

基于地理信息系统的全国主要粮食作物 病虫害实时监测预警系统的研制

司丽丽 曹克强* 刘佳鹏 杨军玉 甄文超

(河北农业大学植物保护学院 河北省病虫害生物防治工程技术研究中心,保定 071001)

摘要: 为提高病虫害防治的准确性和科学性,依据植保知识、专家经验,采用人工智能、自行开发的具地理信息系统基本功能及决策支持系统(DSS)的相关技术,研制了基于 Internet 网络传输的全国主要粮食作物病虫害实时监测预警系统。本系统能够对小麦、玉米、水稻、马铃薯、高粱和谷子 6 种主要粮食作物的 60 余种病虫害进行实时监测、预警、诊断、提供植保知识,能够对年度间同期病情、虫情做出图形比较,可将抽象的预警数据转化成清晰简明的点图式电子地图,直观明了地显示病虫害发生点数及地域分布,可根据品种的抗病虫性、病虫害发生基数和未来天气预报等信息对小麦白粉病、赤霉病、纹枯病、稻瘟病、稻曲病、马铃薯晚疫病、麦蚜、小麦吸浆虫和玉米螟 9 种重要病虫害做出短期防治决策,系统的运行有助于提高人们对主要粮食作物病虫害管理的科学水平。

关键词: 实时监测预警; 地理信息系统; 病虫害防治

Establishment of a real-time monitoring and forecasting system on main crop diseases and pests of China based on GIS

SI Li-li CAO Ke-qiang* LIU Jia-peng YANG Jun-yu ZHEN Wen-chao

(Bio-control Center of Plant Disease and Pests of Hebei Province, College of Plant Protection, Agricultural University of Hebei, Baoding 071001, Hebei Province, China)

Abstract: Disease and insect pests are the main limiting factors for crops to increase yield. In order to make the control decision more accurate and more scientific, a real-time monitoring and forecasting system based on internet was established for main crops diseases and insect pests of China, according to knowledge of the plant protection, expert experience, and utilizing artificial intelligence, geography information system (Gsystem1) which was developed by authors and decision support system (DSS) technology. The system could provide the real-time information on occurrence of more than 60 different kinds of diseases and pests in wheat, corn, rice, potato, sorghum and millet of China as well as diagnosing, knowledge providing and short-term controlling decision for nine kinds of important diseases and insect pests, including powdery mildew, sharp eyespot and scab of wheat, rice blast, rice false smut, potato late blight, aphids, grain gall midge of wheat and corn borer, based on crop resistance, primary level of pests and short-term weather forecast. It also had the function of comparing the status of each disease or insect pest during the same period in different years. It can transform data information into a geographical information map, to show the distribution and severity of diseases and pests. The running of the system could help people to control the harmful organisms in a more scientific way.

Key words: Monitoring and forecasting system in real-time; geography information system; pest control

基金项目:国家粮食丰产科技工程河北省课题(2004BA520A07)资助

作者简介:司丽丽,女,1978年生,硕士研究生,从事植物病害流行与综合防治研究, email: sl_l_0312@163.com

* 通讯作者(Author for correspondence), email: ckq@mail.hebau.edu.cn; 收稿日期:2005-09-12

近年来,我国粮食增产速度呈下降趋势,其中病虫害是导致粮食产出能力下降的主要原因之一^[1]。由于绝大多数农民对病虫害的发生发展规律不了解,不能抓住病虫害防治的关键时期,往往既加重了药剂浪费、环境污染和经济负担,又达不到预期的防治效果^[2]。病虫害监测信息是指导科学防治的重要依据,因此,准确、迅速、全面地收集病虫害信息,对于各级管理者做出科学的防治决策是非常必要的^[3]。随着信息高速公路的发展,利用现代通讯技术和计算机技术进行信息收集、综合分析,使信息交流进入了一个全新的时期^[3]。在植物保护领域,一些基于地理信息系统(GIS)和决策支持系统(DSS)的病虫害预测和管理系统应运而生^[4,5]。在国外,已有一些国家创建了基于网络的作物病虫害实时预警系统,如:瑞士的PhytoPRE+2000系统已应用于瑞士90%以上的马铃薯种植户^[6~9],而在国内,这方面的研究和应用还鲜为报道^[10]。因此,本系统拟采用GIS、DSS等计算机技术,建立基于Internet网络的作物病虫害实时监测预警系统,把抽象的预警数据转化成清晰简明的点图式电子地图,及时地显示病虫害发生程度及地域分布,根据病虫害发生实况和未来天气预报作出短期防治决策,以帮助用户提高对病虫害管理的科学水平。

