

농장별 기상위험 조기경보를 위한 모바일 어플리케이션 설계 및 구현

신용순^{1*} · 박주현¹ · 김성기¹ · 강위수¹ · 한용규¹ · 김대준² · 김수옥² · 김진희² · 심교문³
¹에피넷, ²국가농림기상센터, ³국립농업과학원
(2017년 8월 7일 접수; 2017년 9월 8일 수정; 2017년 9월 21일 수락)

Design and Implementation of Mobile Application for Field-specific Early Warning of Agrometeorological Hazards

Y. S. Shin^{1*}, J. H. Park¹, S. K. Kim¹, W. S. Kang¹, Y. K. Han¹, D. J. Kim²,
S. O. Kim², J. H. Kim² and K. M. Shim³

¹R&D Center, EPINET Co., Ltd., ²National Center for Agro-Meteorology,
³National Academy of Agricultural Science

(Received August 7, 2017; Revised September 8, 2017; Accepted September 21, 2017)

ABSTRACT

Agricultural hazards management technology, which would allow individual farms to respond preemptively, has been developed. A preliminary system developed in the previous study provides precise weather forecasts by farms, notification of weather hazards by crops and delivery of response guidelines (<http://www.agmet.kr>). Although the GIS map-based alarm system has been implemented for a number of farmers and their farms, its user interface was not designed for individual users who seek information at their farms. In this study, we have developed a mobile application to provide early warnings of weather hazards up to 10 days in advance. A set of information including field-specific weather, crop growth stages and weather hazard alerts can be delivered to individual farmers through their mobile phone. This would guide users to access the map-based system using their smartphone to obtain field-specific weather information by the growth stage of cultivated crops. This would help the farmers make the better use of the existing weather-hazard GIS map-based alarm system.

Key words: Agrometeorological hazards, Mobile application, Field-specific weather, Early warning system

I. 서 언

농업생산에 있어 이상기상 피해의 고질적인 애로사항을 해결해 줄 수 있고, 농작물의 안전생산을 위한 가장 중요한 정보는 농업 현장에서 실시간으로 활용할 수 있는 필지 단위의 정밀한 농업기상이다

정밀한 과학적 영농관리를 위해서는 내 농장의 날

씨정보, 농작물의 생육단계별 기상위험 발생 정보, 병해충 발생 정보 등의 농업기상위험정보를 제공하고, 대응 의사 결정을 지원할 수 있는 체계가 반드시 필요하다.

이러한 필요성에 의해 본 연구의 선행 성과물로 2014~2016년까지 농장별 정밀 날씨 예보, 작목별 기상위험의 알림과 대응지침의 전달 등 농장 규모로 기상위



* Corresponding Author : Yong-soon, Shin
(shinys@epinet.kr)

험에 선제적으로 대응할 수 있는 기본 기술이 개발된 바 있다(Yun *et al.*, 2013; Shin *et al.*, 2015). 현재 470 자원 농가와 950농장을 대상으로 농장단위 사전경보를 문자로 통보하는 시스템과 시군 단위로 관내 농장들의 날씨와 기상위험 현황을 시각적으로 파악할 수 있는 분포형 경보 시스템이 홈페이지로 구축되어 섬진강 권역 내 하동, 광양, 구례, 순천, 진안, 임실, 곡성, 순창, 장수, 남원 총 10개 시군에 대하여 현업 적용 수준의 서비스가 운영 중이다(<http://www.agmet.kr>). 그러나 모든 농가를 서비스 대상으로 하는 현 서비스는 많은 작목과 기상위험요소가 나열되어 개별 농가가 시스템에 접속하여 자기 농장만의 농업기상위험 정보를 짧은 시간에 효율적으로 확인하기에는 어려움이 많았다. 농장단위 사전경보를 문자로 통보하는 것 이외에 자기 농장만의 과거, 현재, 미래의 날씨와 기상위험을 보기 쉽게 정리하여 농가에 제공해야 할 필요성이 여기에 있다.

무선 인터넷 접근성이 개선된 스마트폰의 등장으로 개인 컴퓨팅 환경이 PC중심에서 모바일 웹(Mobile web) 기반의 모바일 단말기 중심으로 이동하면서, 정보의 이용과 소통 방식이 빠르게 변화하고 있다(Oh, 2011). 2016년 국가정보화백서(NIA, 2016)에 따르면 농업정보의 스마트 정보기기의 활용도를 측정하는 농업 스마트화 수준도 55.2%로 점차적으로 정보 활용이 증가하고 있다. 농업 재해 예방이나 영농계획 수립을 위하여 PC에서 기상청 홈페이지를 통해 날씨 정보를 획득하던 방식에서 기상정보를 제공하는 모바일용 어플리케이션을 설치하여 날씨 정보를 확인하는 농업인이 많다.

농업기상위험 조기경보 서비스 체계 구축연구 과제에서도 홈페이지에서 제공하는 개별 날씨 항목(예를 들어 한낮기온, 아침기온, 강우량 등), 개별 기상위험(상해, 가뭄, 냉해, 고온해 등)의 정보 활용에 있어 불편함을 해소하고 일 별로 자기 농장만의 날씨와 기상위험을 종합하여 볼 수 있는 스마트 기기용 농업기상 조기경보 서비스 어플리케이션 개발이 필요하였다.

농업기상위험 조기경보 서비스는 자원 농가에 한하여 농가정보, 농장정보 등을 관리하고 있다. 농장정보에 대해 정확한 경계와 작물재배에 대한 속성 정보를 제공하는 농장 전자 지도 데이터와 각 농장 별 경영자 정보(이름, 휴대전화번호 등)를 DB로 연결함으로써 농장 속성정보를 등록하고 매일의 날씨, 작목 생육시기, 생육시기별 기상위험들을 농장 별로 추출하여 그

결과를 데이터베이스에 축적함으로써 농장 별 기상위험 정보 제공 기반 시스템을 완성하고 있다.

이러한 기반 시스템하에 개별 농장 별로 정보 확인 편의성을 위하여 휴대전화 번호만을 이용하여 자기 농장만의 날씨, 작목의 생육단계, 작목 기상위험을 최대 미래 10일까지 조회할 수 있고, 기상특보 및 기상위험주의, 경보 수준을 알림 정보로 제공받을 수 있으며, 자원 농가가 본인 소유의 스마트폰을 이용하여 모바일용 어플리케이션에 접속하여 농장 별 날씨와 재배작목의 생육단계, 생육단계별 기상위험과 대응지침 등 농장 별로 특화된 기상위험을 사전 경고 정보로 신속하게 확인 할 수 있는 농업기상위험 조기경보 모바일용 어플리케이션을 개발하였다.

본 논문에서는 농장 별 기상위험 조기경보 모바일 어플리케이션의 데이터 구조와 어플리케이션 화면 설계, 그리고 시범 서비스 구현 내용에 대하여 설명하고자 한다. 선행 연구에서 다루었던 농장별 날씨 추정 기술, 재배 작목별 기상위험 예측 기술(Shin *et al.*, 2015) 등은 구체적인 설명에서 제외한다.

II. 농업기상위험 조기경보 서비스의 현재

2.1. 농업기상위험 조기경보의 구성

농가 맞춤형 농업기상위험 조기경보 서비스는 기상청(본 연구에서는 국가농림기상센터)에서 제공하는 실황 및 예보기상을 상세화하고 이를 활용하여 작목공통, 작목별 기상위험을 예측한 후 조사된 영농속성에 따라 농장별로 기상위험을 산정한 뒤 각 기상위험에 대하여 적절한 대응지침과 함께 농장 단위의 농업기상위험 예방을 위한 경보 서비스를 제공한다(Yun *et al.*, 2013; Shin *et al.*, 2015) (Fig. 1).

