신고배 감모율 예측 알고리즘을 활용하여, uFarm 클라우드 센터에 설치된 OFIS 시스템과 연동할 수 있는 외부 확장서비스를 개발하였다. 신고배의 저온저장고내 감모율 공식은 농정사이버의 기밀기밀인 관계로 공개하지 않기로 하였다. 이에 본 보고서에서는 신고배 저온저장고내 감모율 공식이 적용된 프로그램을 구동하기 위한 정보만을 포함한다.

(나) 연구내용 및 결과

① 신고배 저온저장고내 감모율 서비스를 위한 제한 조건

신고배 저온저장고내 감모율 서비스를 위한 제한조건은 다음과 같다. 저온저장고 시설이 있어야 하며, 내부 온습도 센서값을 OFIS 데이터 공유 서비스를 이용하여 제공받을 수 있어야 한다.

과종 : 배 (신고)
장비 : 저온저장고 시설, 내부 온습도 센서
내부 서비스 : OFIS의 IRIS
권한 : sensorsystems 접근권한

② 감모율 프로그램

프로그램은 입력으로 일간 평균 습도를 입력받으며, 출력으로 감모율을 리턴한다. 일간 평균습도는 stdin 으로 입력되며, 날짜별로 엔터로 구분된 데이터 형태이다. 저장고에 입고된 지 4일이 되었으며, 4일 동안의 일간 평균습도가 99,89.9,83,78.4 라면 해당내용을 data.txt 파일에 저장하고 다음과 같이 결과를 얻을 수 있다.

c:\WofisWofis_stgloss_pear.exe < data.txt
0.168800

③ 감모율 외부 서비스의 구성

감모율 외부 서비스는 농장데이터 수집모듈, 감모율 프로그램, 감모율 프로그램과 외부 서비스 연동을 위한 인터페이스, 외부서비스로 구성된다.

㉠ 농장데이터 수집모듈

감모율 외부 서비스가 동작하기 위해서는 특정 농장의 저온저장고내 온습도 정보를 필요로 한다. (특정 농장의 센서시스템 정보에 접근하기 위한 권한을 획득해야 한다.) 수집모듈은

OFIS_BEE로 구현이 가능하며 다음의 stream을 사용하였다. 아래의 stream 설정중 serviceurl, cservicekey, servicekey는 서비스 등록시 자동으로 변경된다.

㉠ 감모율 프로그램

감모율 프로그램에 대한 구체적인 설명은 2장에 정리되어 있다.

㉡ 감모율 프로그램과 외부 서비스 연동을 위한 인터페이스

해당 프로그램은 python으로 구현되었으며, 내부 DB의 데이터를 읽어 감모율 프로그램용 입력을 구성하고, 감모율 프로그램의 결과를 받아서 외부서비스에 맞는 출력으로 변환하는 역할을 수행한다.

㉢ 외부서비스

외부서비스로 동작하게 하기 위해서 node.js로 작성된 외부서비스 템플릿을 사용하였다. 외부 서비스 템플릿에 관해서는 “외부 서비스 템플릿” 문서를 참조한다.

④ 감모율 외부 서비스 기능

본 외부 서비스는 그림 201과 같은 화면을 제공한다.

활강서비스정보

저장고내 신고배 감모율 예측



Node ID	Days in Storage	Loss Rate
206	2	0.0262
201	2	0.0262
203	2	0.0262
204	2	0.0262
214	2	0.0262
205	2	0.0262
208	2	0.215
219	2	0.0262
220	2	0.0702
218	2	0.0262

그림 201 감모율 외부서비스

제 5 절 과수의 생육정보화 및 효과 검증

1. 사과 숙기 예측모델 개발

기상자료와 과수의 생육자료를 활용하여 과수의 수확일을 예측함으로써 출하계획이나 작업 계획 등에 이용할 수 있는 모델식을 개발하였다. 사과는 전체 과수생산액 중 18%를 차지하는 주요 과수로 수확시기에 따라 조생종, 중생종, 만생종으로 나뉜다. 사과의 가격은 시기에 따라 달라지고, 과수 농가간 숙기가 대동소이 하므로 농가의 인력을 구하는 것도 쉽지가 않은 실정이다. 이에 따라 현재의 경우 숙기를 조절하기 위하여 약품 처리를 하는 것이 일반적이다. 그러나 사과의 숙기를 예측할 수 있게 되면, 여유 있게 인력을 준비할 수 있고, 약품에 비하여 안전적으로 숙기를 일정부분 조절할 수 있을 것으로 본다. 따라서 본 연구에서는 사과 숙기예측 모델을 개발하였다.

가. 연구목표

사과의 수확일을 추정할 수 있는 모델을 도출하여 판매시기 및 작업 일정에 대한 계획을 수립할 수 있는 자료를 만들고자 하였다. 사과 홍로와 후지를 대상으로 만개일부터 수확일까지의 생육일수를 예측할 수 있는 모델을 개발하고자 하였다.

나. 연구방법

사과의 과거 작황자료를 이용하여 개화기와 생육기 기상이 숙기에 미치는 영향을 분석하여 사과의 수확일을 추정할 수 있는 모델을 만들고자 하였다. 2002년부터 2012년까지 화성시 소재 경기도농업기술원에서 조사한 만개일과 수확일 자료를 이용하였다. 과실생육일수와 만개 후 생육기별 기상요인과의 상관분석을 위해 만개 후 생육단계별 일평균기온, 일최고기온, 일최저기온, 강우량, 일조시간을 적산하였다.

과실 생육일수와 만개일과의 단순 선형회귀분석과 비교하기 위하여 홍로품종은 상관계수가 높았던 만개후 60일까지의 누적일평균기온을, 후지품종은 만개후 121-150일의 누적일평균기온을 이용하여 다중 선형회귀분석을 실시하였다. 도출된 모델식의 적합성 검증을 위해 2002년부터 2012년까지의 기상자료를 대입하여 생육일수를 추정하고 추정값과 실측값의 차이를 비교하였다.

(1) 경기도 농업기술원 내부자료 분석

- 경기도 농업기술원에서 과거 11년간(2002~2012) 축적된 기상자료와 사과의 수확일 데이터를 이용하여 숙기 예측모델 개발
- 시험 품종 : 사과 홍로, 후지
- 조사 내용 : 기상자료(평균기온, 최고기온, 최저기온, 강우량, 일조시간), 과거 11년간 사과의 만개일, 수확일, 생육일수
- 전국 농업기술원 자료 분석
- 대상 기술원 : 춘천, 화성, 수원, 청원, 예산, 익산, 군위, 대구
- 이상 8개 기술원 과수원에서 과거 10년간(2002~2011) 축적된 기상자료와 사과의 수확일 데이터를 이용하여 숙기 예측을 시도
- 시험 품종 : 사과 홍로

- 조사 내용 : 기상자료(평균기온, 최고기온, 최저기온, 강우량, 일조시간), 과거 10년간 사과
과의 만개일, 수확일, 생육일수

다. 연구 결과

(1) 사과 홍로 숙기 예측 모델 개발

(가) 경기도 농업기술원의 사과 홍로 만개일, 수확일, 생육일수 및 누적온도
2002년부터 2012년까지 11년간 홍로의 만개일이 가장 빠른 해는 4월 20일 이었고 가장
늦은해는 5월 6일로서 16일의 차이가 있었으며, 숙기는 9월 3일이 가장 빨랐고 9월 15일
이 가장 늦어서 12일의 차이가 있었다. 이에 따라 생육일수는 124일에서부터 147일까지
이었으며 23일의 차이가 있었다(표 79).

만개일과 생육일수와의 상관관계를 보면(그림 202) 만개일이 빠를수록 과실 생육일수가
길어지는 부(-)의 상관을 보였으며 결정계수는 0.6126 이었다. 따라서 그림 202의 회귀식
을 이용하여 과실 생육일수를 추정하고 이를 이용하여 수확일을 계산할 수 있을 것으로 판
단되었다.

표 79 경기지역 사과 홍로의 만개기, 숙기, 생육일수(2002 ~ 2012)

구 분	만개일(월.일)	숙기(월.일)	생육일수(일) ^Z
	4.20	9.10	142
	4.20	9.6	138
	4.20	9.14	147
	4.25	9.7	134
	4.26	9.3	129
	4.27	9.7	132
	4.27	9.14	139
	4.28	9.13	137
	4.30	9.15	137
	5.5	9.7	124
	5.6	9.13	129
평 균	4.27	9.10	135
가장빠른해(A)	4.20	9.3	124
가장늦은해(B)	5.6	9.15	147
편차(A-B)	16일	12일	23일

^Z 생육일수 : 만개일부터 수확전일까지의 소요일수

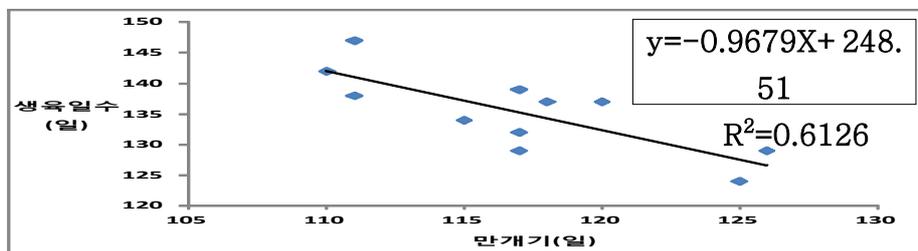


그림 202 사과 홍로의 만개일과 생육일수와의 상관관계

(나) 만개 후 생육단계별 기상과 생육일수와의 상관관계
 만개 후 생육단계별 기간의 기상과 생육일수와의 상관관계를 분석하였다(표 80).
 만개 후 1일부터 60일까지의 누적일평균기온이 생육일수와의 상관관계가 가장 높은 것으로 나타났다. Sugiura(1997)의 보고에 의하면 유과기 기온이 높을수록 세포분열 기간이 단축되어 생육일수가 짧아진다고 한 것과 같은 결과라 생각된다.

표 80 만개후 생육단계별 기상과 생육일수와의 상관관계

만개후 생육일수	누적 일평균기온	누적 일최고 기온	누적 일최저기온	누적 강우량	누적 일조시간
1-30	-0.748** ^Z	-0.742**	-0.747**	0.495	-0.644
1-60	-0.806**	-0.731*	-0.811**	-0.320	-0.361
1-90	-0.545	-0.495	-0.662*	-0.453	-0.405
1-120	-0.784**	-0.655*	-0.742**	-0.534	-0.480
31-60	-0.760**	-0.559	-0.782**	-0.477	0.108
61-90	-0.747**	-0.675*	-0.687*	-0.253	-0.386
91-120	-0.705*	-0.708*	-0.771**	-0.148	-0.500

Z*,**Significant at p=0.05 and 0.01

(다) 만개기, 누적일평균기온과 생육일수와의 다중선형회귀분석
 과실 생육일수를 추정하기 위한 모델식을 작성하기 위하여 생육일수와 상관성이 높은 만개일과 만개후 1일부터 60일까지의 누적일평균기온을 독립변수로 하여 다중 선형회귀 분석을 한 결과는 표 81과 같다. 만개일과 누적일평균기온을 이용한 회귀식의 결정계수 값은 0.6802로서 만개일 만의 단순 회귀식의 결정계수 값인 0.6126 보다 높았다. 따라서 홍로의 생육일수는 만개일과 만개후 1일부터 60일까지의 누적 일평균기온을 이용하여 68%의 정확도로 생육일수를 추정할 수 있었다.

표 81 만개기, 누적일평균기온과 생육일수와의 다중선형회귀 분석

model	Independent variable	Parameter estimated	Coefficient of determination(r^2)	Probability>F
I	X ₁ : 만개일	Intercept:248.51 X ₁ :-0.9679	0.6126	0.0044
II	X ₁ : 만개일 X ₂ : 누적일평균기온	Intercept:244.96 X ₁ :-0.4212 X ₂ :-0.0513	0.6802	0.0105

※ 모델 II에 의한 회귀식 : $y=244.96-0.4212x_1-0.0513x_2$, $r^2=0.6802$

(라) 모델식에 의한 추정 생육일수와 실측값의 비교

다중 선형회귀식을 이용하여 생육일수를 추정하고 실측값과 비교한 결과 -5일부터 +5일까지의 차이를 나타내었다(표 82).

표 82 모델식에 의한 추정 생육일수와 실측값의 비교

년 도	추정생육일수(일)	실제생육일수(일)	차이(일)
2002	142	142	0
2003	135	139	-4
2004	142	147	-5
2005	135	137	-2
2006	132	137	-5
2007	134	132	2
2008	143	138	5
2009	138	134	4
2010	128	129	-1
2011	129	124	5
2012	131	129	2

(2) 사과 후지 숙기 예측 모델 개발

(가) 경기도 농업기술원의 사과 홍로 만개일, 수확일, 생육일수 및 누적온도

2002년부터 2012년까지 11년간 후지의 만개일이 가장 빠른 해는 4월 22일 이었고 가장 늦은해는 5월 9일로서 17일의 차이가 있었으며, 숙기는 10월 25일이 가장 빨랐고 11월 3일이 가장 늦어서 9일의 차이가 있었다. 이에 따라 생육일수는 174일에서부터 190일까지 있었으며 16일의 차이가 있었다(표 83).

만개일과 생육일수와의 상관관계를 보면(그림 203) 만개일이 빠를수록 과실 생육일수가 길어지는 부(-)의 상관을 보였으며 결정계수는 0.6491 이었다. 따라서 그림 203의 회귀식을 이용하여 과실 생육일수를 추정하고 이를 이용하여 수확일을 계산할 수 있을 것으로 판단되었다.

표 83 경기지역 사과 후지의 만개기, 숙기, 생육일수(2002 ~ 2012)

구 분	만개일(월.일)	숙기(월.일)	생육일수(일) ^Z
	4/22	10/30	190
	4/23	10/25	184
	4/24	10/22	184
	4/29	10/25	178
	4/29	10/29	182
	4/30	10/26	178
	5/1	10/29	180
	5/1	10/31	182
	5/2	10/30	180
	5/6	11/3	180
	5/9	10/31	174
평 균	4.31	10.30	182
가장빠른해(A)	4.22	10.25	174
가장늦은해(B)	5.9	11.3	190
편차(A-B)	17일	9일	16일

Z 생육일수 : 만개일부터 수확전일까지의 소요일수

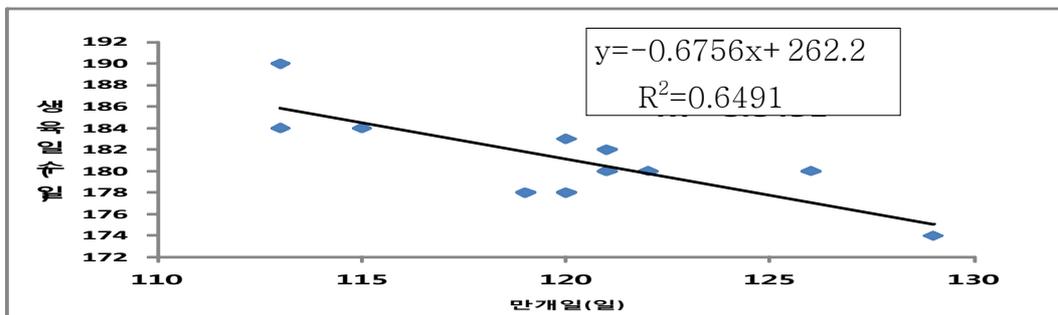


그림 203 사과 후지의 만개일과 생육일수와의 상관관계

(나) 만개 후 생육단계별 기상과 생육일수와의 상관관계

만개 후 생육단계별 기간의 기상과 생육일수와의 상관관계를 분석하였다(표 84).

만개 후 121일부터 150일까지의 누적일평균기온이 생육일수와의 상관관계가 가장 높은 것으로 나타났다. 홍로는 유과기의 기온이 생육일수에 큰 영향을 미친 반면 후지에서는 수확 직전의 일평균기온이 생육일수에 더 많은 영향을 미치는 것으로 나타나 품종 간에 차이가 있는 것으로 생각된다.

표 84 만개후 생육단계별 기상과 생육일수와의 상관관계

만개후 생육일수	누적 일평균기온	누적 일최고기온	누적 일최저기온	누적 강우량	누적 일조시간
1~30	-0.76738** ^Z	-0.66002*	-0.81974**	-0.17329	-0.39806
1~60	-0.71844*	-0.55554	-0.75135**	-0.42771	-0.14997
1~90	-0.61998*	-0.44858	-0.65977*	-0.4971	0.04313
1~120	-0.49305	-0.34893	-0.52299	-0.42058	-0.03772
1~150	-0.21571	-0.13494	-0.32568	-0.58024	-0.00229
31~60	-0.53521	-0.25827	-0.60451	-0.4032	0.13873
61~90	-0.21726	-0.02244	-0.32512	-0.32809	0.18026
91~120	0.13399	-0.08344	-0.03945	0.2672	-0.12899
121~150	0.91841**	0.91079**	0.74778**	0.01823	0.06022

Z*,**Significant at p=0.05 and 0.01

(다) 만개기, 누적일평균기온과 생육일수와의 다중선형회귀분석
 과실 생육일수를 추정하기 위한 모델식을 작성하기 위하여 생육일수와 상관성이 높은 만개일과 만개후 121일부터 150일까지의 누적일평균기온을 독립변수로 하여 다중 선형회귀 분석을 한 결과는 표 85와 같다. 만개일과 누적일평균기온을 이용한 회귀식의 결정계수 값은 0.8451로서 만개일 만의 단순 회귀식의 결정계수 값인 0.6491 보다 높았다. 따라서 후지의 생육일수는 만개일과 만개후 121일부터 150일까지의 누적 일평균기온을 이용하여 84%의 정확도로 생육일수를 추정할 수 있었다.

배 신고의 수확일을 예측한 결과에 의하면(Han et al, 2011) 생육일수와 상관성이 높은 변수는 만개일, 만개후 1일부터 60일까지의 누적일평균기온 및 최고기온 이었으며 이 세가지 변수를 이용하여 72%의 정확도로 생육일수를 추정할 수 있었다고 하여 본시험과 유사한 결과를 보여주었다.

