

농업기상재해 조기경보시스템의 전국 확대를 위한 단위 시스템의 개선

박주현^{1*}, 신용순¹, 심교문²

¹에피넷, ²국립농업과학원

(2021년 10월 15일 접수; 2021년 11월 15일 수정; 2021년 12월 10일 수락)

Improvements of Unit System for nationwide expansion of Early Warning Service for Agrometeorological Disaster

Joo Hyeon Park^{1*}, Yong Soon Shin¹, Kyo-Moon Shim²

¹EPINET Co., Ltd., Anyang 14056, Republic of Korea

²National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Wanju 55365, Republic of Korea

(Received October 15, 2021; Revised November 15, 2021; Accepted December 10, 2021)

ABSTRACT

The nationwide expansion of the agricultural early warning service for agrometeorological disaster would require assessment of geographical and agricultural environmental characteristics by individual region. The development of an efficient computing environment would facilitate such services for the area of study region to deal with various crops and varieties for many farms. In particular, the design of the computing environment would have a considerable impact on the service quality of agriculture meteorology when the scale of computing environments increases for extended service areas. The objectives of this study were to derive the issues on the current computing environment under which services are provided by each region and to seek the solutions to these problems. The self-evaluation through experimental operation for about a year indicated that integration of the early warning service system distributed over different regions would reduce redundant computing procedures and ensure efficient storage and comprehensive management of data. This suggested that the early warning service for agrometeorological disaster would become more stable even when the service areas are to be expanded to the national scale. This would contribute to higher quality services for individual farmers.

Key words: Early warning system, Nationwide expansion, Agrometeorological hazard, Data processing, System Integration



* Corresponding Author : Joo Hyeon Park
(parkjh@epinet.kr)

I. 서 론

기후 변화에 따른 기상 이변은 산업 전반에 위협이 된다. 농업 분야에서의 기후 변화는 농작물의 재배 적지를 변화시키고, 생산량이나 품질에 영향을 줄 뿐만 아니라, 빈발한 이상 기상의 경우 농업 생산성 저하의 원인이다. 이를 위해 영농 현장의 자원 농가(Volunteering farmer)를 대상으로 하는, 기상이변 대응 농업기상재해 조기경보서비스(Early Warning Service for Agrometeorological Disaster)가 2014년도부터 시작되었다. 최초 섬진강 하류 지역(하동, 구례, 광양)의 자원 농가에 대해 시범 서비스를 시작하였고, 현재도 시군(市郡) 단위로 점진적 확장되고 있다(AGMET, 2021). 기상재해 조기경보체계란 위험기상의 발생을 막거나 이를 피하기는 어려운 현실에 대응하기 위해, 위협에 노출된 대상의 취약성을 보완할 수 있는 강력한 도구이다(Yun, 2014). 이 도구가 영농 현장에 활용되기 위해서는 시군 규모의 기상보다는 개별 농가에 대한 취약성 정보를 추정할 수 있는 규모로 상세화되어야 한다. 예를 들어 기상청에서 발표하는 주의보, 경보 형태의 기상 특보는 광범위한 지역의 단일화된 정보를 불특정 다수를 대상으로 전파하고 있어 영농 현장에서 직접 활용하기에 어려움이 있다(Yun, 2013).

농업기상재해 조기경보서비스는 이러한 문제를 해결하기 위해 개별 필지 단위로 취약성 정보를 생성하여 영농 현장 규모에 적합한 농가 맞춤형 정보를 생성한다. 이 기술의 핵심은 미세측 지점의 고도, 경사향, 경사도 등 국지적 공간 특성을 반영하여 기상청에서 배포하는 자료(종관기상, 방재기상, 동네예보, 중기예보)의 상세화를 시작으로, 작목 별 생육단계를 추정하고, 생육단계와 상세화된 기상을 이용하여 작목의 생육시기 별 기상위험을 추정한다. 이러한 세 단계(기상 상세화, 생육단계 추정, 기상위험 추정)를 거치면 연구 대상 지역의 모든 지점을 포함하는 GIS 기반의 격자형 분포도 자료가 산출된다(Kim, 2017; Yun, 2019; Kim 2019).

현재 농업기상재해 조기경보의 자료 처리 체계는 전라북도 농업기술원의 전산실, 국립농업과학원의 농업기상실, 주식회사 에피넷의 IDC (Internet Data Center) 등 지역적으로 3개의 장소에 분리되어 있으며, 각각 고유한 시군의 자료 처리를 담당한다. 예를 들어, 전라북도 농업기술원은 전라북도 일대의 14개 시군(고창, 군산, 김제, 남원, 무주, 부안, 완주, 순창, 익산, 임실, 장수, 전주, 정읍, 진안), 국립농업과학원은 전라

북도를 제외한 섬진강 일대의 15개 시군(곡성, 광양, 구례, 나주, 담양, 보성, 순천, 영암, 의성, 장성, 장흥, 하동, 함양, 함평, 화순), 주식회사 에피넷은 연구 대상 6개 시군(강진, 고창, 괴산, 무안, 해남, 영광)들을 담당하고 있다. 현재 조기경보 서비스는 35개 시군에서 시범 서비스 중이며, 2021년을 기준으로 총 40개 시군으로 확대될 예정이다. 농업기상재해 조기경보서비스로 구분한 전국 167개 시군에서 약 23%의 시군이 서비스 중에 있으며, 2027년 전까지 서비스 전국화를 목표로 하고 있다.

