실시간 시간별 기상자료를 이용한 종합적인 병해충 발생 예측 시스템

강위수[1], 박은우[1], 이동혁[2], 신용억[2], 박영섭[3], 손동수[3]
[1]서울대학교 농업생명과학대학 농생명공학부, [2]농촌진흥청 원예연구소 사과시험장,
[3]농촌진흥청 원예연구소 배시험장

An integrated disease and insect pest forecasting system using realtime hourly weather data

Wee Soo Kang[1], Eun Woo Park[1], Dong Hyuk Lee[2], Yong Uk Shin[2], Young Sub Park[3], and Dong Su Sohn[3]
[1]*Dept. of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul, 151-921*
[2]*Apple Experiment Station, National Horticultural Research Institute, Rural Development Administration, Wiseong-ri, Sobo-myeon, Gunwi-gun, Gyeongsangbukdo, 716-812*
[3]*Pear Experiment Station, National Horticultural Research Institute, Rural Development Administration, Godong-ri, Geumcheon-myeon, Naju, Jeollanamdo, 520-821*
(Correspondence: ewpark@snu.ac.kr)

1. 서언

농작물 병해충 발생에 대한 예측 정보와 농업기상정보는 농작물 재배에서 병해충을 적기에 방제하고, 방제에 대한 효과적인 지도사업을 하는 데에 크게 도움을 줄 수 있다. 이 예측 정보와 농업기상정보는 전국 각 지역에 대하여 높은 공간적인 해상도로 실시간으로 제공할 때에 생산성 향상뿐만이 아니라 농약의 살포를 줄임으로써 친환경적인 면에서 더 큰 효과를 기대할 수 있다. 이에 배와 사과원에서 일어나는 각종 병해충에 대한 예측 정보를 기상청의 시간별 기상관측자료를 이용하여 만들고 이를 인터넷을 통하여 실시간으로 배포하는 종합적인 병해충 발생 예측 시스템을 개발하였다.

2. 재료 및 방법

이 시스템은 무료로 배포되면서도 인터넷 서비스에서 우수한 성능을 인정받고 있는 리눅스 운영체제(Red Hat Linux 8.0)를 기반으로 한 서버(Intel Xeon CPU 3GHz Dual, RAM 2GB, HDD 200GB)에서 구동되며, 응용프로그램 개발을 위하여 C와 Java언어를, 그리고 웹 인터페이스 개발을 위하여 PHP 스크립트 언어를 이용하였다.

3. 결과

시스템 구조: 이 시스템은 기능상으로 구분하여 기상자료처리서버(Weather Data Process Server), 데이터베이스 관리서버(Database Management Server), 예측모형서버(Forecasting Model Server), 웹 맵 서버(Web Map Server), 그리고 웹 서버(Web Server)로 구성되어 있다.

기상자료처리서버: 기상자료처리서버는 기상청의 시간별 기상자료를 예측모형의 구동에 필요한 자료로 가공하는 소프트웨어이다. 기상청의 방재기상관측망에 의해 전국 528개 지점에서 관측되는 시간별 자동기상관측자료가 농촌진흥청의 농업기상정보네트워크를 통하여 본 시스템에 공급되며, 관측요소로는 기온, 상대습도, 강우, 풍향, 풍속, 기압이 있다. 기상자료처리서버는 지리적인 공간내삽의 방법을 이용하여 이 자료로부터 전국의 읍/면 단위 지역별 추정기상자료를 만들어 낸다. 읍/면 단위지역의 지리적인 중심점을 대상으로, 온도 이외의 요소에 대해서는 거리자승역산가중 (inverse distance squared weighting; IDSW)의 방법을, 온도에 대해서는 거리자승역산가중의 방법에 고도에 따른 기온감율을 고려한 보정을 추가하여 지역 특이적인 추정기상자료를 만든다(Yun *et al*, 1999). 또한 모형 구동에 필요한 엽면습윤시간 자료를 상대습도가 90%를 넘는지 여부를 이용하여 추정하고, 일별 자료를 시간별 자료의 평균값 또는 총합으로부터 만들어 낸다.

$$T = \frac{\sum \frac{T_i}{d_i^2}}{\sum \frac{1}{d_i^2}} + \left(z - \frac{\sum \frac{z_i}{d_i^2}}{\sum \frac{1}{d_i^2}} \right) \Gamma$$

T: 추정점에서의 기온 추정값
T_i: i번째 관측지점에서의 기온 관측값
d_i: i번째 관측지점과 추정점까지의 거리
z: 추정점의 해발고도
z_i: i번째 관측지점의 해발고도
Γ: 표준대기의 고도에 따른 기온감률(-0.0065 $℃m^{-1}$)

그림 1. 전국 읍/면 단위지역별 지역 특이적인 기상 추정에 이용된 거리자승역산가중법 (inverse distance squared weighting)

자료관리서버: 시스템에서 만들어지는 기상 및 예측결과의 관리에는 무료로 이용할 수 있는 MySQL DBMS (버전 4.0.16) 소프트웨어를 이용하였다.