표 85 만개기, 누적일평균기온과 생육일수와의 다중선형회귀 분석

model	Indepedent variable	Parameter estimated	Coefficient of determination(r ²)	Probability> F
I	X ₁ : 만개기	Intercept:262.2 X ₁ :-0.6756	0.6491	0.0024
II	X ₂ : 누적일평균기온	Intercept:123.74 X ₁ :-0.0658 X ₂ :0.0989	0.8451	0.0006

※ 모델 II에 의한 회귀식 : $y=123.74-0.0658x_1+ 0.0989x_2$, $r^2=0.8451$

(라) 모델식에 의한 추정 생육일수와 실측값의 비교
 다중 선형회귀식을 이용하여 생육일수를 추정하고 실측값과 비교한 결과 -3일부터 +3일까지의 차이를 나타내었다(표 86).

표 86 모델식에 의한 추정 생육일수와 실측값의 비교

년 도	추정 생육일수(일)	실제 생육일수(일)	차이(일)
2002	184	184	0
2003	179	178	1
2004	185	184	1
2005	183	182	1
2006	179	180	-1
2007	181	180	1
2008	187	190	-3
2009	180	178	2
2010	179	180	-1
2011	173	174	-1
2012	181	183	-2
2013	179	176	3

(3) 전국단위의 모델개발을 위한 추가 연구

전국 단위의 모델개발을 위한 추가연구를 진행하고 있는 중이다. 기존 경기도에 국한된 데이터의 범위를 넓혀 전국 8개 농업기술원에 위치한 사과 홍로 과수원의 10년간 (2002-2011) 기상자료와 해당지역의 일간 기상정보를 파악하여 모델개발의 초기단계에 해당하는 회귀분석까지 마무리 하였다.

회귀분석은 만개일에 해당하는 4월 하순부터 수확일에 해당하는 9월 중순까지 10일 단위와 1개월 단위로 평균 기온, 최고 기온, 최저 기온, 강수량, 일조시간을 끊어 조사하였다.

표 87 홍로의 수확소요일수와 주요 생육정보의 상관관계

	평균기온	최고기온	최저기온	강수량	일조시간
4월하순	0.0585	0.07147	0.09934	0.2323	0.1064
4월	0.1457	0.1575	0.1316	0.3515	0.0476
5월초순	-0.3264	-0.2859	-0.1281	0.3877	-0.1925
5월중순	-0.2406	-0.3016	-0.0270	-0.1566	-0.4819
5월하순	0.03933	0.2023	-0.0905	-0.2297	0.4029
5월	-0.2371	-0.2044	-0.0935	0.0435	-0.0122
6월초순	0.1106	0.1158	0.1286	-0.0745	0.0057
6월중순	-0.3122	-0.3106	-0.1863	-0.0059	-0.0434
6월하순	-0.4525	-0.3026	-0.509	-0.2774	0.3755
6월	-0.3177	-0.2392	-0.2476	-0.3201	0.2272
7월초순	-0.1969	-0.0556	-0.2873	-0.2165	0.2816
7월중순	-0.2191	-0.1916	-0.2685	-0.0557	0.0387
7월하순	-0.2243	-0.2047	-0.1774	-0.1018	0.1778
7월	-0.2374	-0.1721	-0.2604	-0.1787	0.2479
8월초순	-0.3240	-0.3830	-0.2781	0.2972	-0.1159
8월중순	-0.4436	-0.4676	-0.4422	-0.2055	-0.1004
8월하순	-0.0835	-0.1083	-0.0258	0.3131	-0.0947
8월	-0.3858	-0.4226	-0.2848	0.2253	-0.1407
9월초순	-0.1659	-0.1124	-0.1434	-0.0696	0.2174
9월중순	-0.4133	-0.4045	-0.4599	-0.3042	-0.0438
9월하순	0.1568	0.27520	0.0950	-0.0769	0.0075
9월	-0.2127	-0.2326	-0.2295	-0.2183	0.1292

생육기 기상요인과 수확 소요일수의 분석 결과 5월 중순, 하순의 일조시간과 6월, 8월, 9월의 기온데이터에 대해 유의미한 상관 계수가 파악되었다. 하지만 대부분의 지역에서 홍로의 수확기는 해에 따라 9월 초순 또는 중순에 해당되므로 9월 이후의 기상정보를 수확에 예측하는 것은 쉽지 않을 것으로 생각된다. 또한 지역별 편차를 고려하지 않고 8개 과수원의 데이터를 모두 하나의 회귀분석 차트에 담은 것이 상관계수를 높지 않게 만드는 원인이 된 것으로 생각된다. 특별하게 고도의 상관관계를 보인 파라미터는 존재하지 않았지만 경기도 과수원에 적용한 연구에 맞추어 추가적으로 개화직후의 기온 분포 분석을 통해 그 연관성을 높여 나갈 수 있을 것으로 파악된다.

2. 복숭아 동해피해 양상조사 및 구명

우리나라 겨울철 최저기온이 지구온난화가 진행되어 오르면서 월동과수의 동해 발생 위험도는 줄어들 것이라 예상되었다(Chung et al., 2008). 그러나 70년대에서 90년대까지 10년에 1번꼴로 일어나던 동해가 최근 10년간은 2~3년에 1회로 도리어 증가하고 있다(Ho et al., 2005). 이는 어떤 지역의 동해위험도를 예측할 때 최저기온만 고려해서는 정확한 예측이 불가능하다는 것을 뜻한다. Proebsting 와 Mills(1972)이 언급하였듯이 과수의 동해위험

도는 낙엽 후 가을기온에 반응하는 내한성(cold resistance)의 발달 속도, 도달할 수 있는 최대내한성, 최대내한성이 일정 수준 유지될 수 있는 기간, 고온에서 다시 내한성을 상실하는 속도 등 여러 가지 요인에 의해 결정된다. 이러한 동해피해에 복숭아가 많이 노출되면 서, 복숭아 재배 면적이 1994년 327ha에서 2010년 679ha로 크게 확대된 강원지역에서 (Statistics Korea(KOSTAT), 2010) 서영호 외(2010)는 “강원지역의 2010 년 복숭아 동해”를 조사한 바 있다. 이어 복숭아 재배면적이 2010년 779ha에 이르는 이천지역의 기상 현황과 복숭아의 동해 피해시기, 수령 및 품종에 따른 피해정도를 조사해보았다.

가. 연구목표

겨울철 혹한으로 복숭아 동해 피해가 심해지고 있다. 경기도에서 재배가 많이 되고 있는 복숭아 주요품종에 대하여 동해피해율을 조사하여 내한성 정도를 구분하고자 하였으며, 품종별 동해피해 정도를 구분하여 농가에 보급하여 동해피해를 줄이고자 하였다. 복숭아 27품종에 대한 내한성정도를 구명하여 지역에 맞는 품종을 재식할 수 있도록 추천하려고 한다.

나. 연구방법

경기도 복숭아 주산지인 이천지역을 중심으로 복숭아 품종과 과수원조건에 따른 동해피해를 조사하였다. 품종별 동해피해조사는 115농가, 36,285주, 117ha, 품종수는 56품종을 대상으로 동해피해율을 조사하였고, 조사주수가 50주 이상 되는 27품종에 대해서만 품종별 동해피해율을 집계하였다.

과수원 조건이 과수동해에 미치는 영향은 장호원황도 품종만을 대상으로 경사도, 과원방향, 배수상태에 따른 동해피해율을 조사 비교하였다.

다. 연구결과

(1) 이천지역 동해 및 기상현황

이천지역의 최근 동해현황은 아래 표88에 나타난 것과 같이 2001년에 발생이후 10년 동안 발생이 없었다. 그에 따라 농가에서는 내한성이 약한 품종들을 많이 도입, 식재했고 동해에 취약하게 되었다. 자료에서 볼 수 있는 것과 같이 영하 20도 아래로 내려간 시간이 존재하는 것을 볼 수 있는데 복숭아는 -20℃이하 온도에서 9시간이상 경과되면 동해피해를 받는 것으로 알려져 있다.

2010년부터 2013년까지 3년에 걸쳐 동해가 많이 발생하였는데 이는 일최저기온이 -20℃이하로 내려간 날이 많았기 때문으로 판단하고 있다.

표 88 이천지역 최근 동해 현황

기상항목	2001년 1월	2010년 1월	2011년 1월	2013년 1월
일극최저기온(℃)	-21.8℃	-22.8℃	-20.6℃	-22.5℃
-20℃이하 노출일수	4일	4일	2일	3일
강수량(mm)	42.8	36.3	7.8	23.9
동해발생여부	발생(성목)	발생(유목)	일부	발생(유목,성목)

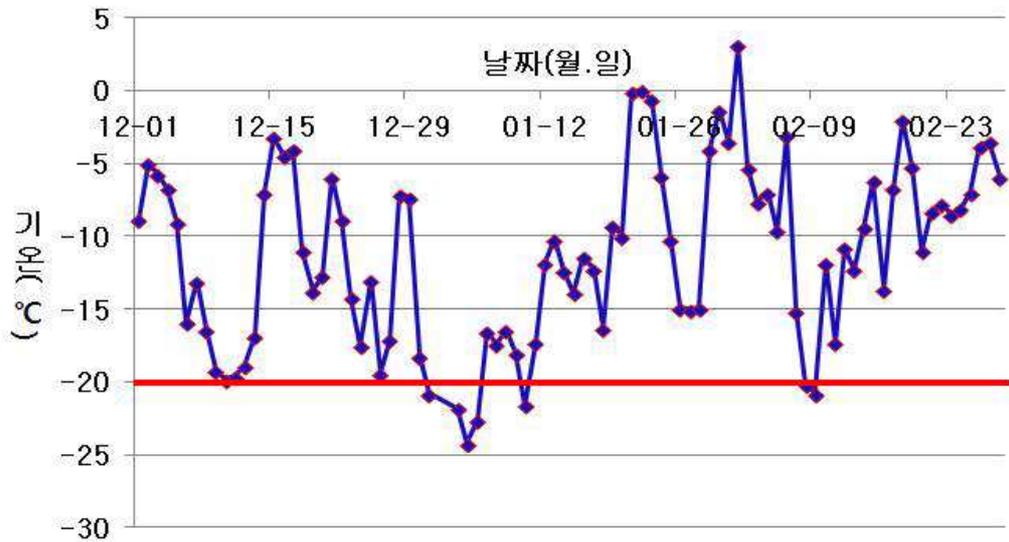


그림 204 이천의 2012년 12월부터 2013년 2월까지의 최저기온분포

표 89 이천지역 2013년 1월중 기온이 -20°C 이하로 내려간 시간

연번	날짜 및 시간	온도(°C)	날짜 및 시간	온도(°C)
1	2013-01-03 23:00	-20.1	2013-01-05 0:00	-20
2	2013-01-04 0:00	-20.6	2013-01-05 1:00	-20.3
3	2013-01-04 1:00	-21.4	2013-01-05 2:00	-20.8
4	2013-01-04 2:00	-22	2013-01-05 3:00	-21.1
5	2013-01-04 3:00	-22.2	2013-01-05 4:00	-21.6
6	2013-01-04 4:00	-22.5	2013-01-05 5:00	-21.5
7	2013-01-04 5:00	-22.9	2013-01-05 6:00	-21.9
8	2013-01-04 6:00	-23.2	2013-01-05 7:00	-22.2
9	2013-01-04 7:00	-23.5	2013-01-05 8:00	-22.3
10	2013-01-04 8:00	-23.7	2013-01-05 9:00	-20.9
11	2013-01-04 9:00	-22.1		
-20°C 이하 노출시간	11시간		10시간	

(2) 이천지역 복숭아 피해조사 현황

이천지역에서의 복숭아 동해피해 정도를 알아보기 위하여 115농가를 대상으로 현지조사와 설문을 통하여 실시하였다. 금년도에는 동해피해 증상이 개화전보다 개화 후에 더 많이 나타나는 특이적인 현상을 보였다(그림 205).

표 90 복숭아 피해조사 현황(설문 및 현지조사)

조사농가수	조사주수(주)	조사면적(ha)	품종수
115	36,285	117	56

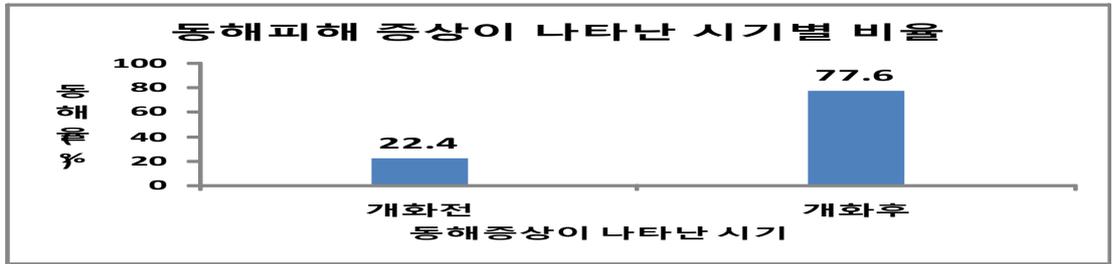


그림 205 복숭아 동해피해 증상이 나타난 시기별 비율

(3) 품종별 동해피해율

품종별 동해피해율을 알아보기 위하여 총 56품종을 조사하였으나 조사주수가 50주가 안 되는 품종은 제외를 하고 총 27품종에 대하여 동해발생률을 집계하였다(표 92). 가장 동해 발생율이 높았던 품종은 단월도 이었으며, 가장 발생률이 적었던 품종은 마도카였다. 따라서 27품종에 대한 동해발생률에 대하여 순서를 정할 수 있었으며, 이 표를 기준으로 내한성 정도를 4단계로 구분하였다(표 91). 따라서 각 지역별 동계최저기온과 품종별 내한성 정도를 고려하여 식재하면 동해를 예방할 수 있을 것으로 생각된다.

표 91 이천지역에서 재배되고 있는 품종의 내한성 정도

내한성 동해피해율	아주약함 61% 이상	약함 41~60%	중간 21~40%	강함 20% 이하
품종	단 월 도 , 창방조생, 대천황도, 하황도	스위트광황, 주열백 도, 장택백봉, 흥박 도, 양홍장, 아까썩 끼, 단금도, 용택골드	애천중도, 장호원황도, 중황 도, 천중도백도, 이즈미백도, 미백도, 홍금향, 조생황도, 용 궁백도, 기도백도, 조생미백, 그레이트점보아까썩끼	원 백 도 , 백천, 마 도카

표 92 품종별 동해피해 현황

연번	품종	조사주수	동해발생주수	동해발생율(%)
1	단월도	315	307	97.3
2	장방조생	210	105	82.5
3	대천황도	80	60	75.0
4	하황도	85	57	71.5
5	광황도	80	40	60.0
6	주열백도	50	30	60.0
7	장택백봉	205	108	59.1
8	홍박도	120	85	56.3
9	만생황도	246	122	51.8
10	아까즈끼	253	90	51.6
11	단금도	695	412	48.7
12	용택골드	130	60	42.9
13	애친중도	941	468	40.1
14	장호원황도	5,183	2,260	38.0
15	중황도	150	70	35.0
16	천중도	3,576	1,244	34.8
17	이즈미	90	50	33.3
18	미백	2,299	640	32.9
19	홍금향	53	17	32.7
20	조생황도	77	22	32.1
21	영산백도	893	389	32.1
22	기도백도	90	30	30.0
23	조생미백	1,685	151	26.7
24	그레이트	2,297	787	25.7
25	원백도	80	15	19.7
26	백천황도	260	67	17.6
27	마도카	589	63	16.1
합계		20,732	7,749	37.4

(4) 과수원 조건에 따른 내한성정도

과수원 조건에 따른 내한성 정도를 알아보기 위하여 장호원품종만을 재배하는 농가를 대상으로 동해피해율을 조사하였다. 경사도에 따른 동해피해율을 보면 경사도가 있을수록 동해피해가 적어지는 것을 알 수 있었다(그림 206). 이런 결과는 평지나 경사도가 없는 지역에서는 냉기류가 정체되어 동해피해가 많은 것으로 추정된다.

과수원 방향에 따라서는 서향이나 북향보다는 동향과 남향이 동해피해가 많았는데(그림 207) 이는 동향과 남향에서는 주야간 온도차이가 많이 나기 때문에 해빙기에 높은 주간온도에 의해 올라간 수액이 야간에 얼기 때문인 것으로 생각된다.

배수상태별 동해발생률은 배수가 불량한 과원이 훨씬 동해가 많이 발생하였다(그림 208). 이는 습해에 약한 복숭아나무가 배수불량지에서는 뿌리 발달의 지장으로 저장양분의 축적이 적었기 때문으로 생각된다.