처음 서비스가 시작된 이래로 대상 지역이 확대됨에 따라 자료 처리 체계의 구성에도 다양한 변화를 시도해 왔다(Park, 2017). 연구 초기에는 집수역(Watershed) 단위로 자료를 처리하였으나, 현재는 시군 또는 광역(2개 이상의 시군) 단위로 처리하도록 변경되었다. 향후 전국 서비스 구축이 완료되면 전국을 단일 체계로 처리하는 방식이 적용될 것으로 예상되지만, 그 전까지는 시군(또는 광역) 단위 구동 체계를 기반으로 확장될 것으로 예상된다. 시군 단위 구동 체계로 확장할 경우 관리, 행정, 기술적인 문제 등이 원인이 되어 지역적으로 분산된 전산 환경을 구축해야 하는 경우가 발생한다. 지역적으로 분산된 전산 환경은 컴퓨팅 서버, 네트워크, 스토리지 등의 구성이 조금씩 다르고, 각 기관마다 고유한 보안 정책과 관리 방식을 적용받게 된다. 이는 지역 확장을 어렵게 하고 관리의 부담과 구축 및 운용 비용을 증가시키는 원인 중 하나이다.

본 연구에서는 현업 서비스 중인 농업기상재해 조기경보의 구성에 대해 간략히 설명하고 지역적으로 분산된 전산 환경이 증가할 경우 발생하는 문제점과 그 해결 방안을 제시하고자 한다. 특히, 전산 환경이 구축될 기관의 보안 관리 정책에 따라 적용 가능한 기법의 종류에 차이가 있을 수 있다. 따라서, 일괄적 도입이 어렵다고 판단되는 요소를 제외하고 전국화에 있어 중요하게 고려되어야 할 자료 수집 중복, 자료 전처리 중복, 공통 데이터 관리, 종합 관제 등 4가지 요소에 대해 중점적으로 분석을 수행하였다.

II. 농업기상재해 조기경보시스템 현황

현재 농업기상재해 조기경보 시스템은 세 개의 독립된 지역 시스템(국립농업과학원, 전라북도 농업기술원, 주식회사 에피넷)으로 구성되어 있는데 각각의 특징은 다음과 같다.

Table 1. List of compute servers of the primary Early Warning Service for Agrometeorological Disaster in National Institute of Agricultural Sciences

Barebone	Purpose	CPU	RAM (GB)	Disk (TB)
DELL PowerEdge R620	WAS	Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2630 v2	32	0.2*
DELL PowerEdge R720	DB	Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2630 v2	32	0.2*
DELL PowerEdge R720	Processing	Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2650 v2	64	0.2*
DELL PowerEdge R720	GIS	Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2650 v4	64	0.2*
DELL PowerVault MD1600F	Storage	-	-	27**

* 280GB HDD x 2ea, RAID 1

** 3TB HDD x 12ea, RAID 5 +2 Spares

Table 2. List of compute servers of the secondary Early Warning Service for Agrometeorological Disaster in National Institute of Agricultural Sciences

Barebone	Purpose	CPU	RAM (GB)	Disk (TB)
DELL PowerEdge R740	Processing	Intel(R) Xeon(R) CPU Gold 5122	128	0.4*
DELL PowerEdge R740	DB	Intel(R) Xeon(R) CPU Gold 5122	128	0.4*
DELL PowerEdge R740	GIS	Intel(R) Xeon(R) CPU Gold 5122	128	0.4*
Gluesys AnyStor700E-24	Storage	Intel(R) Xeon(R) CPU Silver 4210	64	30**

* 480GB SSD x 2ea, RAID 1

** 6TB HDD x 8ea, RAID 6 +1 Spare

2.1. 국립농업과학원

국립농업과학원은 2021년을 기준으로 15개 시군, 8,433 km² 영역, 1,989개 농가를 서비스하고 있으며, 이를 위한 전산자원은 7대의 컴퓨팅 서버, 2대의 스토리지로 구성되어 있다. 2014년도 최초 1식(컴퓨팅 서

버 4대, 스토리지 1대)이 초기 구축되었고 서비스 지역이 확대됨에 따라 2021년 1식(컴퓨팅 서버 3대, 스토리지 1대)이 추가 구축되었다(Table 1, Table 2; Fig. 1, Fig. 2). 인터넷은 2016년부터 LGU+사의 U+오피스넷 상품(회선속도 최대 100 Mbps)을 이용하다가 2021년

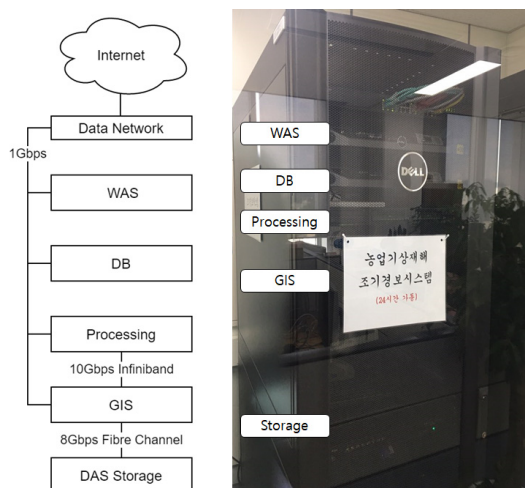


Fig. 1. Computer hardware configuration of the primary Early Warning Service for Agrometeorological Disaster in National Institute of Agricultural Sciences.