예측모형서버: 예측모형서버는 기상자료처리서버에서 만들어진 전국 읍면단위 추정기상자료를 이용하여 매시간 예측모형모듈들을 구동시켜서 각종 병해충에 대한 지역특이적인 발생 위험도 정보를 만들어 낸다. 병의 발생위험도 정보는 시간별 예측모형들을 구동하여 만들며, 배의 검은별무늬병, 붉은별무늬병, 사과의 검은별무늬병, 겹무늬썩음병을 예측한다. 해충의 발생위험도 정보는 일별 예측

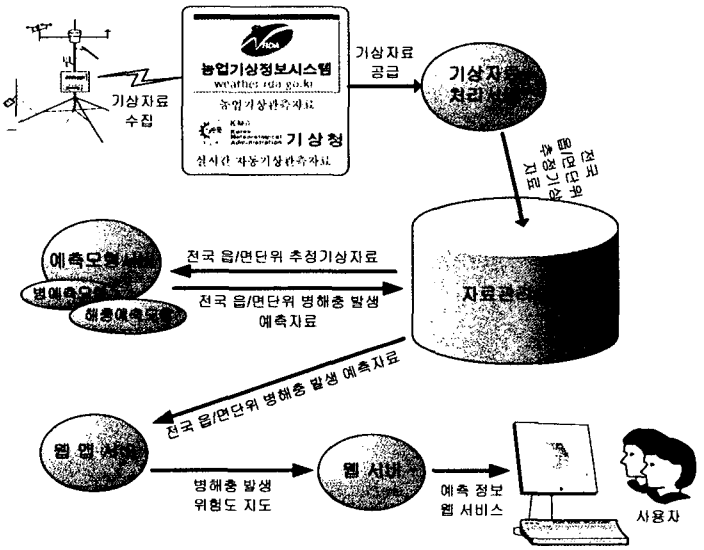

그림 2. 시스템 구성도

모형들을 구동하여 만들며, 배의 점박이응애, 가루깍지벌레, 꼬마배나무이, 복숭아심식나방, 애모무늬잎말이나방, 굴나방, 사과의 복숭아심식나방, 애모무늬잎말이나방, 굴나방, 점박이응애를 예측한다. 특히 배의 검은별무늬병, 붉은별무늬병에 대해서는 배 주산지 6개 지역(나주, 천안, 평택, 상주, 울산, 영암)에 대한 예측정보를 그 지역 과수원의 군락 미기상 관측 자료를 이용하여 추가로 만들어 낸다.

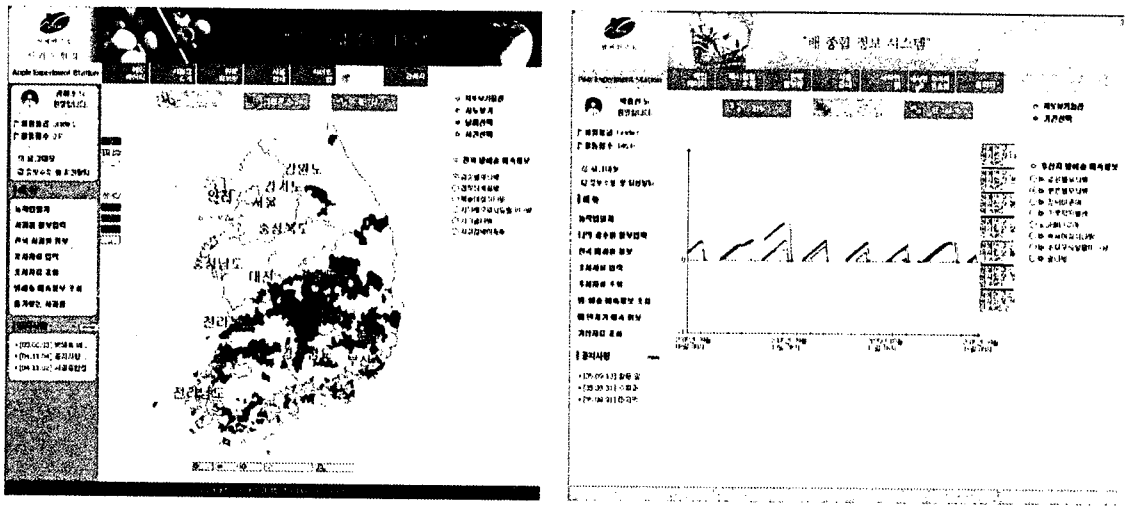

그림 3. 사과 및 배 종합정보시스템의 예측정보 지도와 그래프 출력화면

웹 맵 서버와 웹 서버: 웹 맵 서버는 미국 미네소타 대학에서 개발한 무료 공개 소프트웨어인 MapServer (버전 4.2.5)를 이용하고 있으며, 지역 특이적인 병해충 발생 예측 정보와 기상정보를 이용하여 전국 및 각 지역에 대한 지도 이미지를 만든다. 웹 서버는 역시 무료 공개 소프트웨어인 Apache (버전 2.0.54)를 이용하고 있으며 사용자의 요구에 따라 예측정보를 지도, 그래프, 표의 형태로 제공해 준다.

4. 고찰

본 시스템은 현재 배와 사과의 병해충 예측 정보를 제공하지만 다른 작물 및 병충해에 확대 적용시킬 수 있도록 개발하였다. 시간별 또는 일별 기상자료에 기초한 예측모형의 구동 인터페이스를 마련하여, 이 인터페이스를 따르도록 작성된 예측모형을 쉽게 시스템에 추가 적용시킬 수 있다.

5. 참고문헌

J. I. Yun, D. S. Yi, J. Y. Choi, S. I. Cho, E. W. Park, and H. Hwang, 1999: Elevation-corrected spatial interpolation for near-real time generation of meteorological surfaces from point observations. *AgroInformatics J.* 1(1): 28-33.