※ 품종 : 장호원황도, 조사주수 : 3,231주, 조사농가수 : 37개소

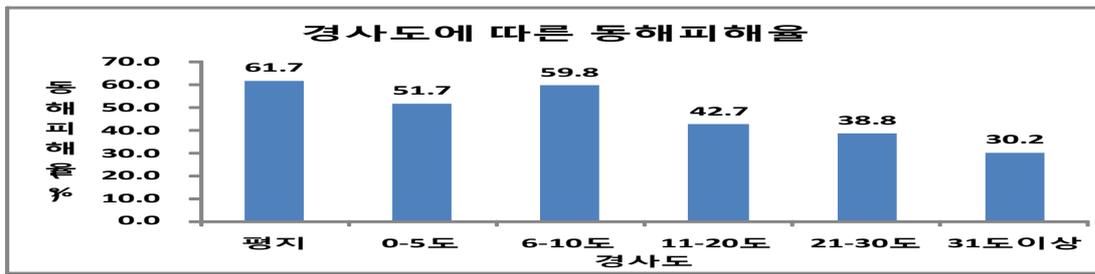


그림 206 과수원 경사도에 따른 동해피해율

※ 품종 : 장호원황도, 조사주수 : 2,300주, 조사농가수 : 27개소

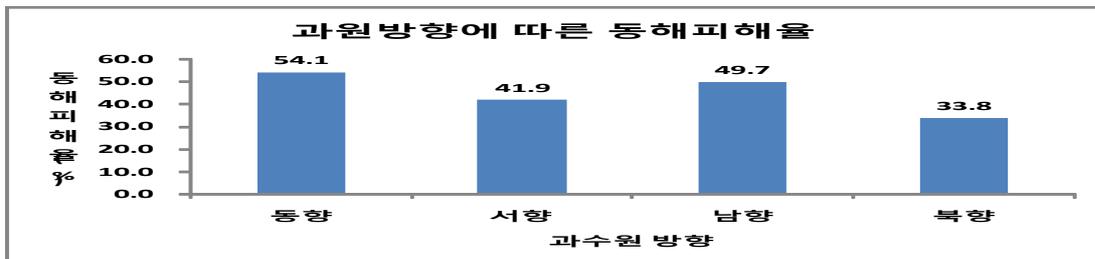


그림 207 과수원 방향에 따른 동해피해율

※ 품종 : 장호원황도, 조사주수 : 2,701주, 조사농가수 : 32개소

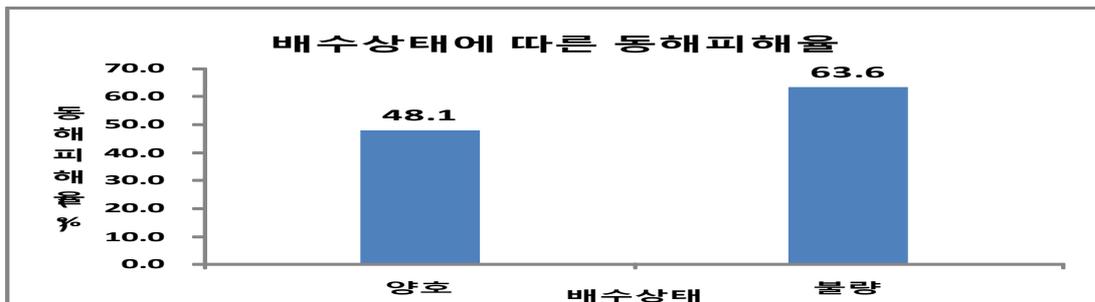


그림 208 배수상태에 따른 동해피해율

3. 복숭아 재배 안전지대 구분

복숭아의 동해 위험온도는 이미 품종별로 밝혀져 있지만, 최근에 재배되고 있는 몇 가지 품종에 대해서는 밝혀져 있지 않다. 최근 재배가 많이 되고 있는 미백 등 6품종에 대해 2001년에서 2002년에 걸쳐 조사한 결과, 품종별로 저온에 대한 반응이 상이하게 나타났으며, 특히 서미골드 품종에서는 -24.5°C 에서 99%의 꽃눈 동해가 나타나 가장 동해에 약한 품종으로 판단되었다. 또한 최저기온별 꽃눈 동해피해율을 조사해 본 결과, 수체 상태, 재배 환경, 지리적 위치에 따라 다르겠으나 -21°C 부터 동해가 발생하며, -24°C 에서 약 40%의 꽃눈 동해가 나타나는 것으로 밝혀졌다. 이러한 결과를 바탕으로 복숭아 품종별 동해 위험온도를 구분한 결과, '미백도', '서미골드', '월미', '유명', '장호원황도', '천중도' 품종은 -21°C 이하에서 꽃눈 동해위험이 높으므로 신속한 동해 진단 및 피해경감 조치가 요망되며, '백도', '창방조생', '대통령'은 -21°C 이하에서, '대화조생', '대구보', '기도백도', '사자조생', '등

랑조생' 품종은 -25°C 이하에서 동해위험이 높으므로, 가급적 신규 재식을 하지 않는 것이 바람직하다. 본 연구에서는 품종별로 동해에 대한 안전지역을 구분하고 복숭아 재배적지를 구분하여 복숭아 과원 개원시 적지적품종 식재로 안정적이고 지속적인 생산이 가능하게 하려고 한다.

가. 연구목표

과거 기상데이터와 축적된 토양자료, 전자지도를 이용해 복숭아 재배적지를 구명하여 안정적으로 복숭아를 생산할 수 있는 자료를 제공코자 하였다.

나. 연구방법

복숭아 재배안전지대를 구명한 전자지도를 만들고자 하였다. 재배안전지대를 구분하기 위한 첫 번째 요인으로서 과실품질에 가장 영향을 미치는 기후조건을 알고자 과실의 당도에 대하여 기상과의 상관관계를 구명코자 하였다. 두 번째 요인으로서 복숭아 품종별 동해발생 빈도를 이용하였는데 과거 30년간의 겨울철 최저기온분포를 분석하여 영하 15도, 영하 17도, 영하 21도를 기준으로 한 복숭아 동해발생 빈도를 구분하였다. 세 번째 요인으로서 토양조건과 기후적인 요소를 중첩한 과수 안전지대를 5단계로 구분코자 하였다. 복숭아 재배에 적합한 토양조건은 농촌진흥청 흙토람에서 구분한 전자지도를 활용하였고, 기후적인 요소는 생육기 기온 등 8개의 기상조건을 만족하는 지역을 선별하여 토양통별 복숭아 재배안전 지대와 중첩하여 최종적인 재배적지를 구명하였다.

다. 연구결과

(1) 복숭아 당도와 기상과의 상관관계

복숭아 과실품질을 대표할 수 있는 당도와 기상과의 상관관계 분석을 위하여 4년간 5개지역의 복숭아 당도를 측정하여(표 93) 복숭아 생육기간별 기상과의 상관을 구한 결과(표 94) 8월달 강수량과 상관이 높았다. 이런 결과를 이용하여 회귀식을 구하였으나 결정계수가 0.3686으로 낮아 복숭아 당도와 기상과의 관계를 설명하기는 어려웠다(그림 209).

표 93 지역별 복숭아 당도 특성(2011~2014년)

조사지역	당도($^{\circ}\text{Bx}$)			
	2011년	2012년	2013년	2014년
화성기산동	13.5	12.4	13.5	12.5
이천대월면	13.5	12.7	13.6	12.1
이천장호원읍	13.6	10.9	13.2	12.5
안성양성면	-	10.9	13.6	13.1
여주가남면	-	11.6	14.8	13.0

표 94 복숭아 당도와 생육기간별 기상요소와의 상관

기상요인	생육기				
	4-5월 (과실세포분열기)	6-7월 (과실비대기)	8월 (성숙기)	4-8월 (과실생육기)	9월1-15일 (수확직전)
평균기온	-0.415	0.026	-0.010	0.009	0.165
최고기온	-0.443	-0.224	0.119	-0.339	0.265
최저기온	-0.207	0.315	-0.035	0.044	0.139
일사량	-0.184	-0.426	0.340	-0.244	-0.158
강수량	0.340	0.089	-0.610**	-0.024	0.040
일교차	-0.304	-0.540	0.031	-0.347	0.068

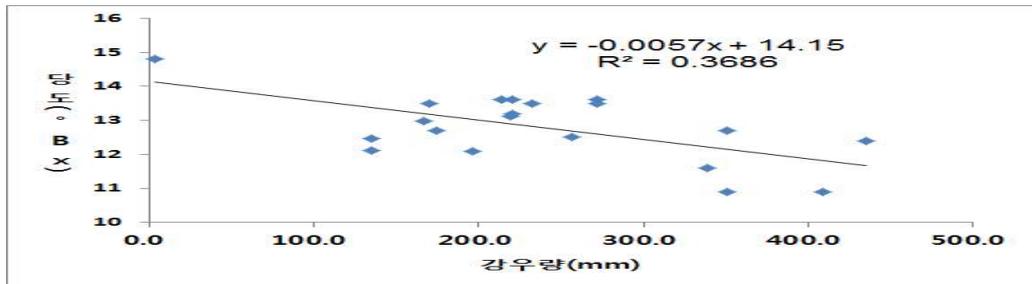


그림 209 복숭아 당도와 8월중 강수량과의 회귀식

(2) 복숭아 동해 안전지대

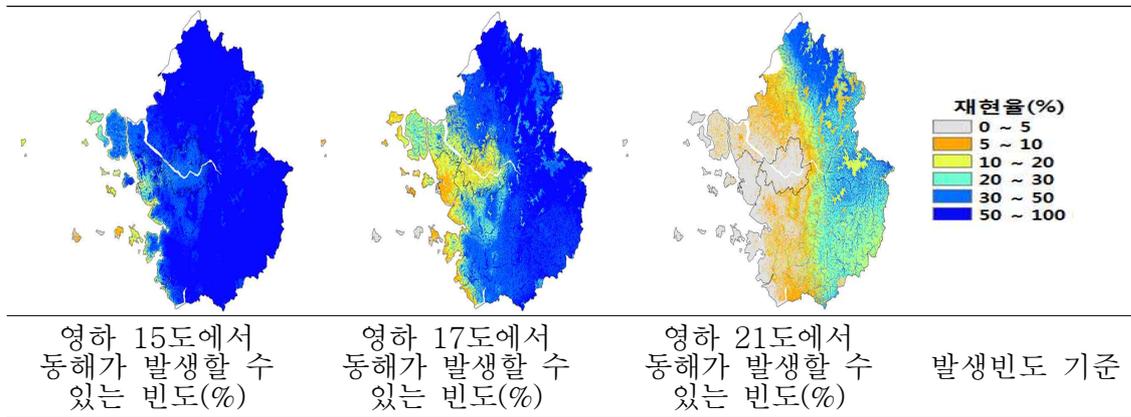
복숭아 재배안전지대를 구명하기 위하여 첫 번째로 동해안전지대를 판명 하였다. 품종별 동해발생 온도기준은 농촌진흥청에서 만든 자료를 이용하였으며(표 95), 1980년부터 2010년까지의 30년 겨울철 최저기온을 이용하여 복숭아 동해발생 빈도를 나타내는 지도를 작성하였다(표 96). 따라서 품종별 동해발생온도와 동해발생 빈도를 활용하면 각 지역별로 동해에 안전한 품종을 선별하여 심을 수 있을 것으로 판단된다.

표 95 복숭아 품종별 저온발생시 동해피해 발생 50% 발생 기준온도

내한성 정도	품 종 명
강(-21℃ 이상)	수미, 미홍, 유미, 선미, 미스홍, 용택골드, 마도까, 용성황도, 황귀비, 백천, 찌요마루, 영봉
중(-17~-20℃)	선골드, 대월, 유명, 장택백봉, 미백도, 애천중도, 이즈미백도, 백미조생, 아까즈끼, 천중도백도, 장호원황도
약(-15℃ 이상)	가담암백도, 오도로끼(경봉), 후쿠요카비진, 왕봉, 키라라노키와미, 카네야마, 스위트광황, 적보(세키호)

(국립원예특작과학원)

표 96 복숭아 동해가 발생할수 있는 빈도(경기도)



(3) 복숭아 안전지대 판명
 복숭아 고품질 생산을 위한 재배적지를 구명하고자 생육기 기온, 연평균기온, 강수량 등과 같은 8가지 요인을 기준으로(표 97) 복숭아 안전지대를 5단계로 판명하였다(그림 210). 또한 토양특성을 고려한 재배적지 지도는 농촌진흥청 흙도람에서 제작한 전자지도를 활용하였다(표 98). 토양특성에는 유효토심, 토양산도, 유기물함량, 배수정도 등을 고려하여 복숭아 재배에 적합한 적지를 구분하였다. 따라서 최종적으로 기상요인과 토양특성을 중첩한 복숭아 재배안전지대를 5단계로 구분하였다(표 99). 경기도 전체로 보면 남서부 지역은 대부분 복숭아 재배적지에 속해 있으나 경기북동부 지역은 재배에 부적합하다는 것을 알 수 있었다. 이런 결과를 종합하면 경기도에 복숭아 재배적지로서의 1등급지는 298,365ha 이었으며, 복숭아 재배가 많이 이루어지고 있는 이천, 여주, 안성지역을 따로 분리해서 보면 이천은 11,438ha, 여주는 11,343ha, 안성은 18,283ha가 1등급지로 구별되었다.

표 97 복숭아 재배 적지 구분을 위한 산출요인

구분	I	II	III	IV	V	가중치
생육기 기온 (4월~10월)	19~22	18~19, 22~23	17~18	16~17	<16	20
연평균기온	12~15	11.5~12 15~15.5	11~11.5 15.5~16	10.5~11 16~16.5	<10.5 16.5>	15
생육기 강수량 (4월~10월)	780~1,230	700~780, 1,230~1,300	600~700, 1,300~1,400	500~600	1,400>, 500<	10
만개일>중상일	3	3	0	0	0	10
극최저기온	-18	-20	-23	-25	<-25	10
동해위험	30	50	70	70~90	90>	10
경사도(30도)	4~9	0~4 9~12	12~16	16~25	25>	15
일사합 (4~10월)	5,100>	4,100~5,100	3,100~4,100	2,200~3,100	<2,200	10
						100

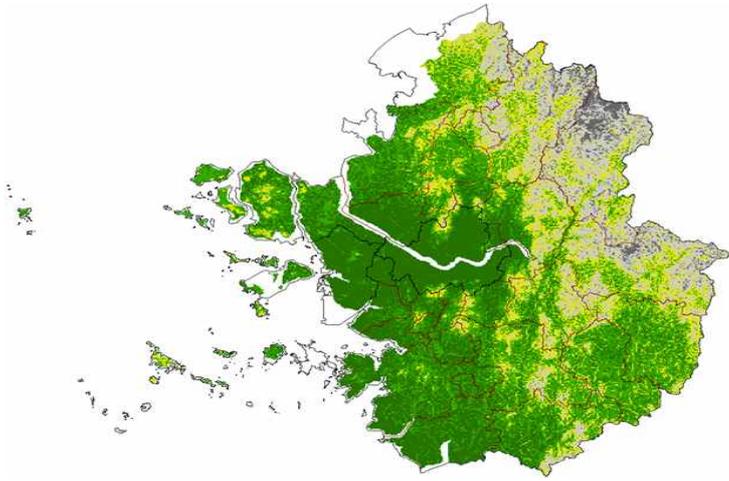
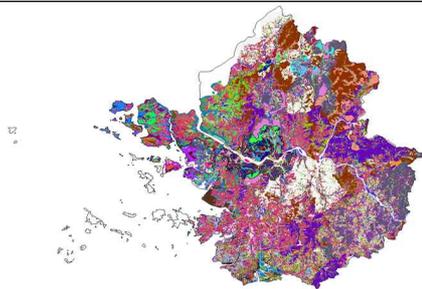
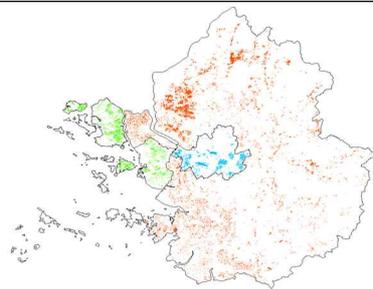


그림 210 기상요인에 따른 복숭아 재배적지 구명

표 98 토양통별 복숭아 재배적지



경기지역 토양도



경기지역 토양도중 복숭아 재배적지

표 99 기후적인 요소와 토양도가 중첩된 최종 복숭아 재배 적지

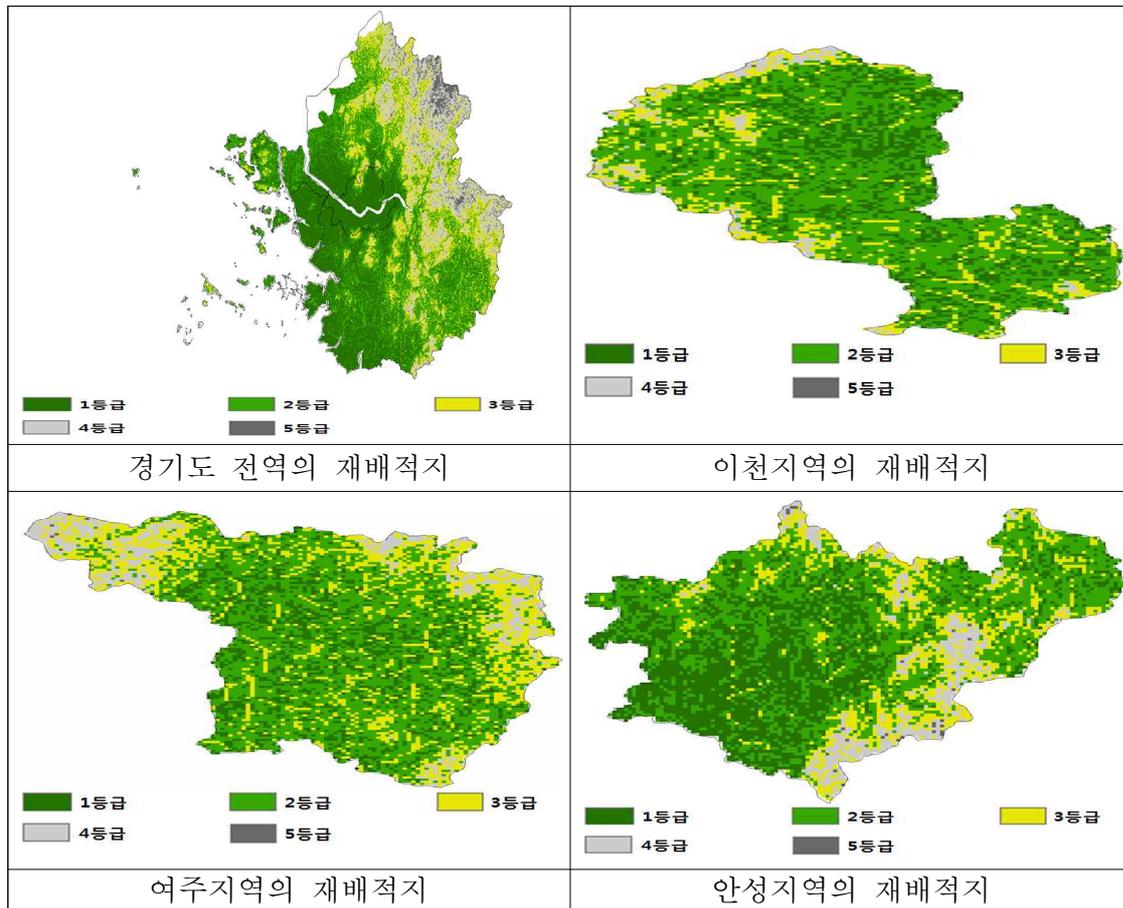


표 100 시군별, 등급별 재배적지 면적

지역	복숭아 재배적지 등급별 면적(ha)				
	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급
가평군	583	5,584	19,486	42,683	15,688
고양시	19,727	3,302	1,145	197	15
과천시	1,808	1,137	496	36	0
광명시	3,288	481	7	0	0
광주시	4,760	14,595	16,104	7,370	95
구리시	2,406	510	22	0	0
군포시	1,968	1,210	416	15	0
김포시	15,200	6,831	372	7	0
남양주시	9,973	12,677	13,487	8,974	284
동두천시	452	2,449	3,689	2,880	95
부천시	5,212	117	0	0	0
성남시	6,853	5,300	1,699	284	0
수원시	7,297	4,133	554	124	0
시흥시	10,811	1,786	15	0	0
안산시	8,114	1,735	80	0	0
안성시	18,283	22,964	9,346	4,403	204
안양시	3,383	1,866	656	0	0
양주군	5,373	16,906	7,509	1,050	0
양평군	2,129	13,924	28,497	35,998	6,685
여주군	11,343	29,211	15,542	4,848	51
연천군	3,849	17,700	15,841	11,241	707
오산시	2,734	1,363	0	0	0
용인시	11,788	29,554	13,654	4,163	73
의왕시	2,304	2,406	678	51	0
의정부시	3,776	3,011	1,086	284	0
이천시	11,438	25,777	7,246	1,640	15
파주시	24,392	20,164	5,096	751	0
평택시	33,862	7,924	51	0	0
포천군	1,239	12,619	28,249	33,031	7,706
하남시	4,082	2,289	1,604	518	0
화성시	44,243	17,977	1,072	51	0
인천	7,443	37,923	18,568	4,046	182
서울	8,252	40,882	5,285	1,866	328
합계	298,365	366,307	217,552	166,511	32,128

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 연차별 연구개발 목표 달성도

1. 1차년도 (2011.12.26. ~ 2012.12.25.)

