

文章编号:1004-4574(2008)06-0036-06

基于 WebGIS 的作物病虫害监测预报系统构建

官彦萍^{1,2}, 黄文江², 潘瑜春², 徐新刚², 刘良云², 王纪华², 阎广建¹

(1. 北京师范大学 地理学与遥感科学学院, 北京 100875; 2. 国家农业信息化工程技术研究中心, 北京 100097)

摘要:基于 WebGIS 的主要农作物病虫害预测预报系统,是综合遥感、气象与病虫害模型知识,集成 WEBGIS、数据库、ASP.NET 等技术建立的全国县级尺度的主要作物病虫害预测预报系统。系统采用 B/S(浏览器/服务器)体系结构,达到了在网络平台对空间数据的发布与共享,实现了病虫害预报模型网络化运行和大面积实时的遥感病虫害专题图发布,提高了用户对作物病虫害信息化预测与管理水平,以期达到高效、大面积防治病虫害的目的。

关键词:作物病虫害;预测预报;WebGIS;遥感专题图;系统设计;系统实现

中图分类号:TP7;S431 文献标识码:A

Construction of a Web GIS-based forecast system of crop diseases and pests

GONG Yan-ping^{1, 2}, HUANG Wen-jiang², PAN Yu-chun²,
XU Xin-gang², LIU Liang-yun², WANG Ji-hua², YAN Guang-jian¹

(1. School of Geography and Remote Sensing Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. National Engineering Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing 100097, China)

Abstract: The Forecasting Crop diseases and Pests System introduced in this paper was a countryside counties-oriented crops' diseases and pests forecasting system formed by integrating the knowledge of remote sensing , meteorologic information, models of diseases and insect pests, and utilizing the technologies of WebGIS, database, ASP.NET , Adopted the Browser/Server architecture, this system could run the model of forecasting diseases and insect pests on the internet and put out large area remote sensing thematic map for diseases and pests at the first time, achieve the goal of providing and sharing diseases and pests information. This system could effectively improve the user's skill in forecasting and management for crop diseases and insect pests, ultimately reach the goal of effective prevention of crop diseases and insect pests in large areas.

Key words: crop diseases and pests; forecasting; WebGIS; remote sensing images; system design; system implementation

我国是病虫害多发的国家,其受灾范围广、程度严重已经对我国国民经济,特别是农业生产造成了重大经济损失。在作物病虫害防治过程中,由于防治不及时、防治措施不当,会导致产量损失和生态环境污染严重。建立基于遥感和病虫害模型的病虫害监测预报系统,实时获取病虫害的有效防治信息,给病虫害预警、

收稿日期:2008-06-21; 修订日期:2008-08-15
基金项目:863 项目(2006AA10Z203,2006AA10A307);国家科技支撑计划项目(2006BAD10A01;2007BAH12B02;2007BAD44B06)
作者简介:官彦萍(1982-),女,硕士研究生,主要从事遥感与地理信息系统研究;通讯作者:黄文江,副研究员,博士,E-mail: yellowstar0618@163.com

防治和损失评估提供空间信息技术支撑,最终实现农业的可持续发展是十分必要的^[1-2]。

WebGIS 是网络时代的地理信息系统,改善了传统地理信息系统的信息获取、分析、共享、与发布,是地理信息系统发展史上的一次革命。WebGIS 系统较之桌面版的 GIS 系统,安装与维护成本大大降低,并借助 Internet 网络,把基于 GIS 的各种应用信息送到千家万户。在技术方面,WebGIS 具有平台的独立性优势,降低了对计算机的软硬件的要求,并可以缓解运算负载的问题^[3]。综合以上 WebGIS 的优势,本系统采用 WebGIS 技术,同时利用数据库技术结合空间数据引擎技术综合管理遥感、气象与病虫害模型、基础空间数据等信息,建立起全国县级尺度的病虫害预测预报系统。系统结合预报模型对以上信息进行空间运算与分析,得到地区或区域的病虫害危险等级,发布区域病虫害等级预报分布、可能蔓延路径、多年同时期病害等级距平分析图等,实时提供给管理者或用户直观、有效、准确的病虫害预报信息,为防治决策提供有力支持,最终达到高效防治病虫害的目的。