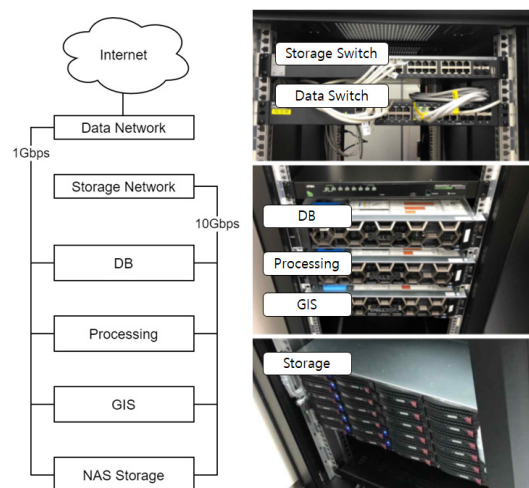


Fig. 2. Computer hardware configuration of the secondary Early Warning Service for Agrometeorological Disaster in National Institute of Agricultural Sciences.

상반기에 기가오피스넷(회선속도 최대 1 Gbps)으로 상향 변경하였다. 대민 알림 발송은 LGU+사의 기업메시징서비스(<https://sms.uplus.co.kr>)를 이용하고 있는데 SMS (Short Message Service) 발송 건당 11원, LMS (Long Message Service) 발송 건당 30원이 발생한다. 추가적으로 국립농업과학원에는 조기경보에서 모의하는 자료의 검증을 위해 선별된 연구 대상 지점에 설치된 무인기상관측기의 자료를 수집하고 관리하는 체계가 구축되어 있다(Kim, 2020).

2.2. 전라북도 농업기술원

전라북도 농업기술원은 2021년을 기준으로 14개 시군, 8,060 km² 영역, 2,094개 농가를 서비스하고 있으

며, 이를 위한 전산자원은 4대의 컴퓨팅 서버, 1대의 스토리지로 구성되어 있다(Table 3; Fig. 3). 2019년 최초 1식이 구축되었고 지역 확장 없이 전라북도 시군의 자료 처리만을 담당하므로 자료 처리 속도 확보를 위한 추가 구축이 유지되고 있다. 하지만 자료 백업을 강화할 필요가 제기되어 2021년에 약 30 TB의 스토리지 용량만을 추가 확보하였다. 인터넷은 전라북도 농업기술원 전산실에 설치된 10 Mbps 회선과 방화벽 서비스를 이용하고 있다. 알림 발송은 행정안전부 국가정보자원관리원의 문자메시지서비스(<https://mgov.go.kr>)를 이용하고 있다. 국가정보자원관리원의 문자메시지서비스는 국립농업과학원이 이용하고 있는 LGU+사의 기업메시징서비스보다 저렴하게 이용가능한 장점이 있으나(SMS 건당 약 8원, LMS 건당 약 24원), 국가 기관에 한해서만 이용 가능하고 서비스 개시를 위한 가입 절차 등이 상대적으로 복잡하다.

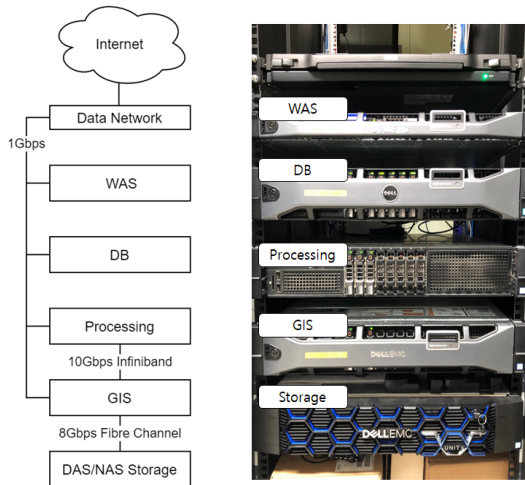


Fig. 3. Computer hardware configuration of the primary Early Warning Service for Agrometeorological Disaster in Jeollabuk-Do Agricultural Research and Extension Services.

2.2. 주식회사 에피넷

주식회사 에피넷에서는 6개 시군, 3,524 km² 영역이 처리되고 있으며 연구 개발 전용으로 활용하기 때문에 실제 서비스 농가는 없다. 전산자원은 1대의 컴퓨팅 서버, 1대의 범용 서버로 구성되어 있다(Table 4; Fig. 4). 초기에는 전산자원이 주식회사 에피넷의 안양 사무실에 위치한 서버에서 운영되었으나 전원, 네트워크, 향온, 향습 등 보다 나은 환경을 위해 서울 소재의 LG가 산디지털센터 IDC로 이전하였다. 인터넷은 IDC에서 제공하는 100 Mbps 회선 속도 보장형 서비스를 이용하고 있으나 국립농업과학원, 전라북도 농업기술원의 네트워크 환경과는 다르게 계약 용량이 초과될 경우 추가 요금이 발생하는 문제가 있기 때문에 주기적으로 사용량을 모니터링한다. 주식회사 에피넷에서 운영하는

Table 3. List of compute servers of Early Warning Service for Agrometeorological Disaster in Jeollabuk-Do Agricultural Research and Extension Services

Barebone	Purpose	CPU	RAM (GB)	Disk (GB)
DELL PowerEdge R630	WAS	Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2667 v4	94	0.5*
DELL PowerEdge R730	DB	Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2667 v4	128	0.5*
DELL PowerEdge R730	Processing	Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2690 v4	128	0.5*
DELL PowerEdge R730	GIS	Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2690 v4	128	0.5*
DELL EMC Unity 300	Storage	Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2630 v4	48	24**

* 500GB HDD x 2ea, RAID 1

** 6TB HDD x 6ea, RAID 5 +1 Spare

시스템은 전술하였듯 시범 서비스 또는 연구의 편의를 위해 개발 팀이 손쉽게 접근하기 위한 한정적인 용도로만 이용하고, 연구 개발이 완료된 시군은 국립농업과학원으로 이관되어 운영된다.