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차 연도 (2012)	데이터 표준 화 및 RFID-USN 적용 프로세 스 개발	<ul style="list-style-type: none"> ● USN의 활용성을 높일 수 있는 프로세스 개발 	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● FMIS 데이터 전송 표준 분석 ● USN 미들웨어 개발 및 테스트용 간이 기상대 개발 ● 태양전지 모듈 및 인공지능망을 이용한 일사량 측정 방법 개발 ● RFID 및 바코드를 이용한 농자재관리 시스템 구축을 위한 기초연구 ● 과수 농가의 정보화 수준 평가
		<ul style="list-style-type: none"> ● 센서별 데이터 정형화 및 분석 기술 개발 	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 노지환경 데이터 표준안 작성 ● 저장고환경 데이터 표준안 작성 ● 작물정보 센싱 데이터 표준화를 위한 기초연구
		<ul style="list-style-type: none"> ● 환경 정보 및 과수별 생육 데이터 관리 및 표준화 기술 개발 	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● USN 센서네트워크 통합을 위한 멀티 인터페이스를 지원하는 데이터 수집기 개발 ● 빅데이터 분산 저장 시스템 기초연구
	스마트 전문가 시스템 베이스 개발	<ul style="list-style-type: none"> ● 범용기준을 위한 생육데이터 수집 및 생육정보의 데이터 베이스화 	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 전문가 시스템 개발을 위한 인터뷰 및 판단 룰 개발 ● 노지과수생산관리시스템을 위한 데이터베이스 구축
		<ul style="list-style-type: none"> ● 생장 환경 관리 시스템 설계 및 프레임워크 개발 	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 스마트 전문가 시스템 설계 ● UML을 이용한 노지과수 생산관리 시스템 설계 ● 노지과수생산관리시스템 웹인터페이스 1차 개발
	환경 테스트 및 1차 농가 인 프라 구축/운영	<ul style="list-style-type: none"> ● 노지 과수 환경관리에 적합한 센서 선정 	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 유사 센서간 USN 네트워크 적용가능성 및 내후성에 관한 연구
		<ul style="list-style-type: none"> ● 노지용 센서를 위한 내후성 확보 	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 노지용 센서의 내후성 확보를 위한 연구
		<ul style="list-style-type: none"> ● 저온 저장고용 센서 시스템 및 환경 제어 기술 보완 	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 저온저장고용 센서 시스템 및 환경 제어 기술 보완
		<ul style="list-style-type: none"> ● 2개 농가 및 기술원내 USN 인프라 구축 및 운영 	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 기술원내 USN인프라 구축 ● 농가 USN 인프라 구축
	기술원내 인 프라 구축 및 생육정보 수 집	<ul style="list-style-type: none"> ● 기 연구된 과수 생육 정보 분석 	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 사과 숙기예측 모델식 개발 ● 복숭아 해충(복숭아순나방, 복숭아심식나방) 발생예측 모델 개발
		<ul style="list-style-type: none"> ● 구축된 인프라로부터 생육정보 수집 및 측정치 검증 	100%	<ul style="list-style-type: none"> ● 테스트용 USN 구축(별도) ● 생육정보 수집 검증

2. 2차년도 (2012.12.26. ~ 2013.12.25.)

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
2차 년도 (2013)	시스템 통합 및 국가 정보시스 템 연동	● 노지과수재배관리용 데 이터의 분산저장환경 구 축	100%	● 분산클러스터 및 클라우드기반구축 ● 데이터 수집용 SOS Client 개발 ● 농업용 PaaS 서비스 기반 설계
		● 호환성이 높은 응용 레 벨의 표준 프로토콜 개 발	100%	● OGC 표준을 활용한 데이터 전송 표준안 ● 미들웨어 시스템의 기능 보완 ● 가상머신을 활용한 농업정보시스템 연동장치 설계
		● 국가 정보 서비스와의 연계방안 도출 및 연동	100%	● 국내 농업정보시스템 현황조사 ● 국내 농업정보서비스 OpenAPI 비 교분석 ● 국내 농업정보서비스 연동
	스마트 전문가 시스템 학습 모 델 개발	● 수집된 정보를 이용한 학습 모델 개발	100%	● 수집된 정보에 능동적으로 대처하 는 학습모델 개발 ● 농민의 노하우를 반영할 수 있는 시스템 설계
		● 전문가의 생육정보에 기 반을 둔 경보 및 알림 서비스 개발	100%	● 경보 및 알림서비스 개발
		● 학습 모델을 이용한 스 마트 전문가 시스템의 개발	100%	● 전문가시스템 설계 방법론에 의한 기본 구조 설계 ● 스마트 전문가시스템 개발
	RFID-USN 모 니터링 시스템 구축 및 2차 농가 인프라 구 축/운영	● 태블릿PC를 이용한 노지 센서 네트워크 모니터링 시스템 구축	100%	● 노지과수 관리시스템 모바일 웹 인 터페이스 개발 ● 태블릿PC를 이용한 노지 및 저온 저장고 센서 네트워크 모니터링 시 스템 구축
		● USN 기반의 과수 농가 별 저장고 신선도 관리 시스템 개발	100%	● USN 기반의 과수 농가별 저장고 신선도 관리 시스템 개발
		● 태양광을 이용한 무정전 전원 공급 기술 적용	100%	● 태양전지노드 ver. 1 (기준노드 + 스위치모듈) 개발 ● 태양전지노드 ver. 2 (지그비방식 의 새로운 노드) 개발 ● 태양전지 모듈을 이용한 일사량 측 정 인공지능망 모델 개발
		● 4개 농가 USN 인프라 구축 및 운영	80%	● 4개 농가 USN 인프라 구축 및 운 영
	생육 환경 분석 및 예측 모델 개발	● USN 센서로부터 얻어지 는 생육 환경 데이터 분 석 및 과수 생육 특성 파악	100%	● 무선 센서를 이용한 기상정보 수집 및 생육현황 조사 ● 토양수분이 복숭아 생육 및 동해에 미치는 영향 ● 이천지역의 동해 피해 양상 구명
		● 개화기, 숙기 및 수확 관 련 예측 모델 개발	100%	● 사과 숙기예측 모델식 개발
	목표 외 추가분	● 기상대 개선 및 보완		● 기상대 Ver.2 개발 ● 휴대용 기상대 모니터링 장치 개발
		● 센서내후성 시험		● 4종의 토양수분센서에 대한 외부 환경에서의 내후성 시험 (진행 중)

3. 3차년도 (2013.12.26. ~ 2014.12.25.)

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도	연구개발수행내용
3차 년도 (2014)	노지 과수용 u-Farm 클라우드 센터 구축	● 클라우드 서비스 구축	100%	● 개발된 SOS 기반 미들웨어 연동 ● 가상머신 상에서 과수농가용 FMIS 연동 ● 농업용 데이터 처리를 위한 PaaS 구현 ● 외부 확장서비스 플랫폼 개발
		● 클라우드용 시스템 통합	100%	● 클라우드 서비스 연동 ● u-Farm 클라우드 센터 구축
		● 시스템 보안 기술 적용	100%	● 네트워크 보안 기술 적용 ● 사용자 접근 제어
		● 클라우드 시스템 확산방안 모델링	100%	● 시스템 확대적용 방안 제시
	스마트 전문가 시스템 보완 및 전문가 연계 서 비스 구축	● 전문가 연계 서비스 개발	100%	● 전문가 시스템과 전문가의 연계 서비스
		● 사용자 오류 검출 방안 도출	100%	● 사용자의 잘못된 입력에 대해 확인후 입력을 진행하는 오류 검출 방안 도출 및 개발
		● 가상 시나리오 시스템 개발	100%	● 환경정보 및 기상예보에 기반한 가상 시나리오 시스템 개발
	RFID-USN를 이용한 환경 제 어 및 네트워크 호환성 검증	● 센서 및 센서 네트워크 성능 개선	100%	● 기 구축된 센서 및 센서네트워크의 성능 검사 및 성능 개선 방안 검토
		● 센서 및 센서 네트워크 유지보수 방안 제시	100%	● 기 구축된 센서 및 센서네트워크를 유지보수 할 수 있는 솔루션 제시
		● 관수제어 및 방상펜 제어 등을 포함한 환경 제어 기술 개발	100%	● 기 구축된 센서 및 센서네트워크를 활용할 수 있는 환경 제어기술 개발
		● 센서 및 센서네트워크간 호환성 검증	100%	● 타사의 센서 및 센서네트워크와의 호환성을 검증
	클라우드시스템 검증 및 농가수 준의 실증 테스트	● 개발된 기술의 현장 적용 및 평가	100%	● 농가를 대상으로 개발된 기술의 농민 적용성 및 현장 적용성 평가
		● 과수농가의 시스템 활용도 검증	100%	● 농가를 대상으로 개발된 기술의 활용도 검증 및 개선 방안 제시

제 2 절 관련 분야의 기여도

1. 국가적 기여

최근 빅데이터 시대에 발맞춰 정부 3.0 계획이 발표되었고, 창조경제 비타민 프로젝트가 추진될 예정이다. 이중 농업분야의 '비타민 A 프로젝트'는 센서 기술과 빅데이터를 접목시켜 농산물 및 축산물의 생육을 관리하는 것을 골자로 한다. 본 연구과제에서 개발한 노지과수 생산관리시스템은 센서 정보 이외에도 여타 다른 농장내 정보를 수집 저장할 수 있기 때문에, 이를 기반으로 한 빅데이터 플랫폼으로의 발전 가능성이 있다. 나아가 축적된 정보를 바탕으로 국가적 차원의 통계 정보 및 농산물 생산 정보 수집 및 이를 활용한 정책 수립등에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 학술적 기여

클라우드 컴퓨팅 기술을 기반으로한 농장관리시스템은 국제적으로 관심을 갖는 연구 분야로 국내에서는 가장 처음으로 본 과제에서 클라우드 기반의 농장관리시스템인 OFIS 과수농가관리정보시스템을 개발하였다.

OFIS 시스템은 장기적으로는 사물인터넷과 결합된 자동화 플랫폼으로 발전가능성이 있다. 미래에는 농장내 생육정보, 기상정보, 토양정보를 자동으로 수집하여 의사결정을 수행하고, 무인자율주행형 농작업기가 스스로 농작업을 수행할 것이다. 이러한 구상의 한 가운데 농장관리정보시스템이 존재하며 각각의 사물들을 연동할 것으로 기대된다.

3. 경제적 기여

농장에 설치되고 있는 농장관리시스템은 대부분 PC 기반의 시스템이다. 해당 PC 기반의 시스템을 클라우드 기반의 농장관리시스템 형태로 변경하는 경우 PC 비용의 약 33%이상의 비용절감 효과를 얻을 수 있다.

기존 PC 기반시스템 : PC 약 60만원 + 센서 및 작동기 비용
OFIS 시스템 : 임베디드 시스템 약 4만원 + 클라우드 사용료 월 1만원 + 센서 및 작동기 비용
센서 및 작동기 비용은 동일하고, PC 기반의 시스템이 설치후 3년간 유효하다라고 가정하면
OFIS 시스템 소요비용은 40만원 + 센서 및 작동기 비용이 됨.

또한 OFIS 시스템은 원하는 시기에만 사용이 가능하고, 표준을 준수하는 환경에서 구동되므로 센서 및 작동기를 농가 취향에 맞추어 구입하여 사용하는 것이 가능할 것으로 기대된다.

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제 1 절 연구개발의 성과

1. 연구성과요약

(단위 : 건수)

구분		특허		프로그램등록		논문		기타
		출원	등록	신청	등록	SCI	비SCI	
1차년도	목표	1					2	
	달성							
2차년도	목표	2	1			2	2	
	달성						1	
3차년도	목표		2			1		
	달성			4	4		1	
계				4	4	0	2	

- 특허의 경우 관련 연구 성과가 주로 소프트웨어이다 보니 출원이 쉽지 않았음.
- 연구성과 목표에는 없었지만 프로그램등록을 4건 신청해서 모두 등록되었음.
- 논문의 경우 3-4건의 논문이 작성되어 교정중임.

2. 프로그램 등록 성과

프로그램명	등록번호	저작자	공동저작자	등록일
OFIS 농업용기상뷰어	C-2015-000906	이중용, 김준용	이상은 (에스엔제이)	2015/01/16
OFIS 과수농가관리정보시스템	C-2015-000907	이중용, 김준용, 조성인, 박성민		2015/01/16
OFIS 데이터수집기	C-2015-000908	이중용, 김준용, 이춘구, 백승환		2015/01/16
OFIS 미들웨어	C-2015-000909	이중용, 김준용		2015/01/16

3. 논문 게재성과

게재 연도	논문명	저자			학술지명	Vol. (No.)	국내외 구분	SCI 구분
		주저자	교신 저자	공동 저자				
2013	Development of data collector to integrate multiple sensor network for agricultural environment monitoring system	김준용	이중용	이춘구, 권태형, 박건환	Journal of Biosystems Engineering	Vol.38 (No.1)	국내	비SCI
2014	Survey of Informatization Status of Farmers for Introducing Ubiquitous Agriculture Information System	권태형	이중용	김준용, 이춘구	Journal of Biosystems Engineering	Vol.39 (No.1)	국내	비SCI

4. 국내 및 국제학술대회 발표

가. 2014년

계재 연도	논문명	저자			학술대회	Vol. (No.)	국내외 구분
		주저자	교신저자	공동저자			
2014	OFIS Data Exchange Platform for Interaction with Agricultural Information systems	김준용	이중용	백승환, 이춘구	18th World Congress of CIGR		국외
2014	개방형 농장 정보 시스템(OFIS)의 설계 및 개발 사례	김준용	이중용	이춘구, 백승환	2014 한국IT서비스 학회		국내
2014	개방형 농장 정보 시스템 개발을 위한 요구사항 분석 및 설계	김준용	이중용	이춘구, 백승환	한국농업기계 학회 추계학술대회	Vol. 19 (No. 2)	국내
2014	과수농가에서 일어날 수 있는 돌발변수 예측에 있어서 기존의 문헌정보를 활용한 전문가시스템 개발에 관한 연구	박성민	조성인	김준용, 양명균, 정수, 손대식, 정은성	한국농업기계 학회 추계학술대회	Vol. 19 (No. 2)	국내
2014	Development of Simple Outdoor Weather Station and Management Software for Smart Farming	김준용	이중용	이춘구, 백승환, Alireza A. Araghi	Proceedings of the 7 th ISMAB		국외
2014	Development of an Expert System for Korean Fruit Farm Using Data Mining	양명균	조성인	박성민, 김준용, 정수, 손대식, 정은성	Proceedings of the 7 th ISMAB		국외
2014	멀티타입 데이터소스를 지원하는 농업용 데이터 미들웨어 개발	김준용	이중용	이춘구, 백승환	한국농업기계 학회 춘계학술대회	Vol. 19 (No. 1)	국내