1 系统设计

1.1 系统结构设计

本系统选用 B/S 结构的开发模式。把系统建立在广域网上,用户工作界面是通过 WWW 浏览器,主要事务逻辑在服务器端(server)实现,极少部分事务逻辑在客户端(browser)实现,是瘦客户端的。用户不用下载任何软件,就能够使用系统的功能,由于所有的地图及应用程序放在在服务器端,只需对服务器进行维护,大大降低了系统维护的工作量。系统总体架构分为用户层、网络层、应用层和数据层 4 个层次^[4],如图 1 所示。

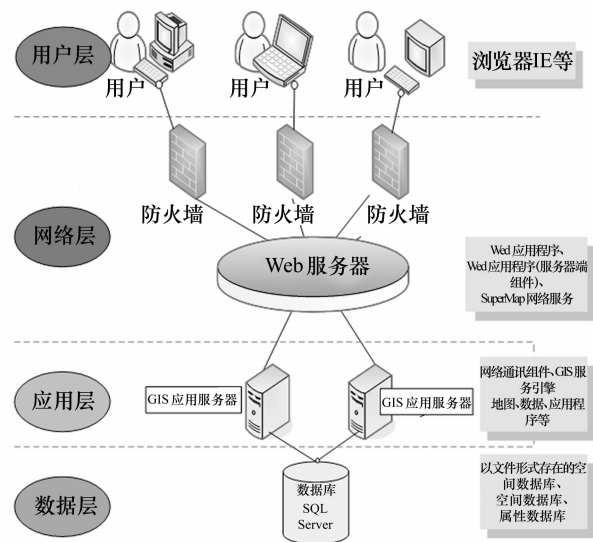


图 1 系统层次结构图

Fig. 1 Hierarchical structure of system

用户层实现用户交互和数据显示;网络层负责把用户的要求解释给应用层和数据层,并回传结果,起到上传下达的作用;应用层是整个平台的核心,该层提供系统访问的接口组件,实现空间数据与属性数据的关联,调用应用程序,获取数据,运算反馈结果;数据层是平台的基础,该层把数据抽象化地存储,并对其维护、更新和管理等,保证数据的完整与安全。

系统的请求处理具体流程如下:用户通过 HTTP 协议发送应用请求,Web 服务器响应到请求,如果该请求不涉及到 GIS 服务,则 Web 服务器调用其应用程序或者服务器端组件运行产生结果,回传给请求客户端;反之 Web 服务器将请求发送到 GIS 应用服务器,由 GIS 应用服务器响应,GIS 服务引擎根据命令,从缓冲管理器中获取结果或者使用 SDX + 存取技术访问空间数据库,进行相应的事务操作,产生动态地图、提供空间查询、空间分析等处理结果,最终以图形图像或者矢量数据流的方式回传给客户端。整个 WebGIS 服务进程中 GIS 服务引擎是处理任务的核心组件^[5]。

1.2 数据库设计

数据的存储与管理是整个系统设计的基础。GIS 数据分为图形数据和属性数据,两者共同完成对地物的描述。针对 GIS 数据特点,系统的空间数据库应以大型关系型数据库为存储容器,采用目前流行的空间数据引擎技术管理和操作,将空间数据和属性数据一体化地存储到大型关系型数据库中,利用标准数据库访问方法访问数据库,管理、维护、获取数据。