1 材料与方法

1.1 数据库设计

系统的开发环境为Windows 2000+IIS 5.0(ASP 3.0)+SQL SERVER 2000+Dreamweaver MX2004+Rational Rose 2002。SQL SERVER 2000可支持中型数据库软件,ASP简便易用,可降低软件的实现成本。在数据库设计时使用Rational Rose 2002作为开发平台,能使工作效率和代码质量成倍地提高。

数据库是整个系统的基础,本系统主要包括作物种类库、病虫害种类库、病虫害发生库、预测病虫害种类库、地图数据库、地理坐标数据库等11个数据库。

由于系统结构相对复杂,对数据库的要求较高。其基本功能:(1)大容量数据存储;(2)数据分析筛选;(3)数据库的兼容性和扩展性;(4)安全性;(5)易于维护。除了这些基本功能外,数据库还具备能够使系统更好运行的其它特点:(1)速度快;(2)较好的灵活性;(3)较强的稳定性。

1.2 Gsystem1 系统的开发

GIS不仅能够形象地表现空间数据,而且还具备强大的数据分析和管理能力^[11]。由于现行的web GIS系统并不完善,存在速度慢、响应时间长等问题,作者自行开发了一套具备GIS基本功能的系统,Gsystem1系统(意为Geo-system version 1)。其特点:(1)速度快,内存占用率低,经测试,单日系统访问人数小于3000的情况下,系统占用率只有30%;(2)体积小,包括地图制作系统在内的文件大小只有1M左右;(3)维护方便,其数据库整合在系统数据库中,便于数据的集中维护。

Gsystem1由三部分组成:地图添加工具、地图显示模块和地图数据库。地图添加工具(Map adder 3.0)是一种在系统中添加地理信息的实用工具,它可以将扫描地图的地理数据转换为数据库中的记录。地图显示模块提供地图显示功能,它能够读取地理信息,并按照规定投影形式将其转化为屏幕上的坐标,将地图显示出来。地图数据库提供存储地理信息的数据表,此外还提供了—个数据访问模块,对数据访问的效率进行优化。

1.3 病虫害调查方法

测报员在信息监测时做定点系统调查,规定以县为单位建立观测点,每个观测点至少设一个4m²的病虫害情况观测圃。这些观测圃一旦确定即编号固定下来,以便以后进行年度间的情况比较。在调查过程中,病害以普遍率(发病的器官或植株数占调查的全部器官或植株数的百分率)、虫害以危害率(发生虫害的器官或植株数占调查全部器官或植株数的百分率)为标准衡量发生的严重程度。并将普遍率与危害率进行了6级分级。分级标准如下:0级,普遍率或危害率为0;1~5级,普遍率或危害率分别为1%~20%、21%~40%、41%~60%、61%~80%和81%~100%。

1.4 信息上报

在作物生长季节内,测报员每周对观测圃的病虫害情况进行监测,一旦有病虫害发生,及时将信息上报。为了便于管理,系统给每个测报点一个序列号。测报员上报信息时需输入序列号,以确认测报点的合法性。上报内容主要包括发现病虫害的时间、地点、病虫害种类、作物品种名称、普遍率或危害率的级别、防治情况、最近一次防治时间及药剂名称。当病虫害危害级别发生变化时,测报员要及时更新疫情信息,使病虫害疫情的变化及时地反馈给用户。

2 结果与分析

2.1 系统的总体结构

系统结构如图 1 所示。系统主要由六部分构成,分别是病虫害实时分布预警、预测决策、病虫害诊断、病虫害知识查询、气象服务、数据库管理。利用预警模块,基层测报员可以通过互联网及时上传小麦、玉米、水稻、马铃薯、高粱、谷子 6 种农作物的 60 余种病虫害实时疫情,并存储在系统数据库中,

基层用户以及主管部门领导可随时调用、查看显示在地图上的信息,以了解当前的病虫害发生和防治情况;在预测决策模块,系统可以根据专家经验、气象数据等对田间病虫害发生发展情况进行预测,并提出相应防治建议;通过病虫害诊断子系统,可对 60 余种主要病虫害进行诊断;通过知识查询子系统,可对病虫害的基本知识如症状、传播规律、防治方法等进行查询。系统管理员可在本机或通过远程对数据进行录入、更新、修改、删除等工作。