2.2. 서비스 대상지역

농업기상위험 조기경보 서비스 연구지역은 섬진강 유역의 10개 시군(행정구역상 하동, 광양, 구례, 순천, 진안, 임실, 남원, 장수, 순창, 곡성)을 대상으로 하고 있으며 해당 시군 지자체로부터 접수된 자원 농가들 시스템에 등록하여 서비스를 제공하고 있다.

2.3. 웹 기반 정보 서비스의 현황

웹을 이용한 날씨 항목(Table 1)과 작목별 기상위험(Table 2), 기상특보(강풍, 한파, 호우, 폭염, 대설, 태풍, 건조, 황사)가 서비스 되고 있다. 날씨나 작목별

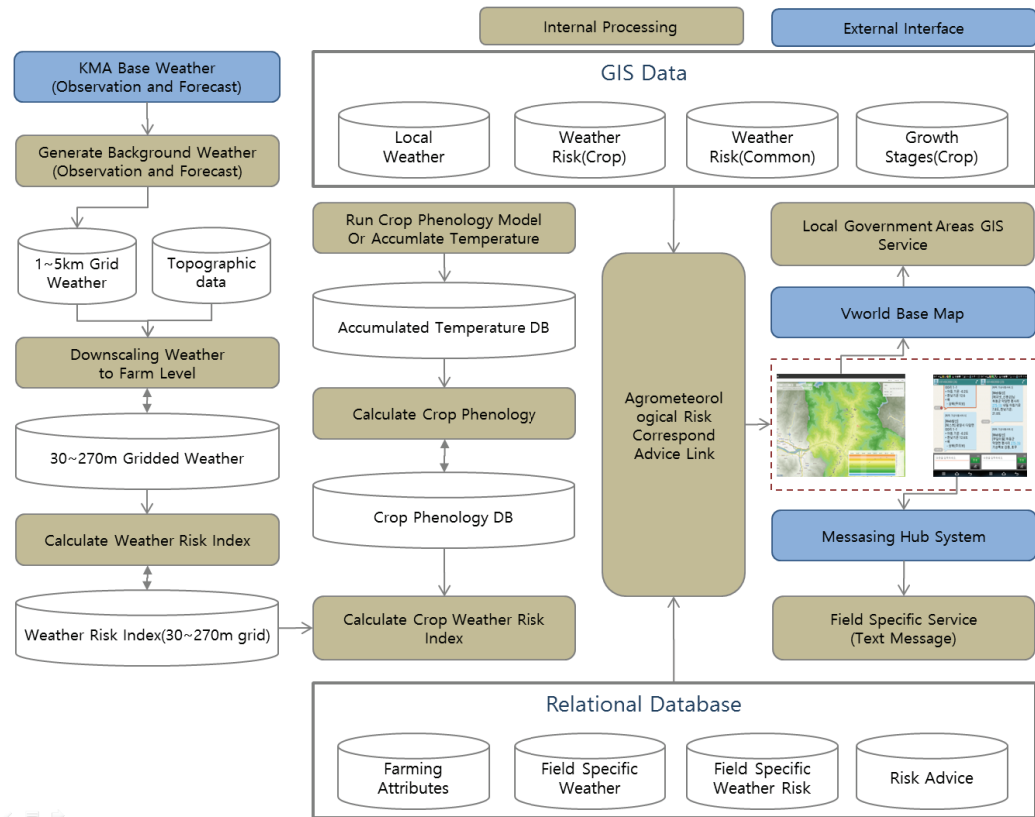


Fig. 1. The overall composition of agricultural hazards early warning service, Weather and agricultural hazards are estimated and distributed as GIS services and personalized text services.

Table 1. Details of the farm Weather service status. Web and text services provide different information and advance forecast period

Data	Lead time of Forecasting	Service Media	
		Web (GIS Service)	Phone (Message Service)
Daily Maximum temperature	+9 days	○	○ (+1, +2 days)
Daily Minimum temperature	+9 days	○	○ (+1, +2 days)
Daily Precipitation	+2 days	○	○ (+1, +2 days)
Daily Solar radiation	+2 days	○	X
Daily Sunshine Duration	+2 days	○	X
Wind speed (Maximum)	+2 days	○	X
Wind speed (Average)	+2 days	○	○ (+1, +2 days)

기상위험은 시군별 분포를 추정된 상세화된 격자자료로부터 농장의 지리적 경계안의 격자값들의 평균 또는 최대값을 농장의 날씨나 기상위험으로 처리하고 있다.

2.4. 사용자 인터페이스

날씨, 영농달력, 농장기상위험, 전국기상위험의 대 메뉴로 분류되어 있으며 각 메뉴별 제공 Table 1, Table 2와 같다.

Table 2. Early warning service status by crops

Plant	Freeze Risk	Low Temp. Risk	High Temp. Risk	Wind Risk	Flood Risk	Drought Risk	Wet Risk	Cold Damage	Sunshine Lack
persimmon	●	●		●	●	●	●	●	●
Maesil	●	●		●	●	●	●	●	●
Pear	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Peach	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Apple	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Kiwi	●	●		●	●	●	●	●	●
Grape	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Potato		●	●		●	●	●	●	●
Sweet potato		●	●				●	●	●
Rice			●	●	●	●	●	●	●
Barely	●	●	●		●	●	●	●	●
Boybean		●	●	●	●	●	●	●	●
Pepper		●	●	●	●	●	●	●	●
Garlic	●	●	●		●	●	●	●	●
Radish	●	●	●		●	●	●	●	●
Cabbage		●	●			●	●	●	●
Tea	●	●		●		●	●	●	●

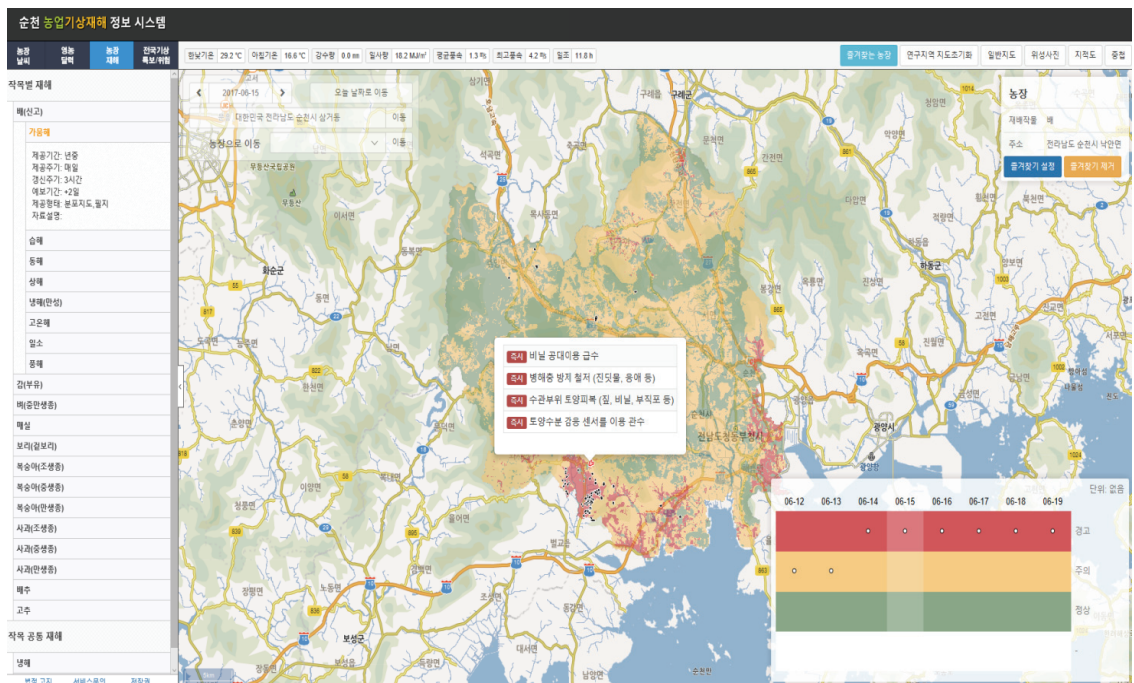


Fig. 2. Web based early warning service user interface, Click on a farm area in the map to view weather and agrometeorological risks.