1.2.1 数据库结构设计

系统有多种数据源,如图 2 所示。

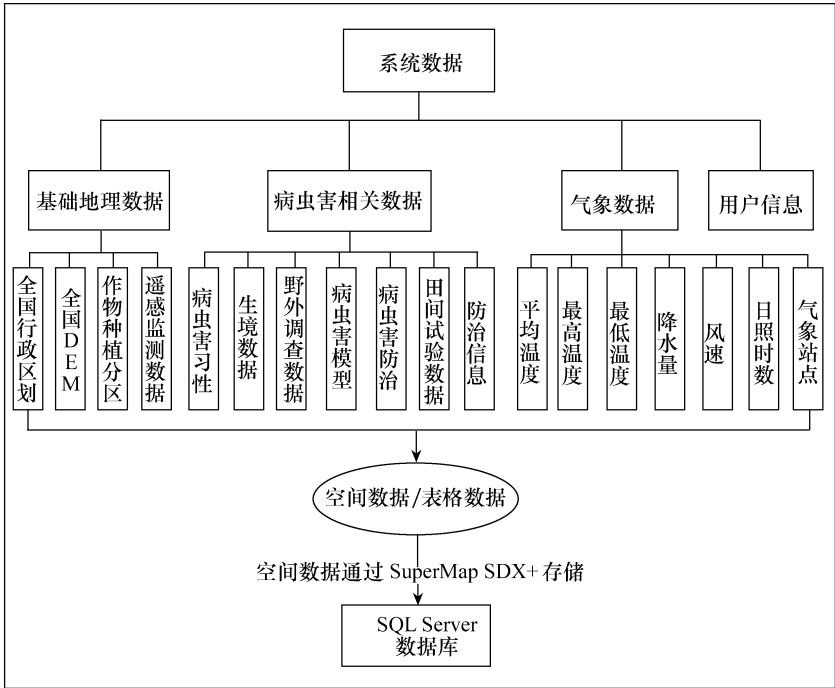


图 2 系统数据库设计

Fig. 2 Design of system database

(1)基础地理数据:基础地图包括全国行政区划(省、县),全国主要农作物种植区、全国 DEM、病虫害遥感监测影像以及遥感监测专题数据等。

(2)病虫害相关数据:主要包括病虫害习性数据、野外调查数据、生境数据、田间试验数据、病虫害预测模型,防治信息等,如详细记录的病虫害种类、危害特征、发育过程、迁飞行为、虫情数据、病虫害发生的土壤、水文、生物条件和野外调查或者田间试验的测量数据等。

(3)气象数据:气象数据是以空气为媒介进行传播的病虫害预测预报的重要参数,单独作为一类提出,以全国气象站点日数据为主,记录日平均温度、最高温度、最低温度、降水量、风速、日照时数等气象信息,并根据需要计算生成月数据、年数据。

(4)用户信息:记录用户注册信息、角色信息以及历史浏览信息等。

1.2.2 空间数据库层次

(1)基础空间信息:包括系统中的基础地理数据、病虫害相关信息、气象数据等。涉及到多种数据源的空间数据以统一的空间坐标系统方法管理,方便各种数据间空间分析、统计、图形切换等操作。

(2)中间空间信息:在基础数据信息基础上,对数据进一步挖掘,获取中间空间信息。

(3)高级空间信息:病虫害预测预报结果,包括专题图和报表等。

1.3 系统功能设计

系统功能整体框架可以划分为三大部分:数据发布、病虫害预报与诊断、系统管理。数据发布是系统设计出发点,发布病虫害预测预报专题图、表、预测报告、防治报告等信息。病虫害预报与诊断是系统的核心功能,一是通过集成专家病虫害预测模型,输入相关的病虫害预报模型参数,计算获得病虫害危险等级;二是建立遥感病虫害反演模型,据此处理遥感监测影像,获得病虫害危险等级分布等专题图。系统管理作为整个系统的基础,包括注册用户的管理,系统数据管理与维护。图 3 是系统功能结构图。