图 1 系统主页及总体结构

Fig. 1 The homepage and the structure of the system

2.2 病虫害的信息发布

根据测报员的汇报,系统可以自动将病虫害发生的经纬度换算出来,并在地图上的相应位置标注一个圆点,不同的圆点颜色代表不同的级别,绿色代表 0 级,其余 5 级为红色,颜色由浅到深。对于每一个发生点,用户只需将鼠标放在该点,即可显示其详细信息,如病虫害名称、发生时间、发生级别、是否防治以及历史发生情况等(图 2)。这种点图式的表示方法可以精确地显示在某地有几处发生了同种病虫害,以及此病虫害的地理分布。系统既可显示全国疫情发生情况,也可以显示任一省份病虫害发生情况,选取某一时段后,系统还可以动态显示病虫害在地域和发生严重程度上的变化。这些信息对政府领导、业务主管部门、大农场和农民种植大户以及其它相关部门(如生产资料营销部门等)具有重要的参考价值。

2.3 病虫害信息汇总比较

系统可以对数据进行分类汇总,将抽象的数据以发生统计报告和统计图表两种形式显示给用户。终端用户则可通过选择时间段和病虫害种类来调用相关信息。

发生统计报告可以对全国乃至各省、市、县病虫害发生情况做一个总的统计,也能分别显示所选时段内的发生点数、发生级别、防治情况。除此之外,系统还可以对前一年至 n 年同期数据进行比较,可为研究病虫害的发生与当年种植的品种、天气变化、管理措施等的关系提供依据。系统可精确计算用户所在地与最近病虫害发生点的距离,距离越近,表明病虫害对用户所在地造成的威胁越大,采取预防措施愈加迫切。病虫害统计图是将某病虫害发生点数累计值作为纵轴,将日期作为横轴绘制出来的一张折线图,从图上能够清晰地看出病虫害发生随时间



图 2 疫情实况界面

Fig. 2 Interface of current situation for pest occurrence

的变化情况,对研究病虫害发生规律、制定适宜的防治方法有重要的参考价值。例如,图 3 显示了河北省 2002 ~2005 年同一时期(3 月 1 日至 6 月 11 日)小麦白粉病累计发生点数的统计比较,2003 年前期白粉病发生速率快,而到中后期累计发生点数仅次

于 2002 年,2004 年病害在全省发生缓慢,流行程度轻于其他年份。系统所储存的这些信息可供用户查询,既便于用户通过对年度间的比较指导当前生产,也可以为研究病虫害的发生与气候及品种的关系提供一个数据平台。