나. 2013년

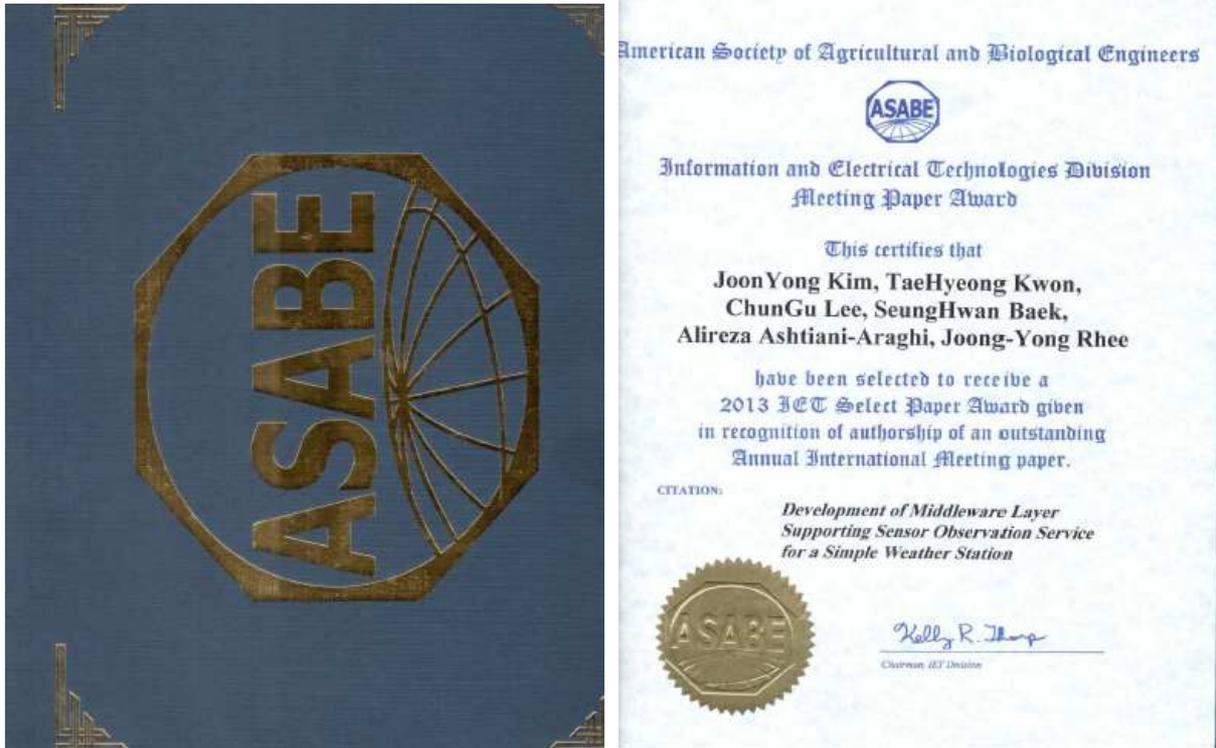
계재 연도	논문명	저자			학술대회	Vol. (No.)	국내외 구분
		주저자	교신저자	공동저자			
2013	Development of Middleware Layer Supporting Sensor Observation Service for a Simple Weather Station	김준용	이중용	권태형, 이춘구, 백승환, Alireza A. Araghi	2013 ASABE Annual Internation Meeting		국외
2013	Development of a Simple Auto Weather Station Prototype for Orchard Farming	김준용	이중용	백승환, 이춘구, 권태형, Alireza A. Araghi	5 th Asian Conference on Precision Agriculture		국외
2013	뉴로-퍼지를 이용한 과수원 작업 추천 전문가시스템 개발에 관한 연구	박성민	조성인	김준용, 정수, 손대식 박수현	한국농업기계 학회 추계 학술대회	Vol. 18 (No.2)	국내
2013	국내 농업기반 정보시스템의 OpenAPI 비교평가	백승환	이중용	김준용, 권태형, 이춘구, 김영주, Alireza A. Araghi	한국농업기계 학회 추계 학술대회	Vol. 18 (No.2)	국내
2013	휴대용 농업기상대 관리장치 개발	김지수	이중용	김준용, 권태형, 이춘구, 백승환, 김영주, Alireza A. Araghi	한국농업기계 학회 추계 학술대회	Vol. 18 (No.2)	국내

다. 2012년

계재연도	논문명	저자			학술지명	Vol.(No.)	국내외 구분
		주저자	교신저자	공동저자			
2012	Development of GIS-based WSN Monitoring System	박성민	조성인	김준용, 이춘구, 권태형, 정수, 이중용	한국농업기계학회 2012년 추계학술대회	Vol. 17 (No.2)	국내
2012	A Basic Study for Development of Agricultural Chemicals Record System in Fruit Farming Using Barcode	권태형	이중용	김준용, 이춘구, Alireza A. Araghi	한국농업기계학회 2012년 추계학술대회	Vol. 17 (No.2)	국내
2012	Measurement of Solar Radiation Using Solar Module and Artificial Neural Network	김준용	이중용	양승환, 이춘구, 권태형, Alireza A. Araghi, 김영주	CIGR-Ageng 2012 (Valencia, Spain)		국외
2012	Study on Standards for Interoperability of Farm Management Information System	김준용	이중용	이춘구, 권태형, 박건환, 김영주	ISMAB 2012 (Jeonju, Korea)		국외

5. 수상

2013 ASABE IET Select Paper Award 수상



제 2 절 연구성과 활용 계획

1. 연구성과 활용실적

(단위 : 건수)

구분		기술실시 (이전)	상품화	정책자료	교육지도	언론홍보	기타
활용건수	목표	2	2		3	2	
	달성		2		3		

(농정사이버) 2건 상품화

- 저온저장고내 생리장해 예측 및 진단이 가능한 신선도 관리 시스템
- 노지 환경 센싱 및 제어기술

2. 연구성과 활용계획

본 연구 과제를 수행하면서 개발된 여러 가지 핵심기술 중 2건의 기술은 (주) 농정사이버에서 상용화 할 예정이며, 경기도 기술원에서는 개발된 추정 모델을 활용하여 성과자료 및 영농지도를 할 계획이다.

기관	활용형태	내용
(주)농정사이버	상용화	<ul style="list-style-type: none"> - 저온저장고내 생리장해 예측 및 진단이 가능한 신선도 관리 시스템 - 노지 환경 센싱 및 제어기술
경기도 농업기술원	영농지도	<ul style="list-style-type: none"> - 경기지역 사과 홍로의 만개일과 생육기 기상을 이용한 숙기 추정 - 경기지역 사과 후지의 만개일과 생육기 기상을 이용한 숙기 추정 - 복숭아 품종별 내한성 및 동해피해 양상 - 경기지역 복숭아 재배 안전지대 예측 전자지도 활용

그 외의 기술들도 추가적인 연구를 수행하여 상용화에 이를 수 있을 것으로 기대한다.

단기적으로는 다가올 빅데이터 시대의 농업 데이터 플랫폼으로 활용이 가능하다. 빅데이터 시대에 발맞춰 정부 3.0 계획이 발표되었고, 창조경제 비타민 프로젝트가 추진될 예정이다. 이중 농업분야의 ‘비타민 A 프로젝트’는 센서 기술과 빅데이터를 접목시켜 농산물 및 축산물의 생육을 관리하는 것을 골자로 한다. 농장관리정보시스템은 센서정보 이외에도 여타 다른 농장내 정보를 수집 저장할 수 있기 때문에, 이를 기반으로 한 빅데이터 플랫폼으로의 연구 개발을 진행할 계획이다.

장기적으로는 사물인터넷과 결합된 자동화 플랫폼으로 발전가능성이 있다. 미래에는 농장내 생육정보, 기상정보, 토양정보를 자동으로 수집하여 의사결정을 수행하고, 무인자율주행형

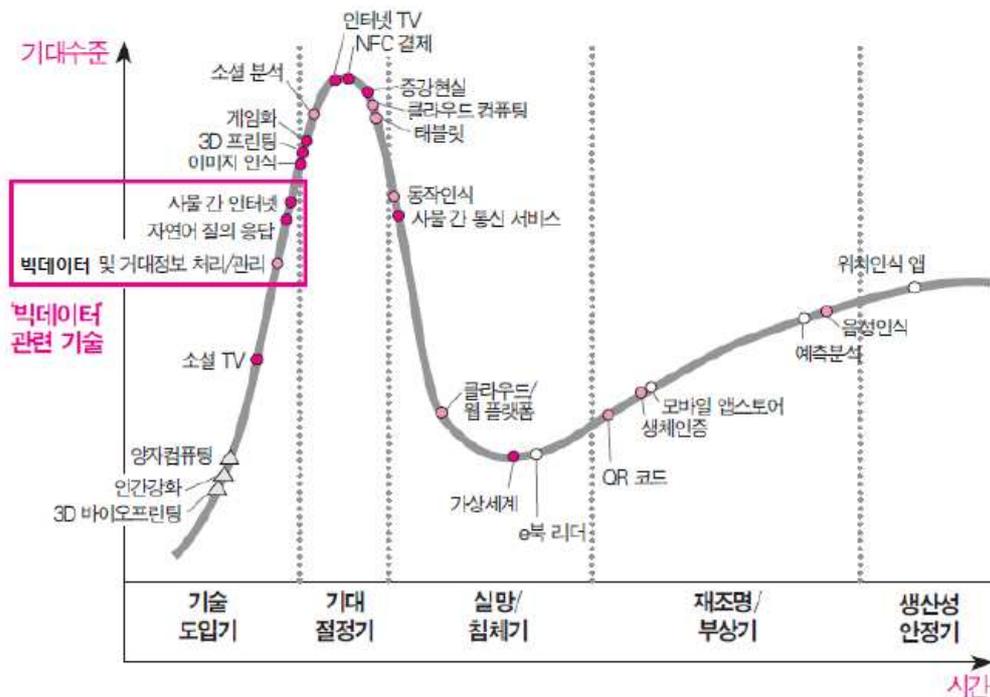
농작업기가 스스로 농작업을 수행할 것이다. 이러한 구상의 한 가운데 농장관리정보시스템이 존재하며 각각의 사물들을 연동할 것으로 기대된다.

세부 연구주제 중 하나로 개발된 노지과수생산관리시스템을 확대 적용하기 위한 방안이 연구되었다. 노지과수생산관리시스템의 특징과 정책변화, 농가조직 구성 및 정책사업의 추진 방법을 고려한 결과, 노지과수생산관리시스템의 보급방안은 약 100농가를 대상으로 하는 정부주도적 정책사업이 적절할 것으로 판단된다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

FMIS의 핵심요소 중 하나인 IT 기술은 매년 혁신적인 발전을 이뤄왔고 최근에는 빅데이터와 클라우드 컴퓨팅이 IT 기술의 주요 트렌드로 자리매김하고 있다. 2012년 말 한국정보화진흥원은 2013년 IT 기술의 주요 트렌드에 대한 보고서를 이 발간하였다. 이 보고서는 5개 주요 기관들 - 가트너, 델로이트, EMC, 정보통신산업진흥원, 삼성 SDS - 의 보고서를 요약하고 있는데, 모든 기관의 보고서에서 빅데이터와 클라우드 컴퓨팅이 주요 트렌드로 보고되고 있다 (NIA, 2012).

아래 그래프는 가트너 하이프 사이클(Gartner Hype Cycle)로 기술들의 발전단계를 설명하기 위해 개발한 방법론이다. 시간의 경과에 따른 기술의 성숙도(x축)와 업계에 회자되는 가시성(y축)을 이용해 기술의 진화를 설명하고 트렌드 파악에 활용한다.



주류로 수용되는 데 소요되는 시간 :
 ○ 2년 미만 ● 2~5년 ● 5~10년 △ 10년 이상

그림 211 Gartner 2013 Hype Cycle for Emerging Technologies

빅데이터의 위치는 기술 도입기(Technology Trigger)를 넘어가는 단계로 기술의 상용화가 시작되고 있는 현재 가장 기대받는 기술 중 하나이다. 최근 여러 사업 부문에서 새로운 경쟁력을 제공하는 가치 창출의 도구로 각광받으면서 이에 대한 기대와 낙관적 전망들도 쏟아지고 있다. 따라서 빅데이터 기술은 시장 기대치의 정점단계에 도달할 것이며 디지털 기기 증가에 따른 데이터의 기하급수적 증대현상에 힘입어 앞으로 2~5년 사이에 안정화단계, 즉, 주류시장에 들어갈 기술로 평가되어 있다.

다양한 국가에서 빅데이터를 효율적으로 활용하기 위한 노력을 기울이고 있는 실정이다. 미국 정부는 2012년 3월말 Big Data Research and Development Initiative를 공표하였는데, 이 계획은 정부기관이 공공정보를 개방하고, 빅데이터를 활용하여 공공서비스도 개혁하겠다는 의도를 담고 있다. 빅데이터를 활용하여 투명하고, 효율적이며 혁신적인 정부서비스를

제공하겠다는 것이다. 특히 미국은 빅데이터를 활용할 수 있는 기술개발 및 인력 양성하기 위한 구체적인 실천방안이 진행되고 있다. 영국정부는 2012년 Data Strategy Board를 만들어 공공정보를 공개적으로 제공하기 위한 노력을 보이고 있으며, 유럽전체에 이러한 정책이 보급될 수 있도록 노력하고 있다. 이외에도 싱가포르나 호주에서도 빅데이터를 활용하려는 노력을 그치지 않고 있다.

국가	활용분야	내용
미국	국토보안	<ul style="list-style-type: none"> ○ 9.11 이후 미국은 국토안보부를 중심으로 테러·범죄 방지를 위한 범정부적인 빅데이터 수집 및 분석 • 부시 행정부 시절 국토안보부 장관 Michael Chertoff는 국토보안을 위해서 빅데이터 분석 추진 • 국내외 금융거래 감시로 테러자금 조달 색출 강화
	치안	<ul style="list-style-type: none"> ○ FBI의 종합 DNA 색인 시스템(CODIS) • DNA 포렌직, 클라우드 DNA분석 등 빅DNA 데이터의 활용을 통해 2007년 약 45천건의 법인 DNA Hit rate 달성 • 1시간안에 법인 DNA 분석을 위한 주정부 데이터연계 및 빅데이터 실시간 분석 솔루션 확보
	의료	<ul style="list-style-type: none"> ○ 오바마 Health 2.0 -필박스 프로젝트(Pillbox) • 국립보건원의 사이트로 약(drug) 검색 서비스 제공 • Pillbox를 통해 수집된 빅데이터를 통해 후천성면역결핍증(HIV) 등 관리대상 주요 질병의 분포, 연도별 증가 등에 대한 통계치 확보 가능
영국	정보공개	<ul style="list-style-type: none"> ○ 영국은 정부 사이트(data.gov.uk)를 통해 공공부문의 정보 공유 및 활용을 위한 데이터 원스톱 서비스 제공 • 정부의 투명성 제고, 국민의 알권리 향상, 사회적 가치 증대, • 일반인들의 참여를 장려하고 아이디어 수렴, 양개발, 데이터 공개 등의 주제에 대한 커뮤니티 제공
싱가포르	국가위험관리	<ul style="list-style-type: none"> ○ 빈번히 발생하는 테러 및 전염병으로 인한 불확실한 미래 대비를 위하여 2004년부터 빅데이터 기반 위험관리 계획을 추진 • RAHS(Risk Assessment & Horizon Scanning) 시스템을 통해 질병, 금융위기 등 모든 국가적 위험을 수집 및 분석하여 위험을 선제적으로 관리 • 수집된 위험 정보는 시뮬레이션, 시나리오 기법 등을 통해 분석되어 사전에 위험을 예측하고 대응 방안 모색
호주	정보공개	<ul style="list-style-type: none"> ○ 호주 정보관리청은 정부 2.0을 통한 정보개방 • 방대한 양의 정보를 검색하고 분석 및 재사용할 수 있도록 자동화된 틀을 활용하여 시간과 자원을 절감 • AGIMO 산하 정부 2.0 전략/ 서비스 팀에서는 정부 데이터에 대한 Repository 및 검색 틀을 서비스하는 data.gov.au 웹사이트 운영

※ 출처 : 국가정보화전략위원회 (2011), 빅데이터를 활용한 스마트 정부구현

그림 212 주요 국가 빅데이터 활용 현황

각국 정부의 노력과는 달리 다양한 기업에서도 빅데이터와 클라우드 컴퓨팅을 활용하려는 노력을 보이고 있다. 구글, 마이크로소프트, 아마존과 같은 유명한 IT기업에서도 App Engine, Azure, EC2 와 같은 클라우드 서비스를 구축하여 운영중이고, 야후!에서는 오픈소스인 Hadoop 플랫폼에 재정적인 지원을 아끼지 않고 있다. 또한, IBM, Oracle, SAP, SAS 등의 전통적으로 데이터 처리의 강자였던 회사들도 핵심적인 빅데이터 장비 및 소프트웨어 등을 개발하여 판매하고 있다.

최근, 한국 정부에서도 이러한 세계적인 추세를 인지하고 발맞추려 노력하고 있다. 2012년 말 '빅데이터 마스터 플랜'으로 빅데이터 진흥의 청사진을 제시하였고, 2013년 '정부 3.0 추진 기본계획'을 발표하였다. 정부 3.0의 핵심인 맞춤형 민원·행정서비스 제공을 위해선 빅데이터 활용이 필수이기 때문에 정부는 빅데이터를 종합·분석하고 정책 결정에 활용하기 위해 '국가미래전략센터'를 설립할 방침이다.

제 1 절 농업용 클라우드 서비스

1. 클라우드 서비스의 정의

클라우드 컴퓨팅은 인터넷 환경에 기반한 기술로 1960년대 미국의 컴퓨터 학자인 존 맥카시가 “미래의 컴퓨팅 환경은 공공 시설을 사용하는 것과도 같을 것이다.”이라고 언급한 개념에서 출발한다 (Foster et al., 2008). 초기의 클라우드라는 용어는 데이터 통신을 위한 가상사설네트워크 사업자들이 사용한 용어였다 (Kaufman, 2009). 현재의 클라우드 컴퓨팅은 서버와 네트워크 인프라스트럭처 전반을 지칭하는 용어로 확대되었다 (Jadeja and Modi, 2012). 현재 구글, 마이크로소프트, 아마존, KT, SKT 등 다양한 기업에서 클라우드 서비스를 제공하고 있으며, 클라우드 컴퓨팅은 빅데이터 처리를 위한 중요한 환경으로 자리매김하고 있다.

2. 클라우드를 활용한 농업용 어플리케이션

최근 농장관리정보시스템에 클라우드 컴퓨팅 기술을 적용하려는 움직임이 있다. 이는 크게 네가지 장점을 갖는다(Yang et al., 2012). 첫번째는 상대적으로 저렴한 비용과 어디서든 접근할 수 있다는 장점이다. 두번째는 클라우드 컴퓨팅 기술이 다양한 형태의 대용량 데이터를 처리할 수 있는 고성능 컴퓨터를 제공한다는 것이다. 농업데이터는 기상정보, 토양정보 등 다양한 농업정보를 포함하는 대용량 데이터이므로 이러한 장점은 중요하다. 세번째는 서버관리의 책임이 농가에 있지 않고, 관리를 위한 학습이 필요하지 않다는 점을 들 수 있다. 네번째로는 관리가 잘 되고 있는 클라우드시스템 내에 데이터가 저장되게 되므로 농업인이 직접 관리하는 데이터에 비해 더 높은 수준의 보안 레벨을 유지할 수 있다.