날씨나 작목과 기상위험요소의 조합을 선택하면 선택정보에 대한 시군별 분포도와 농장분포를 제공하며 농장분포상의 임의 농장경계를 선택(클릭)할 경우 해당 농장의 선택정보를 상세하게 볼 수 있도록 구성되어 있다(Fig. 2).

2.5. 개선필요사항

현재 농업기상위험 조기경보시스템은 시군 단위로 날씨나 기상위험에 대한 분포를 제공하는 측면에서 지역 내 지도기관 등에서 관내 현황을 시각적으로 확인할 수 있는 장점이 있고 개별 농장의 날씨와 기상위험을 확인 할 수는 있으나 농장별로 자신에게 필요 정보를 모두 확인하는데 모든 메뉴를 전부 클릭해야 하는 등 불편한 사항이 따른다. 해당 시군에서 재배되는 모든 서비스 작목이 메뉴로 나열되어 있어 자신이 재배하는 작목을 선택하고 접근하는데 몇 차례의 선택 절차가 필요하다. 또한 기본적으로 정보 제공 방식이 시군 전체 영역에 대한 분포도 기반 서비스이므로 한 가지 요소씩만 조회가 가능하기 때문에 내 농장의 날씨, 기상위험을 종합적으로 볼 수 있는 집약된 정보 기능은 없는 실정이다.

또한 각 시군별 서비스 작목이 달리 분류되고 재배 작목과 품종의 분류, 작목의 생육단계에 따라 기상위험 요소가 달라지는 자료 분류체계가 세분화되고 각 자료의 연관성을 고려하여 기존 시스템 데이터들의 구성 구조가 변경되어야만 하는 상황이다. 농장별 농업기상위험 모바일 어플리케이션에 요구되는 서비스 기능을 뒷받침할 데이터 구조의 설계 변경 또한 필요하다.

III. 농업기상위험 조기경보 모바일 어플리케이션의 설계

3.1. 전체 기능의 구조

조기경보 모바일 어플리케이션은 소속 시군, 농가의 휴대전화번호로 로그인하여 자신의 농장(여러 개 가능)별 날씨, 재배작목(농장 하나에 여러 개의 작목 가능)의 생육단계, 생육단계에 적용되는 기상위험, 특보, 각종 알림의 정보를 조회할 수 있다(Table 3).

사용자는 경작하고 있는 농장이 속하는 시군을 먼저 선택하고 자원 농가 등록 시 설정했던 휴대전화번호로 로그인을 시도한다. 해당 전화번호로 등록된 농

Table 3. Functional structure of Agrometeorological risk early warning mobile application

Level1	Level2	Level3
Login		Find Farm and Cultivation
Weather	Field-specific Weather	Today Weather Weather Forecast Past Weather
Growth Stage	Field and Plant specific Growth Stage	Today Growth Stage Growth Stage Forecast Past Growth Stage
Weather hazard	Field and Plant specific Weather hazard	Today Weather hazard Weather hazard Forecast Past Weather hazard
Special Report		Announce Special Report
Weather hazard Notice		Send Weather hazard Notice

장이 있어야만 로그인이 성공된다. 로그인 후 초기화면에서는 등록된 복수 농장을 선택할 수 있으며 선택된 농장에서 재배되는 작목이 여러 가지 있을 경우에 재배 작목도 선택할 수 있다.

날씨는 선택된 농장의 오늘 날씨를 기본으로 보여 주며 생육단계는 선택된 농장과 작목을 조합하여 오늘의 작목 생육단계와 생육단계의 시작~종료예상일을 보여준다. 기상위험은 농장과 작목, 그리고 생육단계를 조합하여 해당되는 시기에 영향을 미치는 기상위험만 표시되게 되어 있다. 기상특보는 기상청에서 발표한 특보요소에 대하여 발효 시에만 표시되도록 설계되었다. 기상위험 알림은 농장에서 재배되고 있는 작목에 기상위험이 주의, 또는 경고 수준일 경우에만 어플리케이션에 알림을 발송하게 되어 있다. 농장날씨, 생육단계, 기상위험은 오늘을 포함하여 최대 +9일까지를 조회할 수 있으며 세부 항목의 예보 선행 기간은 Table 1과 같다. 아울러 농장날씨, 생육단계, 기상위험 단위 요소들은 과거에서 미래까지의 일자별 예측값들을 달력형태로 조회할 수 있다.

3.2. 데이터 속성 설계

3.2.1. 재배작목과 품종 및 생육단계 정보

재배작목 정보는 작목, 품종으로 분류될 수 있으며 작목에는 작목코드, 작목명로 구성되어 있다. 작목 코

드는 작목의 영문명으로 지정하였다. 예로 사과는 ‘apple’로 지정하였다. 품종은 작목코드, 품종코드, 품종일련번호, 품종명, 품종의 예로 구성되어 있으며 작목과 품종은 작목 코드를 통해 상호 연결되어 있다. 예로 사과, 조생종의 경우는 ‘apple’, ‘early’, ‘1’, ‘조생종’, ‘쓰가루’로 등록된다. 작목별 생육단계는 작목코드, 생육단계번호, 생육단계명으로 구성되어 있다. 예로 사과 발아기는 ‘apple’, ‘1’, ‘발아기’로 등록된다.

재배작목과 품종 그리고 생육단계 정보는 시스템 동작을 위해 초기에 설정되어야 하는 정보로 서비스에 필요한 모든 항목들을 데이터베이스에 초기자료로 구축하여야 한다.

3.2.2. 농장 및 농가 속성

농가 정보는 농가번호, 농가 성명, 연락처를 필수로 하는 개인정보이며, 이는 농가의 동의를 얻어 수집하여 등록한다. 시스템에서 농가번호를 일련번호로 부여한다.

농장 정보는 고유번호, 농장명, 농장 주소를 필수로 하는 정보로 구성된다. 농장의 주소는 시도, 시군구, 읍면동, 리, 산지번, 본번 및 부번을 기록한다. 또한, 농장의 주소를 기준으로 전국 또는 해당 행정구역에서

발행한 편집지적도에서 해당 지번의 19자리를 가지는 고유번호(PNU Code)를 읽어와, 고유번호에 해당하는 지리적 경계 도형을 추출한다. 농가당 농장 정보는 하나 이상이 존재하여야 하며 지리적 경계 도형, 농장별 고유번호 및 농가번호는 우선적으로 결합된다.

농장별 재배 작목 품종은 농장 고유번호, 작목코드, 품종코드로 구성되어 있다. 농장별로 재배작목과 품종은 복수개를 연결할 수 있다.