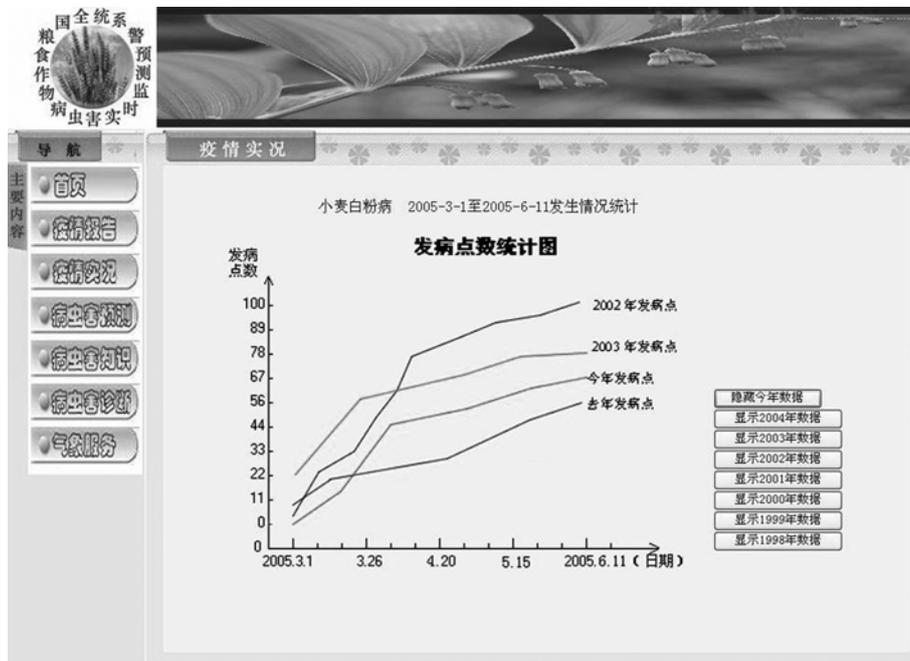


图 3 年度间病虫害发生情况比较

Fig. 3 Comparison figure of disease or pest occurrence among different years

2.4 病虫害诊断及防治决策

除了病虫害实时预警之外,本系统还包括病虫害诊断和防治决策子系统。病虫害诊断子系统可对粮食作物上 60 多种主要病虫害进行诊断,包括两种方式:检索式诊断和图片式诊断,前者是通过病虫害的危害特征进行诊断,后者是利用病虫害危害特征的图片进行诊断,两者相互独立,又能协同工作,成为一个有机的整体。针对目前生产上缺乏实用性决策模型现状,本研究依据专家的经验,设计了小麦白粉病、赤霉病、纹枯病、稻瘟病、稻曲病、马铃薯晚疫病、麦蚜、小麦吸浆虫和玉米螟 9 种重要的病虫害的短期防治决策系统,制定防治决策所依据的条件:(1)作物品种的抗病虫性;(2)邻近地区(50 km 范围内)是否已有该病虫害发生(根据实时预警子系统可进行判断);(3)如本地已发生该病虫害,是否已达到防治指标(系统提供防治指标标准);(4)未来 48 h 天气是否有降雨以及降雨强度(可通过链接的气象服务网站获取此信息);(5)近期(1 周内)是否已采取过防治措施。用户根据以上提问逐项回答后,系统便可做出近一两天是否需要采取防治措施的建议。

3 讨论

各种信息技术的相互融合是未来农业信息化发展的必然趋势^[12]。建立在互联网上的基于 GIS 的农业决策支持系统,与纯粹的软件相比,更具时效性。本系统的建立主要是为广大用户提供了一个信息交流平台,通过观测员的信息上报,系统能以图文并茂的方式为用户展示全国范围内农作物病虫害实时的发生分布信息以及严重危害程度,为领导宏观决策提供依据。同时,系统还可根据天气预报、作物品种抗病虫性、病虫害基数以及以往用药情况,对局部乃至某一田块的有害生物做出短期防治决策,对

县乡技术人员以及种植大户来说具有较强的可操作性。系统的运行可以促进信息的传递、知识的普及,并提高人们对粮食作物病虫害的科学防治水平。

致谢:承蒙中国农业大学沈佐锐教授修改本文,特此致谢。

参考文献(References)

- 1 欧阳迪莎,施祖美,吴祖建,等. 植物病害与粮食安全. 农业环境与发展,2003,20(6): 24-26
- 2 刘书华,王爱茹,邝朴生,等. 面向果园的苹果、梨病虫害防治决策支持系统. 植物保护学报,2000,27(4): 302-306
- 3 杨邦杰,陆登槐,裴志远,等. 国家级农情监测系统结构设计. 农业工程学报,1997,13(1): 16-19
- 4 王海扣,周保华,程遐年. 地理信息系统及其在害虫治理中的应用. 昆虫知识,1997,34(6): 366-370
- 5 Power D J. What is a decision support system. The On-line Executive Journal for Data-intensive Decision Support,1997, 1(3): 1
- 6 曹克强,胡同乐,张凤华,等. 马铃薯晚疫病预警系统的建立. 面向 21 世纪的植物保护发展战略. 北京:中国科学技术出版社,2001,1166-1169
- 7 Ruckstuhl M, Cao K Q, Forrer H R. Validation of the MISP model for the control of potato late blight by means of sporangial movement and leaf disease assessment. PAV Special Report,1999,(5): 155-163
- 8 Cao K Q, Forrer H R, Fried P M. Crucial weather conditions for *Phytophthora infestans*. A reliable tool for improved control of potato late blight. PAV Special Report,1996,(1): 85-90
- 9 Cao K Q, Forrer H R, Ruckstuhl M, et al. An investigation on crucial weather conditions for the infection of *Phytophthora infestans*. Plant Diseases and Their Control. Beijing: China Agricultural Science Press, 2000, 100-105
- 10 曾士迈(主编). 宏观植物病理学. 北京:中国农业出版社,2005,100-105
- 11 曹克强,李冬梅. 地理植物病理学(Geophytopathology)研究进展. 河北农业大学学报,2000,23(2): 66-69
- 12 张素艳,郭天财,肖芬. 小麦病虫害防治专家系统研究进展. 作物研究,2001,15(3): 77-80