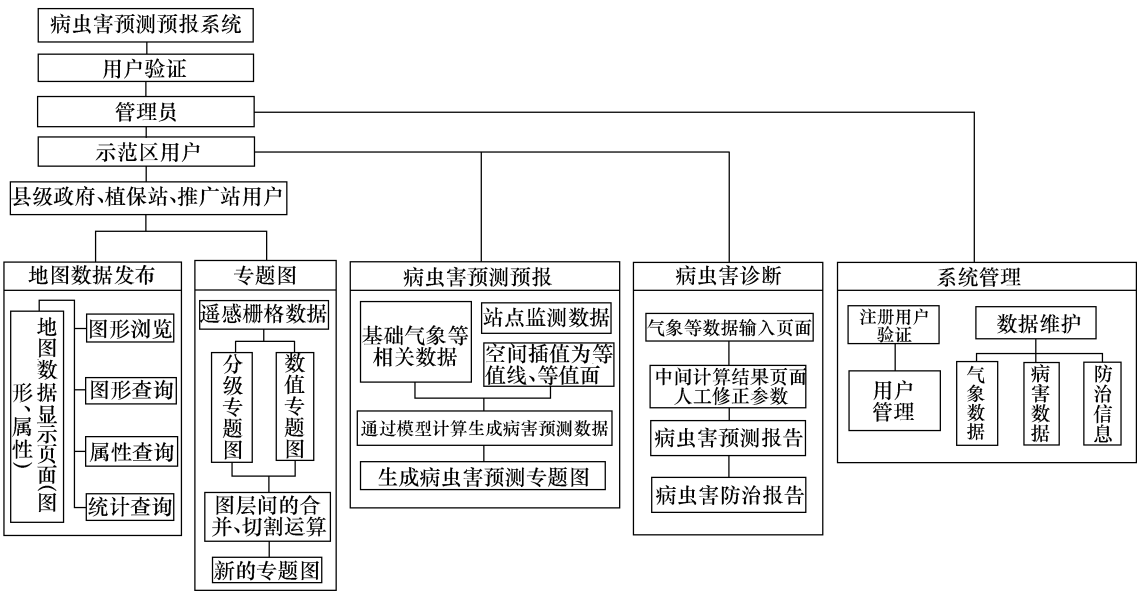


图 3 系统功能结构图

Fig. 3 Framework of system function

2 系统实现

2.1 系统开发环境

(1) 软件环境

服务器选择微软的 Windows 2003 Server 操作系统,SQL Server 2000/2005 数据库,并以 IIS(Internet Information Server)作为 Web 服务器。操作系统和数据库对系统性能有很大影响。经验证,Windows 系统和 SQL Server 是很好组合^[4]。

SuperMap IS. NET 5 是超图公司推出的面向 Internet 的分布式计算技术网络地理信息系统开发平台,面向服务的技术体系结构,并基于组件式理念,具有并发访问能力。系统在基于 .NET 平台的 Microsoft Visual Studio 开发环境下,选择 C#语言进行开发。

(2) 基本的硬件环境

服务器: P4 CPU,1G 以上内存,120G 硬盘。客户机: IE5.0 以上,显示分辨率 800 × 600 和 256 色以上。

2.2 系统实现与应用

用户进行注册登录后,系统提供地图发布中的地图的放大、缩小、平移、全图显示、图形属性信息查询以及空间运算等 GIS 功能,辅助实现病虫害预测预报。系统可划分为以下几个模块:

- (1) 病虫害预测模块
- 实现基于点的病虫害预测预报,集成专家病虫害预测预报模型对用户所注册地区的病虫害危险等级预测。可以实现距平分析功能,即提供用户所预测作物病虫害的年份前十年的病虫害发生等级对比信息,使预报更具有实际指导意义。模型中气象等病虫害相关的参数,在该地区没有监测数据的情况下,可以从系统数据库中查询,通过空间插值的方法插值成等值线、等值面获取,也可以由用户填写获取。
- (2) 区域预测模块
- 实现基于面的病虫害预测预报,对用户所选择的作物、病虫害种类在某种植区中的病虫害危险等级分布,以病虫害分级专题图形式显示。病虫害区域预测功能实现见图 4。该模块通过查询种植区内病虫害的各监测点数据,利用空间插值的方法,获得病虫害预测分级专题图。
- (3) 迁飞预报模块
- 本模块主要针对具有迁飞扩散型的害虫,综合分析害虫的习性、种群空间结构、作物不同生育期以及对虫害的发生发展有所影响的风、降水等外界环境因素,对害虫的传播路径、传播范围、传播速度等态势做出预测^[6],主要通过缓冲区分析的方法实现。
- (4) 遥感评估模块