농가별 농장은 농가번호, 농장고유번호로 구성되며 농가별로 복수개의 농장을 연결할 수 있다.

농가가 경작하는 하나 이상의 농장별로 재배작목과 품종 정보를 추가적으로 결합할 수 있다. 농가정보, 농장정보, 농가별 농장정보, 농장별 재배작목 및 품종 정보 테이블은 상호 연결된다.

3.2.3. 날씨 및 기상위험 정보

날씨 및 기상위험 정보는 기상위험코드, 기상위험명, 날씨, 기상위험에 대한 구분(날씨인지 위험인지), 제공주기, 제공기간, 예보선행기간, 단위, 범례, GIS 데이터저장위치로 구성되어 있다. 날씨는 한낮기온, 아침기온, 강우량, 평균풍속, 최고풍속, 일사량, 일조시수가 있고, 기상위험은 동해, 저온해, 고온해, 냉해,

Table 4. Establishment of relational database for early warning of agricultural weather risks

Table Name	Major Attributes
site	PNU (5 digit), Site Code, Site Name, Centorid (longitude, latitude), etc.
site_plant_species	Site Code, Plant Species Code, etc.
farmer	Farmer Number, Farmer Name, Phone Number, etc.
farmland	PNU, Farmland Name, Farmland Address, etc.
farmer_farmland	Farmer Number, PNU, SMS Service Status, etc.
farmland_plant_species_variety	PNU, Plant Species Code, Variety Code, etc.
plant_species	Plant Species Code, Plant Species Name, Service Status, etc.
plant_variety	Variety Code, Variety Name, etc.
plant_species_variety	Plant Species Code, Variety Code, Variety Index, etc.
plant_species_stage	Plant Species Code, Growth Stage Number, Growth Stage Name, etc.
risk	Risk Code, Risk Name, Risk Type (Weather, Growth Stage, Weather hazard and so on), unit, etc.
plant_species_stage_risk	Plant Species Code, Growth Stage Number, Risk Code, etc.
advice	Plant Species Code, Variety Code, Risk Code, Duration, Advice Content, etc.
farmland_risk_log	PNU, Risk Code, Forecast Date, Value of Risk
special_report	Site Code, Announce Time, Report Name, Report Level, etc.
sms_log	PNU, Phone Number, Notice Time, Notice Content, Notice Type, etc.

가뭄해, 습해, 풍해, 일조부족, 수해 등이 있다. 날씨 및 기상위험 정보는 초기에 설정되어야 하는 정보로 서비스에 필요한 모든 항목들을 데이터베이스에 미리 등록해 놓아야 한다.

3.2.4. 작목별 생육단계와 기상위험 연결

동해, 저온해 등 각 기상위험은 작목별 생육단계와 연결되어 있다. 먼저 작목 품종별로 기상위험을 연결한다. 작목품종기상위험코드, 기상위험코드, 작목코드, 품종코드, 품종일련번호, 작목품종기상위험명으로 구성되어 있다. 작목품종기상위험코드는 각 작목 품종별 기상위험을 나타내는 코드로 GIS 데이터명과 같다. 예를 들어 사과, 조생종 1번, 동해의 경우는 ‘apple_early1_freeze_risk’, ‘freeze_risk’, ‘apple’, ‘early’, ‘1’, ‘사과_조생종1_동해’로 등록된다.

그 다음 작목코드, 생육단계번호, 기상위험코드로 연결한다. 예로 사과 발아기에 동해위험을 연결하기 위하여 ‘apple’, ‘1’, ‘freeze_risk’로 연결한다. 작목별 생육단계와 기상위험에 대한 연결정보는 데이터베이스에 미리 등록해 놓아야 한다.

3.2.5. 농장별 날씨 및 기상위험 정보

농장 및 농가 속성으로 농장별 재배작목이 정의되어 있으며 작목별 기상위험이 연결되어 있으므로 농장의

Table 5. List of APIs for agrometeorological risk information inquiry by farm

Servie Name	Method	Data Format
Farm And Farmland Service	REST	JSON
Weather Service	REST	JSON
Growth Stage Service	REST	JSON
Weather Risk Service	REST	JSON
Special Report Service	REST	JSON

재배작목별 기상위험정보 제공이 가능해진다. 농장고유번호(PNU Code), 예측일자, 작목품종기상위험코드, 기상위험코드로 매일의 날씨와 기상위험정보를 저장한다. 예를 들어 ‘농장고유번호’, ‘2017-03-01’, ‘apple_early1_freeze_risk’, ‘2’는 2017년 3월 1일 사과 동해에 대하여 경고수준을 나타내는 것이다.

3.3. 관계형 데이터베이스 설계 및 초기자료 구축

농업기상위험 조기경보 서비스에서 농가, 농장, 재배작목, 생육단계, 날씨, 기상위험 등의 요소 데이터를 효율적으로 처리하기 위해서 어플리케이션은 데이터베이스와 연동이 필요하다. 본 연구에서는 PostgreSQL DBMS를 이용하여 데이터베이스를 구축하였다(<http://www.postgresql.org/>) (Table 4).

Table 6. Designing APIs for requesting and receiving farmer / farm information

Division	Parameter	Example	Paramter Description	
Request	siteCode	hadong	Service Area Code	
	phoneMobile	01040402520	Farmer Phone Number	
	pnu	19 Characters Digit	Farmland Code (PNU)	
Response	address	경남 하동군 OO면 **리 xx번지	Farmland Address	
	centroid	lon	132	Farmland Centroid Longitude
		lat	37	Farmland Centroid Latitude

Table 7. Designing APIs for requesting and receiving crops by farm

Division	Parameter	Example	Paramter Description
Request	pnu	19 Characters Digit	Farmland Code (PNU)
Response	plantSpeciesCode	apple	Plant Species Code (English)
	plantSpeciesName	사과	Plant Species Name (Korean)
	plantSpeciesVarietyCode	early	Variety Code (English)
	plantSpeciesVarietyName	조생종	Variety Code (Korean)

3.4. API 설계

사용자가 요청하는 정보는 조기경보 웹 서비스의 서버에 해당하는 백 엔드로 요청되고 그 결과를 제공하는 API를 이용하여 조회하도록 되어 있으며 프론트 엔드 페이지는 서버로부터 전달받은 데이터를 화면에 표출하는 역할을 수행한다. 농업기상위험 조기경보 모바일 어플리케이션을 위하여 5가지 API 서비스를 개발하였다(Table 5).

3.4.1. 농가/농장 서비스

사용자(농장 소유주)는 해당 시군을 선택하고 휴대전화번호를 입력한다. 선택된 시군과 입력된 전화번호를 변수로 하여 농장목록을 요청한다. 농장이 존재할 경우 응답은 농장번호, 농장주소, 농장경도, 농장위도를 수신한다(Table 6).

농장이 존재할 경우 화면에 수신 받은 농장 개수만큼 농장을 선택할 수 있는 선택박스를 표시한다. 수신 받은 농장 개수 중에 제일 첫 번째 농장이 기본 선택된 농장이다. 농장이 선택되면 해당 농장번호로 등록된 재배작목 정보를 요청한다(Table 7). 농장에 재배작목이 등록되어 있을 경우 작목코드, 작목명, 품종코드, 품종명이 목록으로 수신된다. 수신된 작목 목록은 농장 목록 오른쪽에 선택박스 형식으로 배치된다.