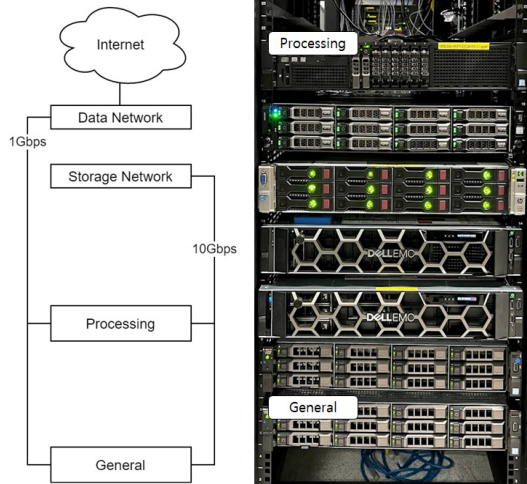


Fig. 4. Computer hardware configuration of the primary Early Warning Service for Agrometeorological Disaster in EPINET Corporation.

III. 지역 확장에 따른 문제

농업기상재해 조기경보 각 지역 시스템은 물리적으로 분리되어 있기 때문에 신규 구축이 용이하며 지역 시스템의 국지적 오류가 전체로 전파되지 않는 장점이 있다. 또한 운영의 주체를 명확히 구분할 수 있어 각 지역에 최적화된 기능 구축이 가능하다. 하지만 지역 시스템의 증가로 인해 아래에 기술된 문제점이 두드러지게 되었으며 이는 지역 확장을 어렵게 하고 관리의 부담과 구축 및 운용 비용을 증가시키는 원인이 된다.

3.1. 자료 수집의 중복

자료 수집의 중복 문제는 자료 전송에 의한 네트워크 사용량과 그에 따른 시간 지연 증가 그리고 중복된 자료 저장에 의한 비효율성을 유발한다. 자료 수집 모듈은 기상청의 종관기상관측(ASOS), 방재기상관측(AWS), 동내예보(DWF), 중기예보(FCT), 레이더(RDR), 천리안 위성 일사 영상(COMS), 기상특보(SWR), 초단기예보(KLAPS), 농촌진흥청 농업기상관측(AAOS) 등의 자료를 수집한다(Table 5). 이 자료는 연구개발 및 교육을 위한 안정적인 네트워크 서비스를 목적으로 하는 국가 기간전산망인 KREONET (국가과학기술연구망)

Table 4. List of compute servers of Early Warning Service for Agrometeorological Disaster in EPINET Corporation

Barebone	Purpose	CPU	RAM (GB)	Disk (TB)
DELL PowerEdge R730	Processing	Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2690 v4	512	1 [*]
DELL PowerEdge R730XD	General	Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2699 v4	256	100 ^{**}

^{*} 1TB HDD x 2ea, RAID 1
^{**} 10TB HDD x 12ea, RAID 6

Table 5. List of meteorological data downloaded from National Center for Agrometeorology

Purpose	Interval (Minutes)	Data Size (MB/1day)	Format
ASOS	60	2	Vector
AWS	60	2	Vector
SWR	10	3	Vector
FCT	720	2	Vector
AAOS	10	2	Vector
KLAPS	60	38	Raster
DWF	180	34	Raster
RDR	10	4	Raster
COMS	15	867	Raster

을 통해 국가농림기상센터가 기상청으로부터 직접 수신 받는다. 그리고 일부 자료를 인터넷을 통해 조기경보시스템 운영 서버로 전송한다. 문제는 자료를 전달 받아야하는 시스템은 지역적으로 분산되어 있는 복수개의 시스템인데 반해 자료를 전달하는 측은 국가농림기상센터에 위치한 단일 시스템이라는 점이다. 조기경보시스템의 서비스 시군이 증가할수록 국가농림기상센터에 요청하는 자료의 양도 선형적으로 증가하는 구조인데, 이를 해결하기 위해서는 국가농림기상센터의 전산 자원을 확충해야 한다. 하지만 조기경보시스템을 수용하기 위한 목적으로 국가농림기상센터의 전산 자원 확충은 어렵기 때문에, 조기경보시스템 자체적으로 이를 해결하기 위한 방안이 제시되어야 한다. 또한 동일한 자료를 각 지역 시스템이 중복하여 저장하기 때문에 추가적인 전산 자원의 구축 비용이 발생하고, 이를 유지 보수해야 하는 어려움이 따른다.

3.2. 자료 전처리 중복

수신된 자료는 소기후 모형 기반 기상자료 상세화를 수행하기 전 단계로써 기상 자료 전처리(preprocessing) 과정을 수행한다. 기상 자료 전처리에는 품질 관리

(quality control) 수행, 데이터베이스에 자료 저장, 벡터 자료의 래스터화(rasterization), 격자형 자료의 투영(projection)과 영역(extent)의 단일화 작업(warp) 등이 있다(Fig. 5). 자료 전처리 작업은 중앙처리장치, 주기억장치, 보조기억장치의 대역폭(bandwidth) 등과 같은 컴퓨팅 자원을 소모하는데, 전체 작업 수행 시간 기준 최대 20%를 차지한다. 또한 특정 시군 또는 광역단위의 자료만을 생성하는 시스템이라고 해도 해당 지역보다 더 넓은 범위의 전처리 자료를 생성해야 함으로 인한 컴퓨터 연산 자원의 낭비가 있을 수 있다. 예를 들어 전라남도 구례군의 배경 기온 자료를 제작할 때, 구례군에 위치한 기상 관측 자료 외에도 구례군과 인접한 위치에 있는 기상 관측 자료가 함께 사용되어야 하며 서로 인접한 시군 간 중복 처리하는 영역이 발생한다(Fig. 6).