图 4 病虫害预测预报系统——病虫害区域预测功能实现

Fig. 4 Crop diseases and insect pests forecasting system-realization of region forecast

实时获取遥感监测影像数据,在病虫害的流行病学原理指导下,基于多源、多尺度遥感数据的病虫害监测与预测方法等,应用作物病害的光谱特征建立遥感识别模型,建立小麦、水稻病虫害损失的多时相遥感监测与评估算法,分析得到遥感监测专题数据。

(5)病虫害防治模块

主要发布病虫害预测报告,针对病虫害的预测信息提供防治信息。对常识性的病虫害信息以及防治信息进行普及。

(6)BBS 交流平台

与专家、用户进行交互,完善系统功能与系统模型信息。

此外,系统维护人员以系统管理员身份登录后可进入系统后台管理系统,通过对用户、模型、气象数据、新闻等的管理对系统进行管理与维护。

2.3 关键技术

2.3.1 多源数据的集成整合

本系统数据包括空间数据和表格数据、文档数据、模型数据、多媒体数据等,合理的把多种数据集成整合使整个系统正常运转。空间数据采用空间引擎技术进行集成。该技术采用面向对象的设计方法,将空间数据以数据源为单位组织,定义了一致的数据访问接口和规范。数据源可以以文件方式或者数据库方式实现物理存储,实质就是将数据源中的数据以一系列二维表的形式存储到指定数据库中。数据源包含有矢量数据集和栅格数据集。矢量数据集以数据源-数据集-空间要素的等级概念体系存储,实现图形数据和属性数据一体化存储,解决了传统空间数据存储方式在并发控制,数据一致性方面的缺陷^[7]。栅格数据集支持多种存储的格式如影像数据集、GRID 数据集、DEM 数据集、ECW 数据集和 MrSID 数据等^[8]。表格数据使用关系数据库进行管理,并用 ID 属性等和空间数据建立关联。文档数据、模型数据可以存储成 XML 文档,多媒体数据依据记录和解释类型信息提取显示数据^[9]。

2.3.2 预测结果可视化技术

病虫害预测预报结果以多种可视化技术给出:以 HTML 表格形式回传给用户,显示经过预报模型计算得出病虫害的危险等级;绘制专题图,显示区域的病虫害危险等级分布;多时期距平分析功能提供病虫害危险等级对比;新闻方式发布病虫害预报以及防治措施信息;发布多媒体数据,增加用户对病虫害认识的立体真实感。以多种可视化表现形式发布病虫害预报信息,增加用户的对病虫害及其防治的认识,有利于合理开展病虫害防治。

2.3.3 专家预测模型集成技术

病虫害预测预报模型是进行病虫害预测预报的关键。系统模型库以经典的专家农业气象模型为主,同

时兼顾其他类型模型。目前系统中主要有小麦、大豆、玉米、水稻四种作物的病虫害预测模型,其中一种作物病虫害可能记录有多种预测预报模型。由于各个病虫害预测模型有一定的时空适用性范围,为了保证预测结果的准确性,系统对模型的管理采用灵活的管理方式。即系统提供一部分病虫害预测预报模型,用户可以根据当地情况选用系统提供模型,也可以输入提交更为贴合当地特点的预测模型,通过审核后,调用该模型进行预测。选用系统自带模型,用户也可以对模型各种参数本地化设置。

2.3.4 WebGIS 环境下复杂空间分析技术实现

空间插值方法是处理数据缺失问题的关键技术。根据系统中数据挖掘及模型驱动需求,找到一种相对适用而且便于运用的方法极其必要的。在系统的运行速度及病虫害预报精度的要求下,系统选择计算简单,反映数据影响因素的改进的距离反比法^[10]。