3.4.2. 농장 날씨 서비스

농장이 선택되면 해당 농장번호로 저장된 오늘부터 +9일까지의 날씨 정보를 요청한다. 농장에 날씨가 저장되어 있을 경우 농장번호, 예측일자, 날씨코드, 날씨명, 예측값, 단위가 목록으로 수신된다. 일반적인 경우 한낮기온과 최저기온은 9일의 예보 일자 자료가 수신되고, 그 외 강수량, 일사량, 일조시수, 최고풍속, 평균풍속은 3일의 예보자료가 수신된다(Table 8). 수신된 목록 중 오늘의 자료를 기본으로 날씨 패널에 배치하고 예보일자의 날씨는 표 형식으로 하단에 배치한다.

3.4.3. 농장 작목 생육단계 서비스

농장과 재배작목이 선택되면 해당 농장번호와 작목코드 그리고 날씨 패널에서 기본적으로 배치되는 오늘 날짜의 대한 생육단계를 요청한다(Table 9). 생육단계명, 현 생육단계의 시작일자, 종료(예정)일자를 수신한다. 수신 받은 생육단계정보는 생육단계명(시작일~종료일) 형태로 표시한다.

3.4.4. 농장 기상위험 서비스

농장과 재배작목, 생육단계가 선택되면 해당 작목과 생육단계에 해당되는 기상위험 정보를 요청한다. 농장에 기상위험정보가 저장되어 있을 경우 농장번호,

Table 8. Designing APIs for requesting and receiving farm weather.

Division	Parameter	Example	Parameter Description
Request	pnu	19 Characters Digit	Farmland Code (PNU)
	loggedAt	20170403	Forecast Date
	weatherCode	tmax	Weather Code (English)
Response	weatherName	한낮기온	Weather Name (Korean)
	result	18.4	Value
	unit	℃	unit

Table 9. Designing APIs for growing stage of farm-grown crops

Division	Parameter	Example	Parameter Description
Request	pnu	19 Characters Digit	Farmland Code (PNU)
	plantSpeciesCode	apple	Plant Species Code (English)
	loggedAt	20170403	Forecast Date
Response	growthStageNum	1	Growth Stage Number
	growthStageName	밭아기	Growth Stage Name (Korean)
	startDate	20170401	Start Date of Growth Stage
	endDate	20170407	End Date of Growth Stage

Table 10. Designing APIs for requesting and receiving weather hazards for cultivated crops

Division	Parameter	Example	Parameter Description
Request	pnu	19 Characters Digit	Farmland Code (PNU)
	plantSpeciesCode	apple	Plant Species Code (English)
	growthStageNum	1	Growth Stage Number
	loggedAt	20170403	Forecast Date
Response	loggedAt	20170403	Forecast Date
	riskCode	freeze_risk	Risk Code (English)
	riskName	동해	Risk Name (Korean)
	result	2	Value of Risk
	color	rgb (255,0,0)	Display Color
	unit	-	Unit

Table 11. Designing APIs for requesting and receiving special weather report

Division	Parameter	Example	Parameter Description
Request	siteCode	hadong	Service Area Code
Response	reportName	호우	Report Name (Korean)
	effectiveDate	2017071104	Effective DateTime (yyyyMMddHH)
	reportLevel	경보	Report Level (Korean)

예측일자, 기상위험코드, 기상위험명, 예측값, 표시색상(위험도 색상), 단위가 목록으로 수신된다(Table 10). 수신된 기상위험 목록은 날씨 패널 하단에 기상위험 패널에 각 기상위험요소를 위험도별 색상을 반영하여 배치한다.

3.4.5. 기상특보 서비스

농장이 속한 시군에 발표된 기상특보를 요청한다. 기상특보는 기상청에서 특보 발효 시에만 제공되는 정보이다. 발효된 특보가 있을 시 특보명, 발효시간, 주의/경보 여부를 수신하고(Table 11) 기상위험 표시 패널 밑에 기상특보 발표 상황을 표시한다.

IV. 시범서비스의 구현

4.1. 개발환경

4.1.1. 클라이언트 개발

농업기상위험 조기경보 모바일 웹은 사용자를 위한 간결한 사용자 인터페이스가 무엇보다 중요하여 모바일 친화적인 사용자 인터페이스가 적합한 웹 표준인 HTML5와 JavaScript, CSS3를 기반으로 구성된

Bootstrap 프레임워크로 개발되었다. Bootstrap은 반응형이며 모바일 우선인 웹프로젝트 개발을 위한 인기 있는 프레임워크이다(<http://getbootstrap.com/>). Bootstrap 기반 하에 화면 레이아웃, 입력박스, 표, 아이콘, 버튼, 달력들을 배치하고 일자별로 날씨나 기상위험 상태를 표시할 수 있다.

4.1.2. 서버 개발

스프링 프레임워크(<https://projects.spring.io/spring-framework/>)는 데이터 액세스, 즉 JDBC, ORM 등에 대한 지원 기능을 제공하여 데이터베이스 처리를 효율적으로 할 수 있다. ORM 모듈은 JPA, JDO, Hibernate 및 iBatis를 포함하여 널리 사용되는 객체 관계형 매핑 API를 위한 통합 레이어를 제공한다(<https://spring.io/>). 웹 서블릿 모듈은 웹 애플리케이션을 위한 Spring의 MVC(Model-View-Controller) 구현을 포함하며 본 시스템의 웹 개발을 위하여 Spring MVC 패턴을 사용하였다. MVC에서 모델은 애플리케이션의 데이터를 나타내며, 뷰는 사용자 인터페이스 요소를 나타내고, 컨트롤러는 뷰와 모델의 실행 경로 및 상태를 관리한다. 예를 들어 컨트롤러는 모델에 명령을 보내어 모델

의 상태를 변경할 수 있으며 관련된 뷰에 명령을 보내어 뷰의 표현 방법을 바꿀 수 있다(Yang and Kim, 2015).

시험 시스템 구축시 빌드환경은 Maven(<https://maven.apache.org/>)을 선정하여 라이브러리 간의 의존성을 정의 하였다. JDK 버전은 현재 범용적인 JDK8로 선정 하였으며, PostgreSQL DBMS와 SQL mapping 연동을 위해 MyBatis 3.4.4 버전(<http://blog.mybatis.org>) 라이브러리를 활용하였다.

4.1.3. 서비스 환경

농업기상위험 조기경보 모바일 웹의 어플리케이션 서버는 무료로 사용할 수 있는 Tomcat 7.0 버전을 사용하고 있다. 웹 어플리케이션 서버는 모바일 웹상에서 사용자의 요청을 인터넷 상에서 처리하고 그 결과를 사용자에게 전달하기 위하여 웹과 데이터베이스 사이에서 트랜잭션 처리를 담당한다. Tomcat은 웹 응용 프로그램 및 웹 서비스에 대한 개발과 배포를 하는데 유용한 플랫폼이다(<http://tomcat.apache.org>).

4.2. 주요 개발화면

4.2.1. 로그인 화면

서비스 대상 지역을 나열하고 사용자는 그 중 한 시군을 선택할 수 있다. 시군 선택이 완료되면 본인의 휴대전화번호를 입력하여 로그인 할 수 있다. 선택된 시군과 휴대전화번호의 조합으로 서버 측에 해당되는 농가, 농장정보가 있는지 요청하게 되며 서버측은 해당 농가 및 농장이 있을 시 농장개수를 알림 박스로 알려준다. 해당되는 농가가 없을 시 ‘관리 농장없음’의 경고 알림 박스로 알려준다. 시군이 선택되지 않았을 경우는 ‘시군선택 안됨’의 경고 알림 박스로 알려준다 (Fig. 3).