몇몇 기업에서는 농업용 클라우드 컴퓨팅 시스템을 구축 및 활용하여 사업을 진행하고 있다. 일본의 후지쓰사에서는 클라우드 컴퓨팅 시스템에서 동작하는 농장관리정보시스템을 구축하고 일본의 두 농업조합에서 시연하였다 (Hori et al., 2010). 이 시스템에서는 기상정보, 토양정보, GPS 데이터, 이미지, 작업자의 관찰내용 등을 저장 처리할 수 있다고 한다. 후지쓰사에서는 푸드 체인 시스템에도 식품 및 농업용 클라우드시스템을 구축하여 운영하고 있다(Satake and Yamazaki, 2011). 미국의 Climate Corporation은 아마존의 클라우드 컴퓨팅 환경인 EC2를 활용하여 지역별 폭풍 정보와 각종작물의 예측정보를 만들어 팔고 있다. 이 회사는 60년간의 작물 수확량 정보, 14 TB의 토양 정보, 미국 정부에서 제공하는 기상정보를 클라우드 컴퓨팅 환경에 저장하고 빅데이터 처리를 위해 Map-Reduce를 사용하고 있다.

다양한 연구자들도 클라우드 컴퓨팅 환경을 농업분야에 접목시키고자 노력하고 있다. Venkataramana et al. (2012) 는 AGRI-CLOUD라는 농업용 클라우드 프레임워크를 제안했다. 이 프레임워크는 Agri-Data Acquisition layer, Agri-Data Processing layer, Agri-Data Storage Service layer의 3가지 레이어로 구성되며, 각각이 SaaS, PaaS, IaaS에 해당된다. Yin (2012) 는 농업용 전문가시스템에 기반한 KaaS라는 개념의 서비스 모델을 발표하였다. KaaS는 Knowledge As A Service의 약자로 농업지식을 전달하는 서비스

라고 할 수 있다. AgroGrid는 그리드를 기반으로 한 농산품 공급체인을 위한 솔루션을 제공한다. 이 솔루션은 농산물의 거래가 가능한 마켓플레이스를 제공하고, 농산품의 안전성과 품질을 모니터링할 수 있는 시스템도 제공한다(Volk et al., 2008). Heindl et al. (2010)는 AgroGrid는 클라우드 컴퓨팅 환경으로 포팅될 것이며, 아마존 등이 제공하고 있는 IaaS 클라우드 서비스에서 동작하게 될 것이라고 예측하였다.

3. 클라우드 서비스 적용의 해외 사례

가. 일본 후지쯔社 아키사이(Akisai)

일본 후지쯔사는 2012년 10월부터 식품, 농업 클라우드 서비스인 아키사이를 통해 농작물의 생산부터 판매까지 데이터로 관리하여 효율적인 농업경영을 지원하는 서비스를 제공하고 있다. 농지 작업 실적과 작물 이미지 등을 데이터로 저장하고 분석하여 수확량과 품질 향상을 위한 최적의 운영방안을 제공한다. 농지에 날씨와 토양환경 등을 측정하는 센서를 설치하고 여기서 수집되는 데이터를 분석하여 최적의 파종, 농약살포, 수확시점을 모바일로 제공하는 형태이며 농장 작업시간과 내용, 농작물 성장 상황 등을 데이터로 저장하면 과거 실적과 비교하여 작황, 비용, 수익성 등을 분석하고 영농계획, 생산, 유통관리, 경영진단 및 분석 등 체계적인 경영관리가 되도록 하는 서비스도 제공한다.

나. 한국 후지쯔社 우보(牛步) 시스템

암소에 센서와 무선통신 기능이 장착된 만보기를 착용시킨 후 움직임과 걸음 패턴 등의 데이터를 수집분석하여 소 임신 가능기간을 문자메시지, 이메일 등으로 제공하는 클라우드 서비스이다. 100%에 근접한 발정 탐지율(사람관찰 기준 58% 수준)과 수태율, 분만 간격, 임신 감정, 건강상태 및 정자 제공 정보까지 파악하여 혈통 관리가 가능하며 노동력 절감 및 경영 효율성, 매출 증가로 농가의 수익성 증대가 기대된다. 일본에서는 5년 전부터 1,050여개 목장과 가축개량센터에서 ‘우보시스템’을 사용하고 있는 것으로 알려져 있다.

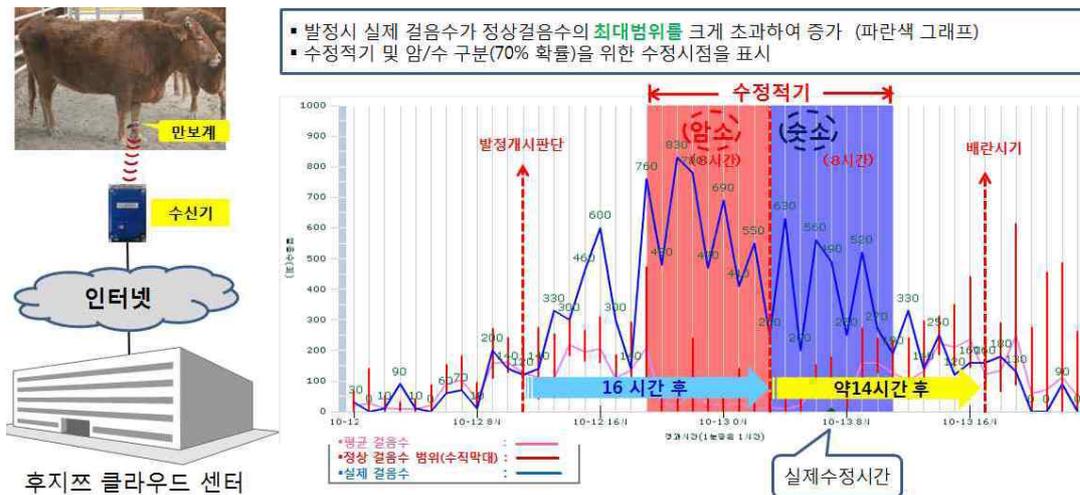


그림 213 한국 후지쯔社 우보(牛步) 시스템

제 2 절 농업용 빅데이터

1. 빅데이터의 정의

빅데이터라는 용어를 설명하기 위해 다양한 정의들이 존재한다. 위키피디아에 따르면 빅데이터는 크고 복잡한 데이터 셋의 집합으로 전통적인 데이터 처리 방법이나 데이터베이스 관리 툴로는 처리가 용이하지 않은 데이터를 의미한다 (WIKIPEDIA, 2013). 맥킨지의 리포트에서는 빅데이터는 기존의 데이터베이스 소프트웨어로는 수집, 저장, 관리, 분석이 어려운 데이터집합을 의미한다고 하였다 (Manyika et al., 2011).

빅데이터는 크기, 속도, 다양성이라는 세가지 특징으로 정의될 수도 있다 (Eaton et al., 2012). 데이터의 크기는 계속적으로 증가해 왔으며, 추가적인 데이터 소스가 지속적으로 추가되고 있다. 최근에는 유비쿼터스 센서나 리모트센싱, 소프트웨어 로그, 카메라, RFID 리더, 무선 센서 네트워크 등에서 생성되는 데이터들을 포함한다. 이러한 데이터들이 분석을 위하여 통합되는데, 여기서 로우 데이터를 유지하는 것이 빅데이터 관리의 중요한 이슈이다.

빅데이터는 다양한 종류의 데이터를 포함하기도 한다. 자료 구조가 점차 유동적이 되고, 다양한 형태의 데이터를 포함할 수 있게 되었다. 이는 비구조적인 데이터를 포함할 수 있다는 의미이다. 따라서 빅데이터는 문자, 사진, 소리, 동영상, 위치정보 등을 포함하여야 한다. 예를 들어 농업인이 트랙터를 운전할 때, 트랙터에서 측정되는 모든 정보는 GPS의 위치정보와 함께 저장될 수 있어야 하며, 이 때 농업인이 자신의 의견을 녹음할 수도 있을 것이다. 데이터의 속도란 데이터가 생성되고 처리되는 속도를 의미한다. 기존의 데이터 속도에 대한 이해는 그것이 측정되어 시스템에 도착될 때까지의 속도를 의미했지만, 빅데이터의 관점에서는 크고 다양한 데이터가 처리되는 시간까지를 의미한다(Eaton et al., 2012).

2. 빅데이터 처리 기술

빅데이터 처리는 대용량의 데이터를 적절한 시간 내에 처리하는 기술을 필요로 한다 (WIKIPEDIA, 2013). 전통적인 데이터베이스는 구조화된 데이터 분석에 최적화 되어 있으나 (Eaton et al., 2012), 빅데이터는 반구조화된 혹은 비정형의 데이터를 다루고 분석하는 작업을 필요로 한다.

기존의 데이터 처리방법은 현대의 컴퓨터상에서 데이터를 메모리, 파일시스템, 데이터베이스에 저장하고 이를 기반으로 데이터 분석을 수행하는 알고리즘을 수행하는 형태였다. 이로 인해서 몇백 기가의 메모리와 대용량 파일 시스템을 마운트할 수 있는 고사양 고가의 하이엔드급 서버를 이용하였다. 이 경우 데이터의 증가에 따른 시스템 확장은 더 고사양의 장비로 교체하는 scale-up 방식이 유일했다. 하지만 빅데이터를 다루게 되면서 scale-up을 통한 시스템 아키텍처로는 도저히 처리가 불가능한 상황에 이르렀다.

기존에 처리 불가능한 데이터처리를 위하여 구글은 구글파일시스템이라는 분산데이터저장 파일시스템을 개발하였고, 이를 논문으로 게재하였다 (Ghemawat et al., 2003). 이 논문을 기반으로 오픈소스인 하둡분산파일시스템이 등장하였다. 분산 데이터 저장 프레임워크는 비슷한 사양의 장비를 추가적으로 설치하여 시스템을 확장할 수 있는 scale-out 방식의 확장이 가능하기 때문에 빅데이터 저장 환경으로 각광을 받고 있다.

MapReduce는 대용량의 데이터를 처리하기 위해서 분산파일시스템을 이용하는 분산 프로그래밍 모델이다. 구글에서 개발된 이 프로그래밍 모델은 2004년 “MapReduce: simplified data processing on large clusters”라는 논문이 발표되면서 관심을 받기 시작하였다. MapReduce는 Map단계와 Reduce 단계로 나누어진 프로그래밍 방법으로 Map 단계에서 부분적으로 처리된 데이터가 Reduce 단계에서 통합되는 방식으로 동작한다(Dean and Ghemawat, 2008).

NoSQL은 Not-Only SQL을 의미하며, 전통적인 관계형 데이터베이스와 다르게 설계된 비관계형 데이터베이스를 의미한다. 대표적인 NoSQL 솔루션으로는 Cassandra, Hbase, MongoDB 등이 존재한다. NoSQL은 테이블 스키마가 고정되지 않고, 테이블 간 조인Join 연산을 지원하지 않으며, 수평적 확장이 용이하다는 특징을 가진다. NoSQL 기술은 네트워크 전송 중 일부 데이터를 손실하더라도 시스템은 정상 동작을 해야 한다는 목적에 중점을 두고 일관성과 유효성을 최소한으로 보장한다. HBase는 NoSQL 기술중 하나로 2006년 발표된 구글의 BigTable 을 클론한 것이다. BigTable은 수천대 이상의 서버에서 페타바이트에 달하는 매우 큰 용량의 데이터를 다루기위해 디자인된 구조화된 데이터를 관리하기 위한 분산 저장 시스템이다 (Chang et al., 2008).

3. 농업용 빅데이터

농업용 클라우드 시스템에서 다루게 될 데이터는 빅데이터가 될 확률이 높다. 다양한 데이터의 공급원으로 부터의 데이터 유입은 데이터의 속도를, 다양한 종류의 데이터는 데이터의 다양성을, 마지막으로 유입된 데이터의 양은 데이터의 크기를 의미하기 때문에 농업용 클라우드는 빅데이터 처리기술을 필요로 한다.

크기라는 측면에서 농업용 데이터를 빅데이터로 간주할 수 있다. Hori et al. (2010) 는 하루에 약 5~10MB수준의 데이터가 생성된다고 하였다. 이를 10~30년간 유지한다고 하면 한 농가에서 100 PB를 초과하는 데이터를 다루야 한다고 하였다. Luck et al. (2013) 는 농업용 필드 데이터의 크기를 기준으로 농업용 데이터의 빅데이터 가능성을 고찰하였다. 그에 따르면 현재 1.77 MB/ac 수준의 데이터가 14.4 MB/ac 수준으로 증가할 수 있고, 정밀농업을 위한 해상도도 점점 커지는 추세다. 따라서 데이터량이 기하급수적으로 증가할 것이고, 농업에서도 빅데이터 처리가 중요한 이슈가 될 수 있다고 예상했다.

농업용 클라우드에서는 다양한 종류의 농업용 데이터가 활용될 수 있는데, 이는 빅데이터의 다른 특징인 다양성을 만족시킨다고 할 수 있다. 기상데이터, GPS 데이터, 농약 및 비료 살

포데이터, 가격변동정보, 생산기술정보, 유통정보 등 다양한 종류의 데이터가 문자, 숫자, 이미지, 동영상 등 다양한 형태의 포맷으로 저장될 수 있다. 그리고 이러한 정보들은 정밀 농업기술의 발달과 대형 농장의 증가, 농작업 기계의 공동 사용 등의 이유로 점차 복잡해질 것이다 (Steinberger et al., 2009).

마지막으로 농업용 데이터는 속도면에서도 빅데이터의 특징을 갖는다. Hori et al. (2010)는 한 농가에서 하루에 약 5~10MB수준의 데이터가 생성된다고 하였다. 이는 시간당 0.21~0.42 MB 정도의 수치이지만 여러 농가가 공동으로 클라우드 시스템에서는 이 수치가 농가의 개수만큼 증가할 것이다. Luck et al. (2013)는 미국전역에서 한번에 수집되는 농업용 데이터가 약 70TB에 이를 것으로 예상하기도 했다. 데이터마다 수집주기가 다르긴 하겠지만 이를 시간단위 예상한다면 매시간 70TB의 데이터를 처리할 수 있는 시스템이 필요하다 하겠다.

4. 농업분야 빅데이터에 대한 관심

농업 분야에서 빅데이터에 대한 관심은 여러 컨퍼런스에서도 찾아볼 수 있다. 2012년 말에 시카고에서 열렸던 American Seed Trade Association 컨퍼런스는 농업용 빅데이터에 대한 세션을 별도로 준비하였으며, 2013년 4월말 워싱턴에서 G-8 국가가 모여 열렸던 Open Data for Agriculture 미팅에서는 각국의 농업 데이터를 모아 공유하기 위한 시스템 개발에 합의하였다.

기업들도 농업용 빅데이터를 활용하여 사업을 진행하고 있다. Climate Corporation은 2006년에 두명의 구글 출신이 세운 회사이다. 이 회사는 60년간의 작물 수확량 정보, 14 TB의 토양 정보, 미국 정부에서 제공하는 기상정보를 토대로 지역별 폭풍 정보와 각종작물의 예측정보를 만들어 팔고 있다. 이 회사에서는 자사의 빅데이터 처리를 위해 Map-Reduce를 사용하고 있으며, 아마존의 클라우드 컴퓨팅 환경을 이용하고 있다. Farmeron 은 축산농가에서 생산되지만 사용되지 않고 버려지는 데이터에 주목했다. 가축의 무게를 추적하여 최적의 효율을 낼 수 있는 사료의 배합을 알려주거나 가축의 생육주기 등을 파악하여 알려준다. Farmeron의 시스템은 클라우드 환경에서 빅데이터 처리를 할 수 있으며, 2012년에 14개 국가의 450개 농가가 사용중인 시스템으로 알려져 있다. 이 외에도 John deere에서는 FarmSight라는 농가의 다양한 데이터를 처리하여 활용할 수 있는 시스템을 개발하였으며, DuPont Pioneer에서는 Pioneer® Field360™ 서비스를 개발하여 농가에서 발생하는 막대한 양의 데이터를 스마트폰에서 확인할 수 있도록 하였다.

정부도 빅데이터 기술을 적용한 프로젝트를 진행 중이다. 정부는 창조 경제 실현계획의 일환으로 과학기술과 정보기술을 결합하는 ‘창조경제 비타민 프로젝트’를 추진할 계획이다. 이 중 농업분야의 ‘비타민 A 프로젝트’는 센서 기술과 빅데이터를 접목시켜 농산물 및 축산물의 생육을 관리하는 것을 골자로 한다. 이는 농업 산물의 생산, 유통, 소비의 전 과정에 걸쳐 생산성과 효율성을 높일 것으로 기대되고 있다.

Sector	Key agenda (technologies to be applied)
Vitamin Agriculture A	Management of agricultural, farm products (sensor, big data)
Vitamin Culture C	Services linking tourism, culture and local government (QR code, augmented reality, 3D video)
Vitamin Food F	Machine-to-machine communication based management of food distribution and safety (RFID, smart device, app)
Vitamin Infrastructure I	LTE-based intelligent railroad, smart autonomous driving road, localized GPS satellite navigation
Vitamin Safety S	Sensor network-based warnings against accidents and disasters, protection of the socially disadvantaged (GPS, sensor, app)

그림 214 정부의 비타민 프로젝트 개요

맥킨지의 보고서에 따르면, 빅데이터는 효율적으로 활용하는 것이 가장 중요하다 (Manyika et al., 2011). 하지만 위키피디아에 따르면 빅데이터란 기존의 데이터 처리방법으로는 처리가 불가능한 데이터의 집합이다 (WIKIPEDIA, 2013). 따라서 농업용 빅데이터를 효율적으로 활용하기 위한 기술을 개발하여 적용하는 것이 농업용 클라우드의 구축에 있어 중요한 부분이다.