3.3. 공통 데이터 관리

농업기상재해 조기경보서비스는 상세화된 기상 정보, 재배 작목의 생육 정보, 기상 위험 정보 외에도 작목의 생육 단계에 따른 기상 재해 별 대응 지침 정보를 제공하는 것이 특징이다. 2021년 현재 24개 작목과

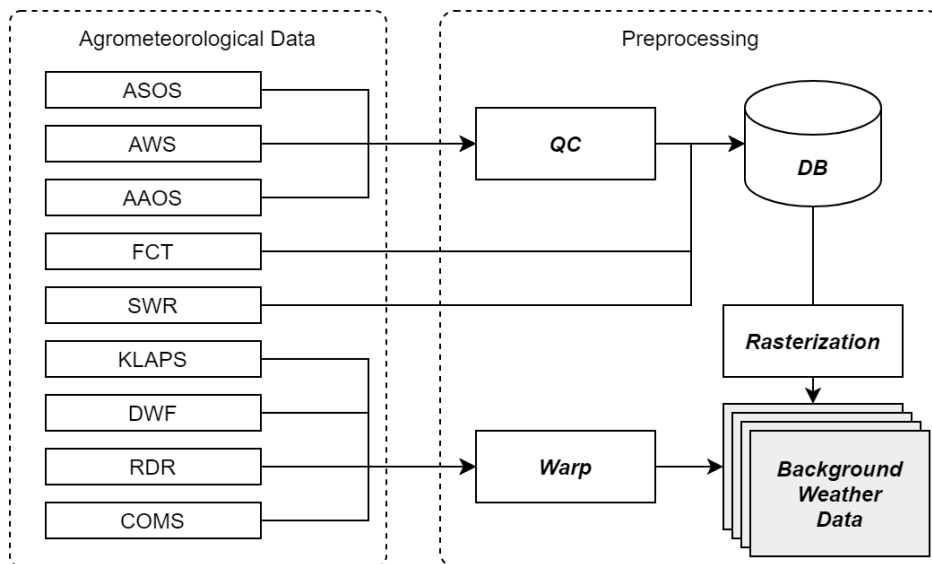


Fig. 5. Schematic diagram for preprocessing process of agrometeorological data from National Center for Agrometeorology. QC_1 is a process for quality control. DB_1 is a process for inserting geographic vector data into a database. $Warp_1$ is a process for conversion of projection and extension. $Rasterization_1$ is a process for generating of geographic raster data using geographics vector data from DB_1 . *Background Weather Data* means geographic raster data for next process.

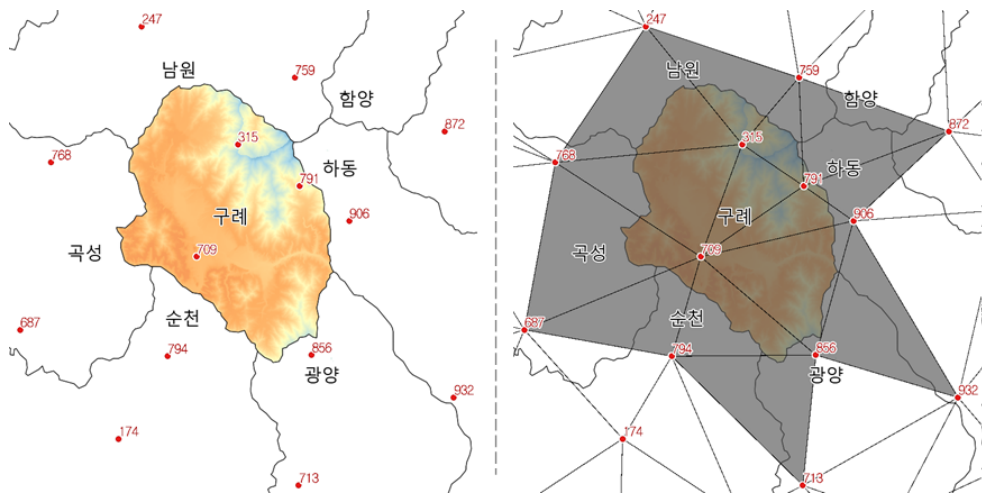


Fig. 6. Three AWS (Automatic Weather Stations) in Gurye-gun (315, 709, 791) and 11 adjacent AWS (174, 247, 687, 713, 759, 768, 794, 856, 872, 906, 932) are required to create the background weather of Gurye-gun using Delaunay triangulation.

12개 기상 위험을 기준으로 2,678개의 농업 기상 재해의 대응 지침이 구축되어 있다. 대응 지침은 작목이 추가되거나 생육 단계의 세분화 등을 이유로 새롭게 추가될 수 있고, 기존 구축된 자료의 고도화를 위해 갱신될 수도 있다. 대응 지침은 알림 발송 시 전달되는 내용이므로 농장 기상 및 재해 자료의 수치 값과 마찬가지로 중요하게 취급된다. 하지만 분산된 각 시스템마다 독립적인 DBMS (Database Management System) 가 운영되고 있어 정보의 일관성을 유지하기 위해 많은 수고가 요구된다(Fig. 7). 그리고 대응 지침 외에도 사용자 정보, 필지 정보, 작목 및 생육단계 정보 등에서도 일관성 문제가 발생한다. 또한 기상청에서 배포하는 자료의 파일 형식이나 이름, 제공 방식 등이 변경될 경우 모든 시스템에 이를 적용해야 하는 것도 큰 어려움이다.