로그인이 성공되면 직전 로그인 시 선택했던 시군과 휴대전화번호를 쿠키에 저장하고 다음 번 접속 시에는 시군과 휴대전화번호가 자동 설정되어 로그인을 편하게 할 수 있도록 구현하였다.

4.2.2. 오늘~미래 날씨와 기상위험 조회 화면

농장별 날씨와 기상위험을 조회하는 메인 화면이며 로그인된 농가별로 복수의 농장, 농장별 재배작목이 복수일 경우가 있을 수 있으므로 농장과 재배작목을



Fig. 3. First screen of agrometeorological risk early warning mobile application. Log in with city name button and mobile number.

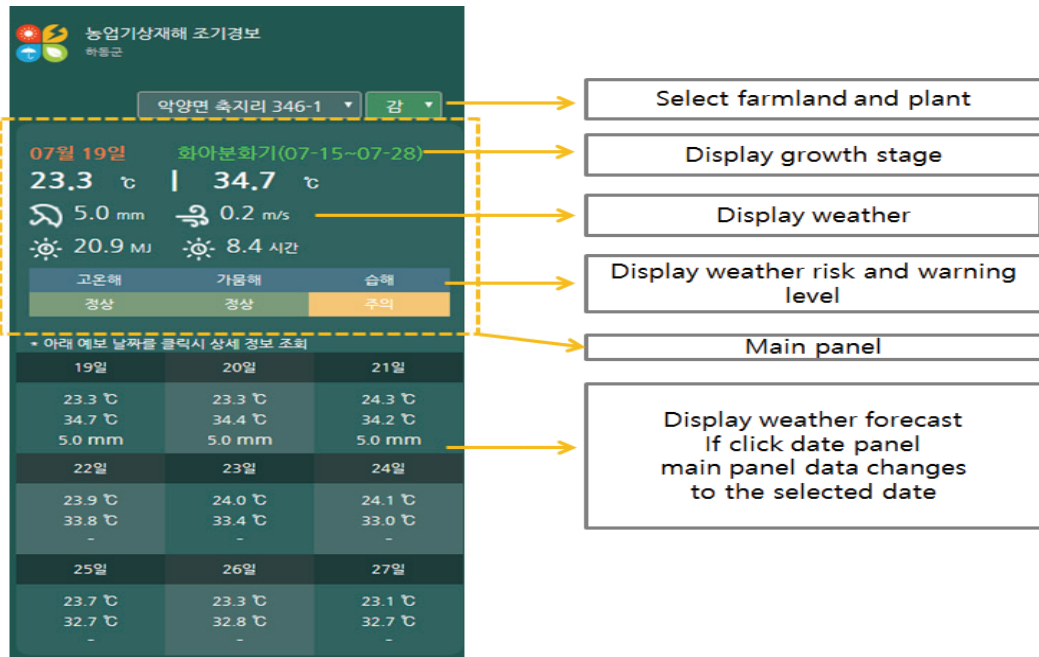


Fig. 4. The information on the growth stage and the agrometeorological risk of the farm, the maximum 9-day forecast information.



Fig. 5. Displaying past weather conditions and past agrometeorological risk by cultivation in calendar form.

선택할 수 있다. 선택된 농장과 재배작물에 따라 오늘 부터 +9일까지의 날씨와 작물 생육단계, 작물 생육단계별 기상위험에 대한 정보를 조회한다. 농장이 바뀌면 바뀐 농장에서 재배하는 작물을 선택할 수 있으며,

바뀐 농장의 날씨 정보로 화면이 갱신된다. 작목이 바뀌면 생육단계와 기상위험정보를 다시 불러와 값을 갱신한다. 메인 패널에는 기본적으로 오늘의 날씨와 생육단계, 기상위험정보를 제공하며 하단에 예보 구간의

날짜를 클릭하여 선택하면 메인 패널의 값이 선택된 날짜의 날씨와 생육단계, 기상위험정보로 갱신된다 (Fig. 4).

4.2.3. 과거 농장 날씨와 기상위험 조회 화면

오늘부터 미래 9일의 날씨와 기상위험을 종합적으로 볼 수 있는 조회 화면 이외에 하나의 기상위험 요소 (날씨 포함)에 대한 과거 값들을 달력형태로 조회할 수 있다. 한낮기온, 아침기온과 같은 날씨를 선택할 수도 있고 동해, 가뭄 등과 같은 기상위험 요소도 선택할 수 있다. 달력은 월별로 조회가 가능하며 선택한 요소의 값은 일자별 칸에 표시된다. 기상위험 요소를 조회할 경우에는 위험수준에 대한 색상을 반영(경보는 빨간 배경색 등)하여 값을 나타낸다(Fig. 5).

4.2.4. 알림정보 조회 화면

농업기상위험 조기경보 시스템에서 자동으로 전달되는 알림 및 관리자에 의해 발송되는 알림 등의 내용을 확인할 수 있다. 시스템에서 자동적으로 발송되는 알림정보는 농장별로 재배작물에 대한 기상위험 요소가 주의/경보 수준이 예측되었을 때 알림이 발송된다. 농가는 해당 알림 내용을 조회할 수 있다(Fig. 6).

4.3. 조기경보서비스의 통합 구조

농업기상위험 조기경보 서비스는 기상청 제공 읍면동 규모 날씨를 농장 규모로 상세화하는 과정, 경과기상을 누적하고 각 작목별 생육모델을 적용한 작목별 생육 시기 예측하는 과정, 농장별 평년의 기후 그리고 경과기상과 예보에 근거한 작목별 기상위험 예측 및 지수화 과정을 통해 농장에서 재배하는 작목별로 기상위험을 산정하고 통보하기까지의 일련의 과정이 통합되고 자동화 처리되도록 구현된 시스템이며 웹, 모바일 단말기 기반으로 시군 분포와 농장별로 기상재해정보를 제공하는 시스템이다.

농장규모 날씨 상세화는 현재 7개 날씨(최고기온, 최저기온, 강수량, 일사, 일조, 최고풍속, 평균풍속)항목에 대하여 공간해상도 30m급 격자자료로 생성되고 있으며 예보선행구간은 기온 관련요소는 +9일이며 그 외의 요소는 +2일이다. 생성된 날씨 격자 자료는 날씨 디렉토리 하위에 날씨요소명_날짜 형태의 파일명으로 GeoServer에 매일 등록되고 있다.

작목별 생육단계 예측은 날씨 격자자료부터 경과기상을 누적하고 각 작목별로 지정된 생육모델을 적용하여 15개 작목(감, 매실, 배, 복숭아, 사과, 참다래, 포도, 감자, 고구마, 벼, 보리, 고추, 마늘, 무, 배추, 녹차)의 생육시기 도달일자를 계산한다. 공간해상도 30m급 격자자료로 생성되고 있으며 예보선행구간은 9일이다. 생성된 작목별 생육단계 예측 자료는 생육단계 디렉토리 하위에 작목명_날짜 형태의 파일명으로 GeoServer에 매일 등록되고 있다.

작목별 기상위험 예측 및 지수화는 앞선 생육단계 예측이 가능한 15개 작목의 생육단계별로 기상위험 발생 기준에 따라 주의 또는 경보의 위험 단계로 지수화한다. 10개 기상위험(동해, 저온해, 고온해, 풍해, 홍수해, 일소, 냉해, 일조부족, 가뭄해, 습해) 중 작목 생육단계별로 영향을 미치는 기상위험에 대하여 예측하고 있다. 공간해상도 30m급 격자자료로 생성되고 있으며 예보선행구간은 +2~+9일이다. 생성된 작목별 생육단계 예측 자료는 기상위험 디렉토리 하위에 작목명_기상위험요소명_날짜 형태의 파일명으로 GeoServer에 매일 등록되고 있다.