5. 빅데이터 적용의 해외 사례

가. 스파크드(Sparked)社

2008년 네덜란드에서 창업한 스파크드사는 사물 인터넷 기술을 활용한 빅데이터 수집과 분석을 축산업에 응용했다. 소에 무선 인터넷 센서를 부착하여 소에 관한 정보를 실시간으로 수집, 확보하고 사육에 필요한 내, 외부 환경데이터를 분석한다. 소의 움직임, 건강, 기후조건 등 축적된 정보 (1년 약 200MB/두)를 이용하여 각각의 소들에게 최적의 환경을 제공하며 농장 환경개선, 사육밀도조절을 통해 우유 생산량을 증가시키고 질병을 예방하도록 하고 있다.

나. 일본 NEC

일본 통신 및 전자기기 전문업체인 NEC는 농지에 M2M(Machine To Machine: 사물지능통신)을 적용하여 효율적인 농업활동을 가능하게 했다. 농지에 온도, 습도, 강수량, 일조량 등을 측정하는 센서를 설치해 정보를 수집, 전송하면 농가에서 PC나 스마트폰으로 확인하여 관리하는 시스템이다. 과학적 데이터를 바탕으로 농업 전문가의 지도를 통해 경영효율성이 증대되고 가뭄, 홍수 등의 자연재해를 예측하여 피해를 감소시키는 효과가 있다.

6. 농업분야에서 빅데이터와 클라우드 서비스 활용사례가 주는 시사점

농업 분야에 빅데이터를 활용한 ICT의 도입으로 경험에 의존하는 기존의 농법보다 더 체계적이고 과학적인 농법으로 전환됨에 따라 경험이 없어도 일정 품질 이상의 작물을 재배하

는 것이 가능해질 수 있어서 신규 참여농가나 후계농가들의 시장 진입이 용이해질 것으로 전망된다. 또한 이로 인해 농촌인구의 감소와 고령화로 인한 문제점을 해결해 줄 것으로 기대된다.

불확실성과 위험성이 높은 농업 경영분야에서 빅데이터의 활용을 통해 의사 결정 속도 및 정확도를 높여 농가경영의 효율성 제고를 기대할 수 있다. 빅데이터 시스템이 제공하는 기상정보와 병충해 발생정보, 토양정보 등을 분석하여 생육 및 생산성을 높이는 것이 가능하며 가까운 미래 예측을 통한 위험요소의 사전 예방, 현재 상황의 정확한 진단을 통한 시행 착오의 최소화로 비용 절감의 효과도 기대할 수 있다.

제 3 절 그 외의 해외 과학기술정보

전 세계의 RFID/USN 시장을 미국과 중국이 이끌어 가고 있는 가운데, 독일, 영국, 일본, 한국의 순으로 시장규모가 형성되어 있으며, 국내 시장규모는 05년 2,137억 원에서 06년에는 2,871억 원, 07년 4,333억 원으로 매년 큰 폭으로 성장하고 있다. 이 분야에 있어 국내 기술 수준은 최고 기술 보유국인 미국과 상대적으로 비교 할 때 83.3%의 기술 달성도를 보이고 있으며, 이는 약 1.3년 정도 기술 격차를 보이는 것으로 평가된다(유오씨쥬, 2009). 본 절에서는 빅데이터와 클라우드 기술 외에 본 연구와 관련된 해외 과학기술 개발 현황을 살펴보고 국내 농림수산업의 나아갈 시사점을 제시한다.

1. 해외 과학기술

가. 체리 수확 로봇 (Cherry-harvesting robot)

일본에서 기술개발중인 이 기술은 로봇기술, 이미지 인식기술, 3D 시각센서 기술을 적용한 기술이다. 체리 수확은 짧은 기간 동안에 이루어지고 있어 수확기에는 평소보다 노동력을 많이 필요로 한다. 또한, 높은 체리 나무의 특성상 작업간의 효율성이 떨어지고 안전에도 문제가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 3-D 시각센서를 이용한 체리 수확 로봇이 개발되고 있다(Tanigaki, Fujiura, Akase & Imagawa, 2008).

나. 관개 스케줄링 시스템(A real-time wireless smart sensor array for scheduling irrigation)

미국에서 개발단계에 있는 이 기술은 무선 센서 네트워크와 RFID 태그기술을 적용한 것이다. 세계 어디에서나 관개라는 것은 작물 생산에 있어서 필수적인 요소이다. 이 시스템은 RFID와 Sensor Network 기술을 이용하여 만들어졌으며, 온도, 토양의 수분 함량 등을 분석하여 필요시에 자동적으로 물을 공급해준다. (Vellidis, Tucker, Perry, Kvien & Bednarz, 2008).

다. 남부 스페인의 정교 원예를 위한 무선 센서 네트워크(Wireless Sensor Network for precision horticulture in Southern Spain)

원예산업에 무선 센서 네트워크를 적용하려는 시도이다. 스페인에서 무선 센서 네트워크 기술을 도입하여 시험중인 이 시스템은 먼저 두 개의 센서를 이용하여 토양의 온도, 습도, 염도 등을 측정하며, 두 번째 부분은 센서를 이용하여 대기의 온도 습도 등을 측정한다. 마지막 부분은 센서를 사용하여 원예에 사용되는 물을 감지할 수 있다. 이를 통해 식물에 가장 좋은 상태의 물을 적당량 공급하기 위해 물의 온도, 염도 등을 감지할 수 있다(Matese, Di Gennaro, Zaldei, Genesio & Vaccari, 2009).

라. 웹기반 토마토 농장 병충해 위험 관리 시스템

미국에서 웹기술(PHP, XML)을 이용해 실제 현장 적용단계인 이 기술은 기상 상태에 따른 병충해 발생을 미리 경고함으로써 병충해 발생 위험 관리가 가능하게 한다. 이 서비스는 미시건 주립대학교 주도하에 개발되었으며 서비스 지역 또한 미시건 주를 대상으로 하였다. 기상 정보를 미시건 기상 자동화 네트워크(Michigan Automated Weather Network:

MAWN)에서 자동으로 가져와 이것을 병충해 위험관리 시스템(Late Blight Risk Management System: LBRM)을 이용하여 각 지역의 위험도를 분석한 후 웹을 통한 양방향 서비스를 제공한다. 이 때 구글 맵을 이용하여 리스트 지역을 한 눈에 볼 수 있으며 위험도 표시를 녹색 < 노란색 < 오렌지색 < 분홍색 < 빨간색 순으로 나타내었다(Wharton, Kirk, Baker & Duynslager, 2008).

마. 식물 모니터링(Phytomonitoring)

이스라엘에서는 식물인식기술(plant-sensing techniques)를 이용한 기술을 현장 적용 중이다. Phytomonitoring는 실시간으로 식물의 상태를 모니터링 하여 날씨나 관수에 관한 결정을 하는데 도움을 주는 정보 시스템이다. 또한 식물 성장량을 자동으로 측정하여 관수 주기, 관수량 등의 재배법 개선에 이용할 수도 있다. 이 장치는 식물에 설치된 센서들이 5분에서 10분 사이 간격으로 토양 습도, 온도 대기 습도, 식물의 성장 등을 측정하여 사용자의 컴퓨터로 전송해주며, 컴퓨터에 설치된 소프트웨어는 식물의 컨디션을 최적상태의 녹색부터 최악상태인 적색까지 그래프로 표시해 준다. 또한 이 시스템은 스트레스의 원인 분석도 제공한다(LI & ZHANG, 2007).

제 7 장 연구시설장비 현황

해당사항없음.

제 8 장 참고문헌

- AgXML. AgXML. Available at: <http://www.agxml.org/>. Accessed 10 April 2012
- Bose, B. K. 1994. Expert system, fuzzy logic, and neural network applications in power electronics and motion control. *Proceedings of the IEEE*. 82(8): 1303-1323.
- Bray, T., J. Paoli, C. M. Sperberg-McQueen, E. Maler, and F. Yergeau. 1997. Extensible markup language (XML). *World Wide Web Journal* 2 (4):27-66.
- Bröring, A., Echterhoff, J., Jirka, S., Simonis, I., Everding, T., Stasch, C., Liang, S., Lemmens, R.(2011): New generation Sensor Web Enablement.- *Sensors* 11: 2652-2699.
- Chang, F., J. Dean, S. Ghemawat, W. C. Hsieh, D. A. Wallach, M. Burrows, T. Chandra, A. Fikes, and R. E. Gruber. 2008. Bigtable: A distributed storage system for structured data. *ACM Transactions on Computer Systems (TOCS)* 26 (2):4.
- Chaudhary, S., V. Sorathia, and Z. Laliwala. 2004. Architecture of sensor based agricultural information system for effective planning of farm activities *Services Computing, 2004.(SCC 2004)*. *Proceedings. 2004 IEEE International Conference on*.
- Choi, C. M. and S. G. Moon. 2009. Changes of Flowering Time in the Weather Flora in Busan Using the Time Series Analysis. *J. Environ. Sci.* 18:369-374
- Chung, U., J. H. Kim, S. O. Kim, H. C. Seo, and J. I. Yun. 2009. Geospatial Assessment of Frost and Freeze Risk in 'Changhowon Hwangdo' Peach(*Prunus persica*) Trees as Affected by the Projected Winter Warming in South Korea : III. Identifying Freeze Risk Zones in the Future Using High-Definition Climate Scenarios. *Kor. J. Agri. Forest Meteorol.* 4:221-232
- Chung, U., S. O. Kim, and J. I. Yun. 2008. Plant Hardiness Zone Mapping Based on a Combined Risk Analysis Using Dormancy Depth Index and Low Temperature Extremes-A Case Study with "Campbell Early" Grapevine-. *Kor. J. Agri. Forest Meteorol.* 4:121-131
- Dash, P. K., S. Mishra, M. M. A. Salama, and A. C. Liew. 2000. Classification of power system disturbances using a fuzzy expert system and a Fourier linear combiner. *Power Delivery, IEEE Transactions on*. 15(2): 472-477.
- David Spelman., K. D. Kinzli., 2013, Calibration of the 10HS Soil Moisture Sensor for Southwest Florida Agricultural Soils, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 139: 965-971
- Dean, J., and S. Ghemawat. 2008. MapReduce: simplified data processing on large clusters. *Communications of the ACM* 51 (1):107-113.
- Dorvlo, A. S. S., Jervase, J. A., & Al-Lawati, A. (2002). Solar radiation estimation using artificial neural networks. *Applied Energy*, 71(4), 307-319. doi: Doi: 10.1016/s0306-2619(02)00016-8
- Eaton, C., D. Deroos, T. Deutsch, G. Lapis, and P. Zikopoulos. 2012. Understanding Big Data - Analytics for Enterprise Class Hadoop and Streaming Data:

McGraw-Hill.

Elizondo, D., Hoogenboom, G., & McClendon, R. W. (1994). Development of a neural network model to predict daily solar radiation. *Agricultural and Forest Meteorology*, 71(1-2), 115-132. doi: Doi: 10.1016/0168-1923(94)90103-1

El-Shobokshy, Mohammad S. and Fahmy M. Hussein 1993. Effect of dust with different physical properties on the performance of photovoltaic cells. *Solar Energy* 51: 505-511.

El-Shobokshy, Mohammad S. and Fahmy M. Hussein 1993. Effect of dust with different physical properties on the performance of photovoltaic cells. *Solar Energy* 51: 505-511.

FAO. Agricultural Metadata Element Set (AgMES). Available at: <http://aims.fao.org/standards/agmes>. Accessed 10 April 2012

Federer, C. A. and C. B. Tanner 1965. A simple integrating pyranometer for measuring daily solar radiation. *J. Geophys. Res.* 70: 2301-2306.

Foster, I., Z. Yong, I. Raicu, and L. Shiyong. 2008. Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree Compared Grid Computing Environments Workshop, 2008. GCE '08, 12-16 Nov. 2008.

Frank, R. C. 1987. Agricultural information systems and services. *Annual review of information science and technology* 22:293-334.

Frank, R.C., 1987, Agricultural information systems and services, *Annual review of Ghemawat, S., H. Gobiuff, and S.-T. Leung. 2003. The Google file system ACM SIGOPS Operating Systems Review.*

Gigan, G., and I. Atkinson. 2007. Sensor Abstraction Layer: a unique software interface to effectively manage sensor networks *Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information, 2007. ISSNIP 2007. 3rd International Conference on, 3-6 Dec. 2007.*

Han, J. H., I. C. Son, I. M. Choi, S. H. Kim, J. G. Cho, S. K. Yun, H. C. Kim, and T. C. Kim. 2011. Predicting Harvest Date of 'Niiitaka' Pear by Using Full Bloom Date and Growing Season Weather. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 29(6):549-554

Heindl, U., A. Jacob, M. Mueller, P. Racz, B. Stiller, E. Volk, and M. Waldburger. 2010. AgroGrid-Grid Technologies in Agro Food Business. In *Grid and Cloud Computing: Springer, 173-190.*

Ho, C. H., S. J. Jeong, and J. H. Jeong, 2005: Urbanization and warming trend in the Korean Peninsular viewed from spring flowers. *Proceedings of the Third Climate Change Conference and the Second Climate Change Policy Forum, KPCC, Seoul: 22-25.*

Hori, M., E. Kawashima, and T. Yamazaki. 2010. Application of Cloud Computing to Agriculture and Prospects in Other Fields. *Fujitsu Sci. Tech. J* 46 (4):446-454.

Hori, M., E. Kawashima, and T. Yamazaki. 2010. Application of Cloud Computing to Agriculture and Prospects in Other Fields. *Fujitsu Sci. Tech. J* 46 (4):446-454.

Hyndman, R.J. and A.B. Koehler 2006. Another look at measures of forecast accuracy. *International Journal of Forecasting* 22: 679-688.

information science and technology, Vol 22, Amsterdam: Elsevier Science Publishing.

International, ASTM E824-05 Standard Test Method for Transfer of Calibration From Reference to Field Radiometers. ASTM.

irrigation. *Comp. Electron. Agric.* 61, 44-50.

ISO. 2009. ISO 11783-10:2009. Tractors and machinery for agriculture and forestry - Serial control and communications data network - Part 10: Task controller and management information system data interchange: ISO.

ISO. 2011. ISO 11783-11:2011. Tractors and machinery for agriculture and forestry - Serial control and communications data network - Part 11: Mobile data element dictionary: ISO.

Jadeja, Y., and K. Modi. 2012. Cloud computing - concepts, architecture and challenges *Computing, Electronics and Electrical Technologies (ICCEET)*, 2012 International Conference on, 21-22 March 2012.

Jeong, W. C., T. J. Park, and C. S. Shin. 2010. Standardization Activities on Wireless Sensor Network Transmission Technologies: ETRI.

Jong, S. K., S. S. Lee, and K. Y. Park. 1986. Methods of Estimating Growing Degree Days to Predict Growth Duration in Maize. *Kor. J. Crop Sci.* 31:186-194

Jung, J. E., E. Y. Kwon, U. Chung, and J. I. Yun. 2005. Predicting Cherry Flowering Date Using a Plant Phenology model. *Kor. J. Agri. Forest Meteorol.* 7:148-155

Kang, S. M, and K. K. Chool. 1976. A Study on Cold Hardiness, Flowering and Fruit Bearing in 'Okubo' Peach Trees (*Prunus persica*) as Affected by Defoliation. *Jour. Kor. Soc. Hort. Sci.* 17(1):1-11

Kaufman, L. M. 2009. Data Security in the World of Cloud Computing. *Security & Privacy, IEEE* 7 (4):61-64.

Kerr, J.P., G.W. Thurtell and C.B. Tanner 1967. Integrating pyranometer for climatological observer stations and mesoscale networks. *J. Appl. Meteorol.* 6: 688-694.

Kim, H. Y., N. S. Jung, W. S. Jang, T. S. Oh, and C. S. Lim. 2010. Survey of Farmer Informationization State and Needs for Knowledge based Agricultural Information System. *Journal of Korean Society of Rural Planning* 16 (4):139-145.

Kim, H. Y., N. S. Jung, W. S. Jang, T. S. Oh, and C. S. Lim. 2010. Survey of Farmer Informationization State and Needs for Knowledge based Agricultural Information System. *Journal of Korean Society of Rural Planning* 16 (4):139-145.

Kim, J. H., S. O. Kim, U. Chung, J. I. Yun, K. H. Hwang, J. B. Kim, and I. K. Yoon. 2009. Geospatial Assessment of Frost and Freeze Risk in 'Changhowon Hwangdo' Peach (*Prunus persica*) Trees as Affected by the Projected Winter Warming in South Korea : II. Freezing Risk Index Based on Dormancy Depth as a Proxy for

- Physiological Tolerance to Freezing Temperature. *Kor. J. Agri. Forest Meteorol.* 4:213-220
- Kim, J. Y., C. G. Lee, T.-H. Kwon, G. Park, and J. Y. Rhee. 2013b. Development of an Agricultural Data Middleware to Integrate Multiple Sensor Networks for an Farm Environmental Monitoring System. *Journal of Biosystems Engineering* 38 (1):25-32.
- Kim, J. Y., C. G. Lee, T.-H. Kwon, G. Park, and J.-Y. Rhee. 2013a. Development of an Agricultural Data Middleware to Integrate Multiple Sensor Networks for an Farm Environment Monitoring System. *Journal of Biosystems Engineering* 38 (1):25-32.
- Kim, J. Y., S. H. Yang, C. G. Lee, Y. J. Kim, H. J. Kim, S. I. Cho, and J. Y. Rhee. 2012. Modeling of Solar Radiation Using Silicon Solar Module. *Journal of Biosystems Engineering* 37 (1):11-18.
- Kim, J. Y., Yang, S. H., Lee, C. G., Kim, Y. J., Kim, H. J., Cho, S. I., Rhee, J. Y.. 2012. Modeling of Solar Radiation Using Silicon Solar Module. *Journal of Biosystems Engineering* 37(1): 11-18.
- Kim, K. H., J. K. Park, K. J. Hwang, and S. H. Kim. 1995. Implementation of hybrid short-term load forecasting system using artificial neural networks and fuzzy expert systems. *Power Systems, IEEE Transactions on.* 10(3): 1534-1539.
- Kim, S. Y., I. H. Heo, and S. H. Lee. 2010. Impacts of Temperature Rising on Changing of Cultivation Area of Apple in Korea. *한국지역지리학회지* 16(3):201-215
- Kim, Y., R. G. Evans and W. M. Iversen 2008. Remote sensing and control of an irrigation system using a distributed wireless sensor network. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement* 57: 1379-1387.
- Kim. B. I., S. I. Jeon., 2005, Development of Calibration Model and Analysis of Soil Water Content using Time-Domain Reflectometry Probe in LTPP Sections, *한국도로학회 논문집* 7(4):103~112.
- King, D. L. 1997. Photovoltaic module and array performance characterization methods for all system operating conditions. *AIP Conference Proceedings* 394(1) : 347-368.
- King, D. L. and D. R. Myers 1997. Silicon-photodiode pyranometers: operational characteristics, historical experiences, and new calibration procedures. *Photovoltaic Specialists Conference, 1997., Conference Record of the Twenty-Sixth IEEE,* 1285-1288.
- King, D. L. W. E. Boyson, J. A. Kratochvil 2003. Photovoltaic array performance model. Albuquerque, New Mexico: Sandia National Laboratories.
- King, D. L., Myers, D. R.. 1997. Silicon-photodiode pyranometers: operational characteristics, historical experiences, and new calibration procedures. *Photovoltaic Specialists Conference, 1997., Conference Record of the Twenty-Sixty IEEE,* 1285-1288.
- Kunisch, M., J. Frisch, D. Martini, and S. Böttinger. 2007. agroXML—a standardized

language for data exchange in agriculture.