3.4. 종합 관제

농업기상재해 조기경보서비스는 시군 또는 광역 단위로 서비스되고 유지 관리되는 시스템이지만 외부 기관의 요청에 따라 전체 시군을 대상으로 관제 정보를 제공할 필요가 있다. 예를 들어 사과를 재배하는 농가의 면적, 배를 재배하는 농가의 8월 기온의 평균과 편차, 특정 기간 동안 발송된 고온해 알림의 수 등이 있다. 집계에 필요한 자료는 각 단위 시스템에 분산 저장되어 있으므로 일일이 접속하여 자료를 다운로드해야 한다. 그 후 이를 취합하여 최종 집계 자료를 제작하는데 이는 오류 발생 가능성은 물론 빈번한 요청이 있을 경우 작업자에게 부

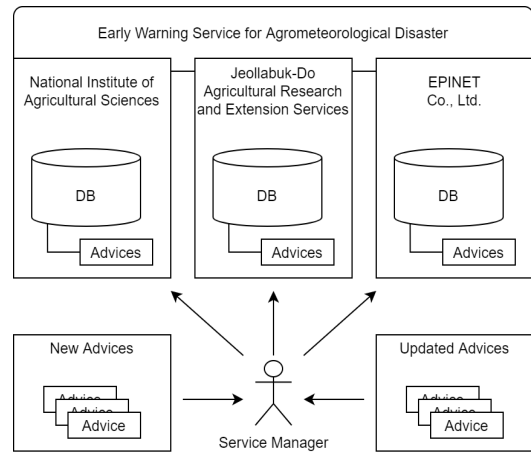


Fig. 7. Description of role of the service manager on three systems (National Institute of Agricultural Sciences, Jeollabuk-Do Agricultural Research and Extension Services, EPINET Corporation) with adding or updating advices.

담이 될 수 있다. 또 다른 문제로는 각 단위 시스템에 중복 저장되어 있는 사용자 정보를 하나로 취합하는 것에 있다. 예를 들어 전라북도 남원시에 위치한 농장의 서비스를 받기 위해 전라북도 농업기술원 단위 시스템에 등록된 사용자가, 전라남도 구례군에 위치한 농장의 서비스를 받기 위해 국립농업과학원 단위 시스템에도 등록되어 있을 수 있다. 이렇게 되면 각 집계 자료를 병합하기 전까지는 두 명 사용자로 확인되지만 집계 후에는

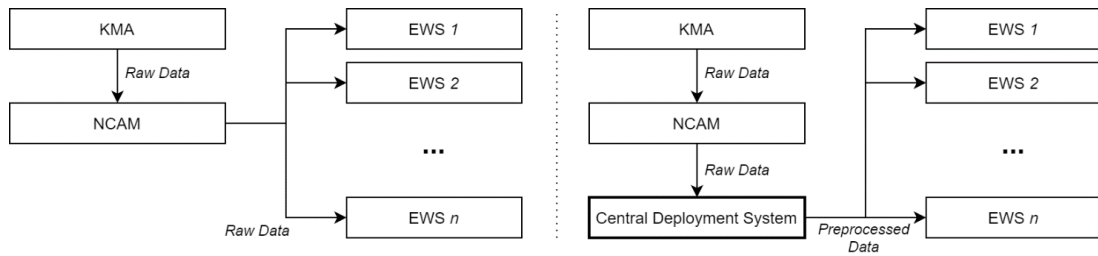


Fig. 8. Comparison of data flows based on the existence of a central distribution system. Preprocessed data is passed to EWS (Early Warning System) if a central distribution system exists, while raw data is passed if it does not exist.

한 명의 사용자 확인이 되는 등 자료 집계 방법에 따라 자료 해석을 달리해야 하는 문제가 있다.

IV. 지역 확장에 따른 문제의 해결

4.1. 중앙 배포 시스템

농업기상재해 조기경보서비스 지역 시스템을 구축할 때 기상청 원본 자료를 제공하는 국가농림기상센터의 자료 배포 시스템 외에는 타 시스템으로의 종속성이 없다. 이는 기상청 원본 자료 배포처가 농촌진흥청, 농업기술원 또는 지방기상청으로 변경될 가능성에 대비한 합리적인 설계이다. 그리고 외부 종속성이 있을 경우 서비스의 운영 및 관리에 통제하기 어려운 어려움이 발생할 가능성이 고려된 것이다. 하지만 이는 지역 시스템의 수가 증가함에 따라 단점이 두드러지게 되었는데 대표적인 것이 앞서 제시된 자료 수집의 중복, 자료 전처리의 중복, 공통 데이터 관리, 종합 관제 등이다. 이 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 각 지역 시스템과 원본 자료 배포 시스템 사이에 유연하게 관리될 수 있는 독립적인 시스템(조기경보 중앙 배포 시스템) 서비스를 추가하였다.