날씨 상세화, 작목별 생육단계 예측, 작목별 기상위험 예측 및 지수화 과정을 통해 GeoServer에 등록된 지도 형태의 자료는 시군 단위 분포지도이다. 개별 농장의 값을 추출하기 위하여 분포지도상의 농장 경계에 해당되는 격자점들의 평균값을 계산하고 그 값을 데이



Fig. 6. List of notification information through early warning system.

터베이스에 농장별로 날씨, 작목별 생육단계, 작목별 기상위험 수치 자료를 저장하는 후처리를 수행한다. 이로써 날씨 분포, 생육단계, 기상위험에 대하여 시군 단위 분포와 농장별 자료가 생성이 완료된다.

생성된 자료 중 시군 단위 분포 지도는 사용자의 PC에서 웹 기반 조기경보 시스템에 접속하여 조회할 수 있다. 웹 기반의 조기경보 시스템은 시군별 기상위험 경보를 위한 분포형 시스템으로 날씨, 생육단계, 기상위험의 분포지도를 사용자에게 제공하기 위하여 GeoServer와 연동된다. 사용자가 웹 화면에서 선택한 항목(예: 날씨요소, 작목, 생육단계, 기상위험요소, 조회날짜 등)의 조합으로 GeoServer에 등록된 지도 중에 사용자 선택 항목과 일치되는 지도를 제공한다.

앞서 기술한 내용은 선행 연구로 개발된 농업기상위험 조기경보 서비스의 구성요소이다. 이를 자료생성과 자료제공의 관점으로 재구성하였을 때 자료 생성시

스템은 날씨 상세화, 생육단계 예측, 기상위험 예측 및 지수화 등의 날씨와 기상위험 예측 분포형 지도 생성과 농장별 날씨 및 기상위험 추출 등의 농장별 자료 생성 기능으로 분할될 수 있다. 자료 제공 시스템은 현재 PC 기반 웹 어플리케이션으로 시군별 기상위험 경보를 위한 분포 지도형 시스템이 운영 중 (<http://www.agmet.kr>)에 있다.

본 연구를 통해 구현된 모바일 어플리케이션은 자료 생성시스템에 의하여 생성된 농장별 날씨, 생육단계, 기상위험 수치자료 DB를 연동하여 데이터베이스에 저장된 농장별 과거에서 미래까지의 자료를 제공한다. 당초 날씨, 생육단계, 기상위험 등의 시군 단위 분포지도 생성, 개별 농장의 자료 추출 후 데이터베이스 저장의 과정이 순차적으로 이루어지므로 PC 기반 웹 어플리케이션에서 보게 되는 분포지도상의 농장별 날씨와 모바일 어플리케이션을 통해서 제공되는 농장의

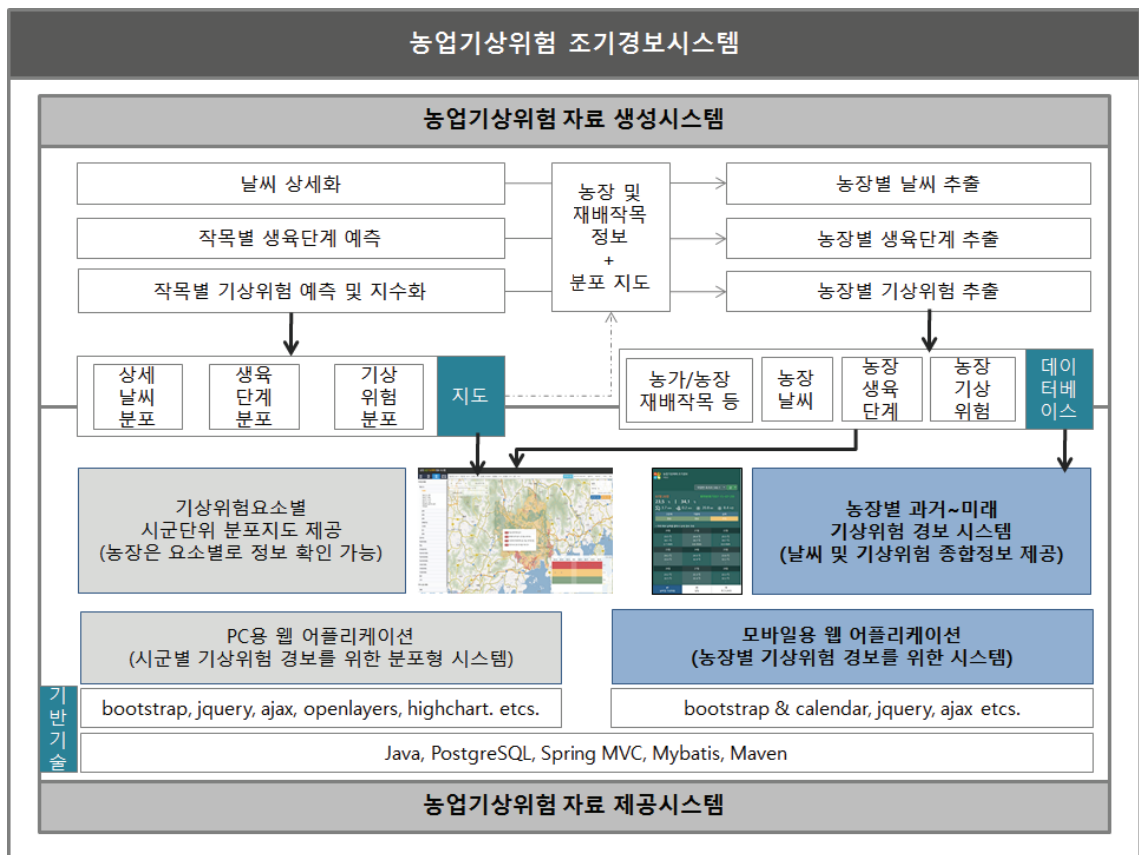


Fig. 7. Integrated structure of agrometeorological risk early warning system. It consist of PC based Web application and Mobile based application.

날씨는 같은 데이터베이스 자료를 참조하도록 구성되어 서로 일치하는 값이 제공된다. 다만 기존의 웹 기반 시스템은 분포도 조회 기반의 특성상 한 번에 한 날짜의 자료만 보게 되며 과거부터 미래까지 몇 일간의 자료를 조회하기 위해서는 매일의 분포도를 조회하고 분포도 상의 내 농장의 정보를 데이터베이스로부터 여러 번 호출하는 과정을 거쳤다면 모바일 어플리케이션은 내 농장만의 날씨, 재배 작물의 생육단계와 기상위험을 한 번에 과거부터 미래 +9일까지 데이터베이스에서 한번에 읽어와 종합적으로 화면에 보여지도록 구성된 장점이 있다.

모바일 어플리케이션은 PC 기반의 웹 어플리케이션과 다르게 지도 서비스를 하지 않는 GIS 기술을 제외하고는 개발언어, 데이터베이스 서버, 개발 프레임워크 등 같은 기반기술에서 개발되어 동작되도록 통합되어 구성되었다. 다만 자료 제공시스템으로써 PC 기반의 웹 어플리케이션과 모바일 어플리케이션 간에 상호 종속적인 기능은 없으므로 분리된 서비스도 가능하다(Fig. 7).