Kwon, E. Y., J. E. Jung, H. H. Seo, and J. I. Yun. 2004. Using Digital Climate Modeling to Explore Potential Sites for Quality Apple Production. *Kor. J. Agri. Forest Meteorol.* 6 : 170-176

Kwon. W. S., W. K. Byun., S. S. Lee., B. J. Jeon., 2009, Trend of Ubiquitous Technology on Agriculture, Forestry and Fisheries Industry, *Food Business&IT Services* 1(2):97-118.

Lee B. H., Phil Kenkel, B. Wade Brorsen. 2013. Pre-harvest forecasting of county wheat yield and wheat quality using weather information. *Agricultural and Forest Meteorology.* 168: 26-35.

Lee, J. G. 1998. Overview of Agricultural Information Systems and Role of Colleges in Local Agricultural Information System in Korea KSCS & KBS Symposium for 50th Anniversary GSNU.

Lee, W. S., V. Alchanatis, C. Yang, M. Hirafuji, D. Moshou, and C. Li. 2010. Sensing technologies for precision specialty crop production. *Computers and Electronics in Agriculture* 74 (1):2-33.

Lee, W. S., V. Alchanatis, C. Yang, M. Hirafuji, D. Moshou, and C. Li. 2010. Sensing technologies for precision specialty crop production. *Computers and Electronics in Agriculture* 74 (1):2-33.

Linker, R., & Seginer, I. (2003). Water Stress Detection in a Greenhouse by a Step Change of Ventilation. *Biosystems Engineering*, 84(1), 79-89. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S1537-5110\(02\)00219-2](http://dx.doi.org/10.1016/S1537-5110(02)00219-2)

Luck, J. D., S. K. Pitla, J. P. Fulton, and S. Shearer. 2013. Evaluation of Agricultural Field Machinery Data as a Potential and Beneficial Source for Big Data to Improve Agricultural Production Practices ASABE International Meeting, Kansas City, Missouri.

Manyika, J., M. Chui, B. Brown, J. Bughin, R. Dobbs, C. Roxburgh, and A. H. Byers. 2011. Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity: McKinsey Global Institute.

Moon, J. Y. and J. M. Lee. 1986. Studies on the Occurrence of Cold Injury in Several Fruit Trees and Factors Affecting Cold Hardiness. II. Analysis of Some Factors Related to Cold Hardiness in Apple Trees. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27(2):157-166

Nash, E., P. Korduan, and R. Bill. 2009a. Applications of open geospatial web services in precision agriculture: a review. *Precision Agriculture* 10 (6):546-560.

Nash, E., R. Nikkilä, L. Pesonen, K. Oetzel, W. Mayer, I. Seilonen, J. Kaivosoja, R. Bill, S. Fountas, and C. Sørensen. 2009b. Deliverable 4.1. 1. Machine Readable Encoding for Definitions of Agricultural Crop Production and Farm Management Standards. FutureFarm: EU.

Negnevitsky, Michael 2004. Artificial intelligence: a guide to intelligent systems

(2nd Edition). Addison Wesley.

Neményi, M., P. Á. Mesterházi, Z. Pecze, and Z. Stépán. 2003. The role of GIS and GPS in precision farming. *Computers and Electronics in Agriculture* 40 (1-3):45-55.

NHERI 주간 브리프 7월호, 2013, 농협경제연구소

NIA. 2012. Key trends and issues of IT technology in 2013: National Information Society Agency.

P. Cano Marchal et al., 2013. Expert system based on computer vision to estimate the content of impurities in olive oil samples. *Journal of Food Engineering*. 119: 220-228.

Parretta, A., Sarno, A., & Vicari, L. R. M. (1998). Effects of solar irradiation conditions on the outdoor performance of photovoltaic modules. *Optics Communications*, 153(1-3), 153-163. doi: 10.1016/s0030-4018(98)00192-8

Parretta, A., Sarno, A., Vican, L. R. M.. 1998. Effects of solar irradiation conditions on the outdoor performance of photovoltaic modules. *Optics Communications* 153(1-3): 153-163.

Pauliina, P. 1999. Relationship of Seasonal Changes in Carbohydrates and Cold Hardiness in Canes and Buds of Three Red Raspberry Cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 124(5):507-513

Proebsting, E. L., and H. H. Mills, 1972: A comparison of hardiness responses in fruit buds of 'Bing' cherry and 'Elberta' peach. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 97:802-806.

real-time wireless smart sensor array for scheduling

Robbmond, R., and J. W. Kruize. 2011. Data standards used for data-exchange of FMIS (44). Netherland: Wageningen UR.

Rosales, M. A., Ruiz, J. M., Hernández, J., Soriano, T., Castilla, N., & Romero, L. (2006). Antioxidant content and ascorbate metabolism in cherry tomato exocarp in relation to temperature and solar radiation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(10), 1545-1551. doi: 10.1002/jsfa.2546

Satake, Y., and T. Yamazaki. 2011. Using food and agriculture cloud to improve value of food chain. *Fujitsu Sci. Tech. J* 47 (4):378-386.

Schmitz, M., D. Martini, M. Kunisch, and H. J. Möisinger. 2009b. agroXML Enabling Standardized, Platform-Independent Internet Data Exchange in Farm Management Information Systems. *Metadata and Semantics*:463-468

Schmitz, M., D. Martini, M. Kunisch, and H.-J. Möisinger. 2009a. agroXML Enabling Standardized, Platform-Independent Internet Data Exchange in Farm Management Information Systems. In *Metadata and Semantics*, edited by M.-A. Sicilia and M. Lytras: Springer US, 463-468.

Shim, K. S., H. S. Ko, J. R. Kim, I. C. Choi. 2009. The Method of Agriculture Technology Information Service in Web2.0. *Food Business & IT services* 1(1):87-106.

- Shim, K. S., K. Y. Lee, Y. H. Lee, N. H. Kim. 2010. The Service Scheme of Integrated Agricultural Information for Improving Accessibility Information to Farmer. *Food Business & IT services* 2(1):4-13.
- Shim, K.-S., N.-H. Kim, Y.-W. Byeon, and J.-H. An. 2012. Development Plan of a Smart Device-based Agricultural Information Services. In 2012 Spring Conference of Korea Society of IT Services: Korea Society of IT Services, 5-9.
- Song, W. K., E. Y. Kim. 2012. A Comparison of Machine Learning Species Distribution Methods for Habitat Analysis of the Korea Water Deer (*Hydropotes inermis argyropus*). *Korean Journal of Remote Sensing* 28(1):171-180.
- Sørensen, C. G., S. Fountas, E. Nash, L. Pesonen, D. Bochtis, S. M. Pedersen, B. Basso, and S. B. Blackmore. 2010. Conceptual model of a future farm management information system. *Computers and Electronics in Agriculture* 72 (1):37-47.
- Sørensen, C. G., S. Fountas, E. Nash, L. Pesonen, D. Bochtis, S. M. Pedersen, B. Basso, and S. B. Blackmore. 2010. Conceptual model of a future farm management information system. *Computers and Electronics in Agriculture* 72 (1):37-47.
- Statistics Korea (KOSTAT), 2010: http://kosis.kr/nsportal/abroad/abroad_01List.jsp (2010. 8.30). (in Korean)
- Steinberger, G., M. Rothmund, and H. Auernhammer. 2009. Mobile farm equipment as a data source in an agricultural service architecture. *Computers and Electronics in Agriculture* 65 (2):238-246.
- Steinberger, G., M. Rothmund, and H. Auernhammer. 2009. Mobile farm equipment as a data source in an agricultural service architecture. *Computers and Electronics in Agriculture* 65 (2):238-246.
- Sugiura, T. 1997. Interpretation of Climatic Ecology Response and Development Model to Predict Growth and Development of Pear Tree. PhD Diss., Kyoto Univ., Kyoto
- Sun, Y., L. Li, P. Schulze Lammers, Q. Zeng, J. Lin and H. Schumann 2009. A solar-powered wireless cell for dynamically monitoring soil water content. *Computers and Electronics in Agriculture* 69: 19-23.
- Sung, J. H. and D. H. Lee. 2005. Information processing and interdisciplinary technology : rice yield prediction based on the soil chemical properties using neural network model. *Journal of Biosystems Engineering* 30: 360-365.
- Suomi, P., T. Oksanen, L. Pesonen, J. Kaivosoja, and J. Kleemola. 2006. Precision farming workflow with assisting ISOBUS prototype sprayer.8. NJF Seminar 2006 Lillehammer, Norway.
- u-화훼 성장환경 관리시스템. Available at: <http://uflower.gg.go.kr/jsp/main.jsp>
- Van der Werf, H. M., and C. Zimmer. 1998. An indicator of pesticide environmental impact based on a fuzzy expert system. *Chemosphere*. 36(10): 2225-2249.
- Vellidis, G., Tucker, M., Perry, C., Kvien, C., Bednarz, C., 2008. A
- Venkataramana, K., M. Padmavathamma, A. Saha, A. Das, M. Muthukumaran, and R.

- Sudha. 2012. A Design of Framework for AGRI-CLOUD. IOSR Journal of Computer Engineering 4 (5):1-6.
- Venkataramana, K., M. Padmavathamma, A. Saha, A. Das, M. Muthukumaran, and R. Sudha. 2012. A Design of Framework for AGRI-CLOUD. IOSR Journal of Computer Engineering 4 (5):1-6.
- Volk, E., A. Jacob, M. Müller, P. Racz, M. Waldburger, and J. Bjerke. 2008. Agrogrid—composition and monitoring of dynamic supply chainsProceedings of The Cracow Grid Workshop.
- Wang, N., N. Zhang, and M. Wang. 2006. Wireless sensors in agriculture and food industry—Recent development and future perspective. Computers and Electronics in Agriculture 50 (1):1-14.
- Whillier, A. 1964. Simple, accurate, cheap integrating instrument for measuring solar radiation. Journal Name: Sol. Energy; Journal Volume: 8:4: 134-136.
- Yang, X., X. Lisheng, R. Jianqing, T. Anqi, W. Quanjun, and H. Xiaoying. 2012. A Study of Rural Information and Service Sharing Platform Based on Cloud Computing TechnologyIndustrial Control and Electronics Engineering (ICICEE), 2012 International Conference on, 23-25 Aug. 2012.
- Yin, Q. 2012. Kaas-based intelligent service model in agricultural expert systemConsumer Electronics, Communications and Networks (CECNet), 2012 2nd International Conference on, 21-23 April 2012.
- Yin, Q. 2012. Kaas-based intelligent service model in agricultural expert systemConsumer Electronics, Communications and Networks (CECNet), 2012 2nd International Conference on, 21-23 April 2012.
- Yin, Q. 2012. Kaas-based intelligent service model in agricultural expert systemConsumer Electronics, Communications and Networks (CECNet), 2012 2nd International Conference on, 21-23 April 2012.
- 감귤생육정보. Available at: <http://www.nihhs.kr/citrus>
- 강성수, 김세한, 이준욱, 강현중,. 2011, USN기반 농업 IT융합기술 동향, 전자통신동향분석 26(6): 97-107
- 강재호 등. 2005. "기계학습을 이용한 수출 컨테이너의 무게그룹 분류" 한국지능정보시스템 학회논문지 11(2): 59-79.
- 국가농작물병해충관리시스템. Available at: <http://ncpms.rda.go.kr>
- 권영아 등. 2008. “서리 예보 자료 구축을 위한 서리 현상 발생일의 기상 조건 연구.” 한국 기상학회 학술대회 논문집 2008.4: 208-209.
- 권우성, 변원기, 이신석, 전병준,. 2009, 농림수산업 관련 최신 유비쿼터스 기술동향, Food Business & IT Services 1(2): 97-118
- 기계공학사전편찬위원회, 1995, 기계공학용어사전, 한국사전연구사
- 기상청 Available at: http://www.kma.go.kr/weather/lifenindustry/sevice_rss.jsp
- 김동일, 정희창, 2012, 네트워크기반에서의 유비쿼터스 농업을 위한 기술 표준화 동향, TTA journal 143: 76-79

김동순. 과수재배에 있어서 작물보호의 개념. 원예연구소 원예환경과.

김연중, 국승용, 김용렬 외 6명, 2013, 스마트농업 현황과 발전방향, 한국농촌경제 연구원

김정숙, 홍유식, 신승중. 2006. 퍼지규칙을 이용한 농업전문가 시스템. 전자공학회 논문지 43권 4호 p.225-232.

김종관, 권혜은, 김희성. 2011. USN을 활용한 생장상태 및 네트워크 상태 모니터링 시스템 설계 및 구현. 한국정보처리학회지 18권 1호 p.1419-1421.

김홍배, '농협의 역할과 품목별 조직화', 2014 농산물 마케팅 대상 시상식 및 기념 심포지엄, 농식품신유통연구원, 2014.

김홍연, 정남수, 장우석, 오태석, 임창수, 2010, 지식기반 농업정보시스템 구축을 위한 농민 정보화실

농림수산식품부(농수산물유통공사, 'APC 건립 및 운영 매뉴얼', 2008.

농수산물유통정보. Available at: <http://www.kamis.co.kr/>

농식품신유통연구원, '농산물 유통개선정책 평가 연구', 2013.

농업경영정보시스템. Available at: <http://amis.rda.go.kr>

농업기상정보서비스. Available at: <http://weather.rda.go.kr>

농촌용수종합정보시스템. Available at: <http://rawris.ekr.or.kr>

농촌진흥청 Available at: http://www.rda.go.kr/etc/api/api_guid.jsp

서명철 등. 2012. "일별 기상자료를 이용한 농경지 물 수지 및 토양수분 예측모형 개발." 한국토양비료학회지 45(6): 1203-1210.

서영호, 박영식, 조병욱, 강안석, 정병찬, 정영상. 2010. 단보: 강원지역의 2010 년 복숭아 동해. 한국농림기상학회지, 12(4): 225-231.

옥답 Available at: http://openapi.okdab.com/openapi_main.jsp

윤석찬. 메쉬업 동향과 향후 전망. (주)다음커뮤니케이션 DNA Lab

이지웅, 여 현. 2010. 농산물 창고관리를 위한 RFID/USN 미들웨어 설계. 한국인터넷정보학회지 11권 2호 p.217-218.

임은천, 김재준, 신창선, 심춘보, 이정훈. 2007. 모바일 사용자를 위한 멀티미디어 병해충 예측 관리 시스템 구현. 한국콘텐츠학회지 5권 1호 p.1-5.

작목별시비량 의사결정 지원시스템. Available at: <http://manure.nongup.gyeonggi.kr>

정보통신 중점기술 표준화 로드맵 Ver. 2010 :89-92.

정보통신산업진흥원. 2010. USN 기반 농작물 생장환경 관리 시스템 구축 및 운영 가이드 라인.

정유란, 김수옥, 윤진일. 2008. 최저기온과 휴면심도 기반의 동해위험도를 활용한 "Campbell Early" 포도의 내동성 지도 제작. 한국농림기상학회지, 10(4):121-131.

정유란, 김진희, 김수옥, 서희철, 윤진일. 2009. 겨울기온 상승에 따른 복숭아 나무 "장호원 황도" 품종의 결과지에 대한 동상해위험 공간분석: 1. 월동기간 중 동해유발온도 결정. 한국농림기상학회지, 11(4): 206-212.

정유란, 윤진일. 2008. 남한의 겨울기온 상승 예측에 따른 포도 "캠벨얼리" 품종의 단기 내동성 변화 전망. 한국농림기상학회지, 10(3): 94-101.

조해창 등. 2013. "뉴로-퍼지 시스템을 활용한 철근콘크리트 패널의 진단거동평가모델." 대한건축학회지 15(1): 67-73.

(주)에이에스엔 홈페이지 www.asn-inc.co.kr
태 및 지식수요 조사, 농촌계획 16(4): 139-145
토양환경정보시스템. Available at: <http://soil.rda.go.kr/soil/index.jsp>
통계청, 국가통계포털의 농업총조사 (1995, 2005, 2010)
팜투테이블 Available at: http://www.farm2table.kr/jsp/info/info_api_intro.jsp
폴 베리 지음, 강권학 옮김. 2011. Head first Python. 한빛미디어.
한국정보화진흥원 국가정보화기획본부, 2014, 지속가능한 국가발전을 위한 창조비타민 해외전략 분석 4
한점화 등. 2012. “2011년의 기상이 과수 생육 및 품질에 미친 영향.” 원예과학기술지 30(S1): 125.“
홍윤표, 정대성, 조미애, 이은진, 2004, 후지 사과 숙기 및 저장조건에 따른 저장 중 내부갈변과 발생 양상, 원예과학기술지 22

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업(u-IT 융복합기술 기반의 노지 과수 생산 관리 시스템 개발)의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업(u-IT 융복합기술 기반의 노지 과수 생산 관리 시스템 개발)의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.