조기경보 중앙 배포 시스템은 각 지역 시스템이 담당하였던 자료 수집, 전처리를 완전히 담당하고 공동 데이터 관리와 종합 관제의 일부 기능을 담당하도록 구성하였다. 이 설계에 따라 기상청 원본 자료는 국가농림기상센터를 거쳐 조기경보 중앙 배포 시스템으로 전달되고 각 지역 시스템이 필요로 하는 모든 전처리 자료를 전국적으로 일괄 생성한다. 그 후 지역 시스템의 요청에 따라 특정 지역의 자료를 추출하여 전달하거나 전국 자료를 그대로 전달하는 역할을 담당한다 (Fig. 8). 기상청 원본 자료의 변경에 따른 문제는 이 중앙 배포 시스템에서 담당하게 되어 지역 시스템으로

전파되지 않는다. 다만 전처리 자료 생성을 담당하는 단일 서비스이므로 전산 자원을 이중화 하는 등의 추가적인 조치가 필요할 수 있다. 본 연구에서 구축한 중앙 배포 시스템은 네트워크 기반의 병렬 네트워크 파일 시스템인 GlusterFS를 이용하여 개별 자료 저장 서버의 장애에 대응할 수 있도록 하였고 자료 배포를 담당하는 독립된 인터넷 네트워크에 연결된 두 대의 서버를 통해 자료를 배포하도록 하였다(Fig. 9).

4.2. 가상 사설망

가상 사설망 또는 VPN (Virtual Private Network)은 공중망(public network)을 이용함에도 불구하고 마치 사설망(private network)을 이용하는 것과 같은 효

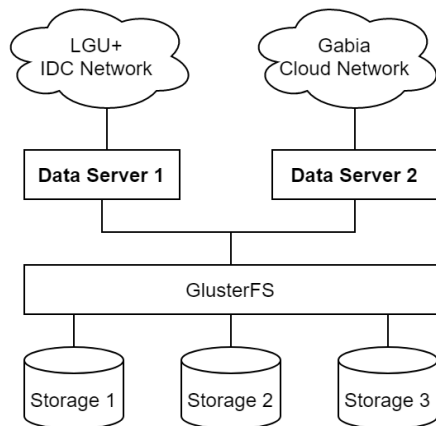


Fig. 9. Description of the redundant data server. Data server 1 distributes data through the LGU+ IDC network, and Data server 2 distributes data through Gabia public cloud network. Structure of an integrated EWS (Early Warning Service) system using VPN. Three FortiGate 61F device are interconnected to form one virtual private network.

Table 6. Specifications of FortiGate 61F, a VPN appliance used in this study

Specification	Performance
IPS(Intrusion Prevention System) Throughput	1.4 Gbps
Firewall Throughput (Packets Per Second)	9 Mpps
IPsec VPN Throughput (512 byte)	6.5 Gbps
SSL-VPN Throughput	900 Mbps

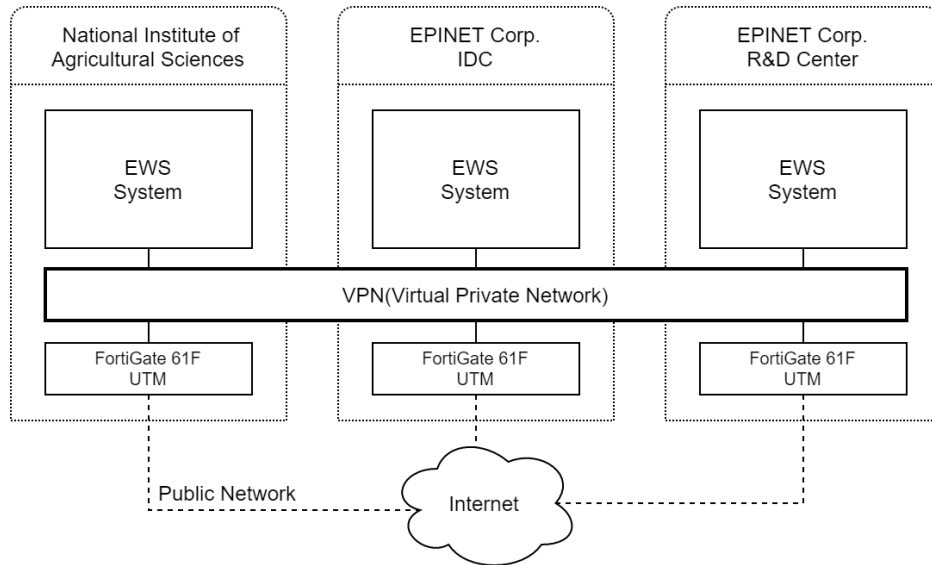


Fig. 10. Structure of an integrated EWS (Early Warning Service) system using VPN. Three FortiGate 61F device are interconnected to form one virtual private network.

과를 부여할 수 있는 기술로써, VPN으로 상호 연결된 각 사용자들이 교환하는 데이터는 외부의 공격으로부터 안전하게 보호될 수 있다. 이를 이용하면 독립적으로 운영되는 기존의 지역 시스템과는 다르게 중앙 배포 시스템을 중심으로 인터넷을 통해 상호 연결되는 구조를 가질 수 있게 된다. 인터넷은 다수의 사용자가 공용으로 사용하는 공중망이므로 지역 시스템 간 교환되는 데이터를 외부의 영향으로부터 보호할 필요가 있고 이를 만족하게 되면 마치 내부망으로 상호 연결된 것과 같은 효과를 얻게 되므로 지역적으로 분산에 대해 독립적으로 전산 자원을 다룰 수 있게 된다.