V. 결 론

선행 연구로 개발된 농업기상위험 조기경보 시스템은 시군 단위로 날씨나 기상위험에 대한 분포를 제공하는 측면에서 지역 내 행정, 지도기관 등에서 유용하게 활용할 수 있는 장점이 있다. 그러나 내 농장의 기상위험을 보기 위해서는 날씨, 생육단계, 기상위험에 대하여 개별적으로 매일의 분포도를 조회하고 분포도 상의 내 농장을 클릭한 뒤 정보를 확인하는 절차를 여러 번 수행하여야 내 농장의 모든 정보를 확인할 수 있었다. 본 연구로 개발된 농장별 기상위험 모바일 어플리케이션은 내 농장의 날씨, 재배하고 있는 작물의 생육단계와 기상위험을 한 번에 과거부터 미래 +9일까지 종합적으로 볼 수 있는 편의 기능을 제공한다. 휴대전화번호를 이용한 로그인(농가 및 농장 정보 확인), 내 농장의 오늘부터 미래 9일까지의 날씨와 기상위험 조회, 개별 기상위험요소별 과거 예측 이력 조회, 기상위험 정보 및 각종 알림정보를 조회하는 기능이 구축되었다.

모바일 어플리케이션은 스마트폰 화면내에서 작물의 생육단계, 기상위험, 그리고 날씨를 한 눈에 볼 수 있다. PC 모니터에서 보이는 복잡한 지도 서비스보다 스마트폰 화면에 적합한 내 농장 맞춤 정보를 언제

어디서든 확인 할 수 있는 기반이 마련되었다. 농장별로 등록된 영농 속성을 연결하여 내 농장에서 재배되고 있는 작물에 대한 기상위험과 날씨들을 최대 9일까지 편리하게 조회할 수 있게 됨으로써 기상위험에 대한 사전 예측정보 확인 등의 농업 현장의 활용도를 높였다.

모바일용 어플리케이션은 날씨 및 농업기상위험 자료 생성과 기존의 웹 기반 분포형 기상위험제공 어플리케이션과 같은 기반기술에서 동작되도록 설계되어 있어 농가정보, 서비스 작목정보, 작목별 기상위험 서비스 항목 등이 변경될 때 유기적으로 연동되어 모바일 어플리케이션에도 반영되도록 통합하였으며 웹 어플리케이션과 모바일 어플리케이션 간에 상호 종속적인 기능은 없이 분리된 서비스도 가능하도록 구성되었다.

기존 시스템에서는 농장별 기상위험을 알리고자 매일 오후 5시에 내일의 날씨와 기상위험 예측(주의 또는 경고) 정보를 문자 메시지로 발송하였다. 농업기상위험 모바일용 어플리케이션이 개발됨에 따라 자원 농가에 배포 후 실제 사용하기 시작하면 기존 농업기상위험 조기경보 서비스에서 제공하던 문자메시지 발송은 점차 제공하지 않을 계획이며 매일 장문 문자메시지 발송으로 인해 발생하였던 운영비를 절감할 수 있을 것이다.

농업기상위험 조기경보 서비스의 최종 목적 사용자는 개별 농장의 소유주와 지자체(시군)의 지도사를 대상으로 하고 있다. 기존까지 개발된 시스템은 개별 농장보다는 시군 단위 분포 위주의 시스템으로 지자체 농촌지도사가 활용하기에 적합하였으며 농장 소유주가 PC로 시스템에 접속하여 내 농장 정보 확인이 어려웠다. 모바일 어플리케이션의 개발에 따라 사용자별 정보 제공 시스템 구성 체계가 점차 완성되어 가고 있다. 나아가서 개별 농장의 날씨와 기상위험정보를 행정구역단위(읍면 또는 리 단위)의 통계 정보 등 집계 정보로 산출하는 등 농업기상재해 조기경보 서비스에 대한 운영관리 관점의 지자체 농촌지도사용 모바일 어플리케이션에 대한 개발이 필요해 보인다.

적 요

기상위험에 선제적으로 대응할 수 있도록 하기 위하여 농장별 정밀 날씨추정, 작목별 기상위험의 알림과 대응지침의 전달 등 개별 농가 단위의 농업기상위

험 관리 기술이 본 연구의 선행 성과물로 개발된 바 있다. 현재 470 자원 농가와 950농장을 대상으로 시군 단위로 관내 농장의 날씨와 기상위험 현황을 시각적으로 파악할 수 있는 GIS 기반 분포형 경보 시스템이 구축되어 현업 서비스가 운영 중이다(<http://www.agmet.kr>). 그러나 모든 농가를 서비스 대상으로 하다 보니 많은 작목과 기상위험요소가 나열되어 개별 농가가 시스템에 접속하여 자기 농장만의 농업기상위험 정보를 확인하기에는 불편한 사항이 많다. 따라서 개별 농장별로 정보 확인 편의성을 위하여 휴대전화 번호만을 이용하여 자기 농장만의 날씨, 작목의 생육단계, 작목 기상위험을 최대 미래 9일까지 조회하고, 기상특보 및 기상위험 주의, 경보 수준을 알림 정보로 제공받을 수 있는 농업기상재해 조기경보 모바일용 어플리케이션을 개발하였다. 스마트폰으로 본 시스템에 접속하여 농장별 날씨와 재배작목의 생육단계, 생육단계별 기상위험과 대응지침을 제공 받는 등 농장별로 특화된 기상위험을 사전 경고 정보로 신속하게 확인할 수 있다. 자기 농장만의 과거부터 미래까지 날씨와 기상위험을 단순하고 보기 쉽게 정리하여 농가에 제공함으로써 기존의 GIS 기반 기상위험 분포형 경보 시스템이 가진 정보 접근 불편함을 해소하였다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ010007062017)의 지원에 의해 이루어진 것임.

REFERENCES

- Apache Maven Project, 2017: Maven Documents. <https://maven.apache.org/> (2017.9.19)
- GitHub, 2017: Bootstrap Documents. <http://getbootstrap.com/> (2017.7.10)
- MyBatis, 2017: MyBatis Documents. <http://blog.mybatis.org> (2017.7.13)
- NIA, 2016: 2016 NATIONAL INFORMATIZATION WHITE PAPER. National Information Society Agency. (ISBN 978-89-8483-286-8)
- Oh, H. Y., 2011: Implementation of mobile web interface design for smart-phone users. *Korean Journal of Contents Association* **12**, 639-648.
- Pivotal, 2017: Spring Documents. <https://spring.io/> (2017.7.13)
- Pivotal, 2017: Spring Framework Documents. <https://projects.spring.io/spring-framework/> (2017.9.19)
- PostgreSQL, 2017: Open source database. <http://www.postgresql.org/> (2017.9.19)
- RDA, 2017: <http://www.agmet.kr/> (2017.7.10)
- Shin, Y. S., J. H. Park, S. K. Kim, W. S. Kang, K. M. Shim, and E. W. Park, 2015: An Operational site-specific early warning of weather hazards for farmers and extension workers in a mountainous watershed. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **17**, 290-305. (in Korean with English abstract)
- Yun, J. I., S. O. Kim, J. H. Kim, and D. J. Kim, 2013: User-specific agrometeorological service to local farming community: A case study. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **15**, 320-331. (in Korean with English abstract)
- Yang, I. D., and S. L. Kim, 2015: Proposal of the horizontality development method on the spring MVC. *Korean Journal of Information and Communication Convergence Engineering* **19**(10), 2350-2358.