본 연구에서는 가상 사설망의 구성을 위해 보안장비 전문 업체인 Fortinet의 UTM (Unified Threat Management) 장비 중 하나인 FortiGate 61F를 이용하여 가상 사설망을 구축하였다(Table 6). UTM 장비는 국립농업과학원, LGU+ 가산디지털단지 IDC 그리고

주식회사 에피넷 연구개발 사무실 등 총 3곳에 설치하였고 이를 통해 분산되어 있는 각 지역 시스템이 가상의 네트워크로 연결될 수 있도록 하였다(Fig. 10). 구축된 VPN으로 각 지역 시스템이 동일한 DBMS, 파일 자료, 중앙 배포 자료를 공유할 수 있게 하여 공통 데이터 관리 종합 관제 문제를 해결하였다.

V. 결 론

농업기상재해 조기경보서비스의 전국화를 위해서는 각 지역별 지리적, 농업 환경적 특성의 차이로 인해 개별적인 연구 수행이 필요하고 해당 지역 규모에 적합한 전산 시스템을 구축해야 한다. 그리고 서비스 대상 지역이 증가함에 따라 전산 시스템의 수도 함께 증가하게 되는데 이때 발생하는 문제점을 제거하고 통합적으로 운영될 수 있는 방안이 필요하다.

본 연구에서는 현재의 구성이 지역적으로 분산되어 발생할 수 있는 문제점 4가지를 도출하고, 이에 대한 해결 방안 2가지를 제시하였다. 도출된 문제점 4가지는 첫째, 자료 수집 중복으로 동일한 원본 자료를 여러 곳에 복제하면서 발생하는 병목 지점에서의 부하 문제, 둘째는 전처리 중복으로 동일한 결과 자료를 여러 곳에서 생산하면서 발생하는 낭비와 원본 자료 변화에 따른 대응의 문제이다. 셋째는 공통 데이터 관리로 서로 관계가 있는 자료가 독립적으로 수정되면서 발생하는 일관성 문제, 마지막 넷째는 종합 관제로 각 지역 시스템에 분산된 자료를 취합할 때 발생하는 문제이다. 문제 해결 방안 2가지는 첫째 중앙 배포 시스템을 도입하여 자료 수집과 전처리 중복을 제거하여 원본 자료의 변화에 보다 유연하게 대응하는 것이고, 둘째 보안 장비를 도입하여 가상사설망 기반의 지역 시스템간 네트워크를 구축하여 공통 데이터 관리와 종합 관제 문제를 해결하는 것이다. 이 연구의 내용은 지역적으로 점진적 확대되어가는 상황에 맞는 시스템 구축 방법이므로 실제 전국화가 완료되었을 때의 모습과 상이 할 수 있으며 특히 공공 클라우드 컴퓨팅과 같은 환경으로 이전하게 될 경우 다른 형태로 구축될 수 있으므로, 농업기상 재해 조기경보시스템의 전산 자원 운영 정책의 변화에 주된 영향을 받게 될 것으로 예상된다.

적 요

농업기상재해 조기경보 서비스를 전국으로 확대하기 위해서는 각 지역별로 고유한 지리적, 농업환경적 특성에 대한 연구가 필요하다. 그리고 그에 적합한 전산 환경을 개발하는 것은 연구 대상 지역의 많은 농가에게 다양한 작물과 품종에 대한 서비스를 가능하게 하는 중요한 요소이다. 특히 확장성 있는 전산 환경의 설계는 서비스 영역이 확대되면서 전산 환경의 규모가 증가하게 되므로 농업 기상 서비스 품질에 상당한 영향을 미칠 수 있다. 이 연구의 목적은 각 지역별로 분산되어 서비스를 제공하고 있는 현재의 전산 구성에 대한 문제를 도출하고 그 해결책을 모색하는 것이다. 약 1년간 실험 운영을 통해 자체 평가한 결과 지역별로 분산된 조기경보서비스 시스템을 통합하면 중복 연산을 줄이고, 데이터의 효율적 저장과 종합적인 관리가 가능할 것으로 확인되었다. 이는 서비스 지역이 전국 규모로 확대되는 상황에서도 보다 안정적인 조기경보 서비스가 가능함을 의미한다. 이 연구를 통해 개별 농가에 대

해 보다 향상된 품질의 서비스가 가능할 것으로 기대한다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구개발사업(과제번호: PJ0148802021)의 지원에 의해 수행되었음.

REFERENCES

- AGMET, 2019: [https://www.agmet.kr\(2021.06.01\)](https://www.agmet.kr(2021.06.01))
- Kim, D. J., J. H. Park, S. O. Kim, J. H. Kim, Y. S. Kim, and K. M. Shim, 2020: A system displaying real-time meteorological data obtained from the automated observation network for verifying the early warning system for agrometeorological hazard. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **22**(3), 117-127.
- Kim, D. J., S. O. Kim, J. H. Kim, and E. J. Yun, 2019: Establishment of geospatial schemes based on topo-climatology for farm-specific agrometeorological Information. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **21**(3), 146-157.
- Kim, S. O., 2017: Estimation of temporal surface air temperature under nocturnal inversion conditions. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **19**(3), 75-85.
- Park, J. H., Y. S. Shin, S. K. Kim, W. S. Kang, Y. K. Han, J. H. Kim, D. J. Kim, S. O. Kim, K. M. Shim, and E. W. Park, 2017: Speed-up techniques for high-resolution grid data processing in the early warning system for agrometeorological disaster. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **19**(3), 153-163.
- Yun, J. I., 2014: Agrometeorological early warning system: A service infrastructure for climate-smart agriculture. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **16**(4), 403-417.
- Yun, E. J., and S. O. Kim, 2019: Improving usage of the Korea Meteorological Administration's Digital Forecasts in agriculture: Correction method for daytime hourly air temperature over complex terrain. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **21**(4), 221-228.
- 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**(4), 320-331.