距离反比法是以插值法与样本点间的距离为权重的一种加权平均方法。改进的距离反比法,考虑到空间因素如经纬度、高程、样本点分布对插值点的影响,提出权重由距离的 P 次方反比给出^[11],见式(1)。算法流程为:(1)预测区域网格化处理;(2)设置插值搜索的最大半径与参与计算的最少已知点数;(3)用改进单纯性法对 P 值进行估计;(4)计算缺失数据点与已知数据点距离;(5)根据下式计算得到缺失数据点:

$$Z = \sum_{i=1}^n \frac{Z_i + |X - X_i| C_x + |Y - Y_i| C_y + |E - E_i| C_e}{(D_i)^P} \bigg/ \sum_{i=1}^n \frac{1}{(D_i)^P}$$

(1)

其中, Z 是数据缺失点计算值; $Z_i(i=1,\cdots,n)$ 是样本点值; n 为样本点个数; D_i 为数据缺失点与样本点间的距离; P 是待定参数,距离的幂; X 和 X_i , Y 和 Y_i 分别为插值点与样本点的 X , Y 坐标值; E 和 E_i 为样本点平均值与 X , Y 和海拔高度的回归系数。

2.3.5 多级缓存技术

系统采用的是瘦客户端形式,主要的应用都在服务器端进行,提高系统的响应速度及执行效率极其必要。SuperMap IS. NET 的多级缓存结构,加快访问速度,减少服务器负担^[5]。在服务器端,用户提交的请求经过 ASP. NET 页面处理器工厂时首先查找动态程序集缓存区,如果可以找到缓存的程序集对象,则直接传送到 GIS 应用服务器,省略了解析页面这一步。在 GIS 服务引擎根据命令运行各项事务以前,先与缓存管理器进行交互,如果当前操作可以利用缓存管理中已经存在的结果,直接返回结果;否则,在后续的操作中,将操作结果提交缓存管理器,以便下次操作提供缓存。

3 结语

本文介绍的病虫害预测预报系统是基于 WebGIS,集成 ASP. NET 技术、数据库技术、遥感技术等于一体的业务化运行系统。可实时为管理者或用户提供直观、有效、准确的病虫害预报信息,为防治决策提供有力支持。通过在相应示范区的测试并试运行,系统取得了良好的效果。系统下一步需要改进的方面是:进一步优选空间插值算法模型,以期在病虫害预报地图显示以及预报精度上提高;病虫害预测预报的模型在建立、搜集、验证以及模型的时空适应性加以验证,加入病虫害的机理模型,最终提高病虫害的预测预报信息的可靠性,完善系统。

参考文献:

[1] 陈志刚. 基于 GIS 的病虫害查询预报预测系统的建立及其在麦蚜迁飞研究中的应用[D]. 北京:中国农业大学,2004.

[2] 姜燕. 主要农作物病虫害气象预报方法研究[D]. 北京:中国气象科学研究院,2007.

[3] 伏玉琛,周润汝. WebGIS 的新技术[J]. 计算机工程, 2004,30(3):19-21.

[4] 张胜,康志伟. 基于 .NET 技术的 WebGIS 系统的设计与实现[J]. 计算机工程,2006,32(15):106-108.

[5] 北京超图地理信息技术有限公司. 理解 SuperMap IS. NET[Z]. 北京:北京超图软件股份有限公司,2006.

[6] 周强,张润杰. 基于 WebGIS 的稻飞虱灾害预警系统初步研究[J]. 中山大学学报,2004,43(1):67-69.

[7] 朱志伟,刘书雷,李军. 一种基于 OracleSpatial 的 WebGIS 实现方法[J]. 计算机工程,2004,30(2):98-100.

[8] 北京超图地理信息技术有限公司. SuperMap SDX+ 技术白皮书[Z]. 北京:超图软件股份有限公司,2006.

[9] 冯文钊,彭立芹,张宏,闫国年. 基于 .NET 平台和 Web Service 方式的 WebGIS 系统集成[J]. 计算机工程,2004,30(21):64-66.

[10] 李新,程国栋,卢玲. 空间内插方法比较[J]. 地球科学进展,2000,15(3):260-265.

[11] 邓慧华,洪伟,吴承祯,等. 福建省降水空间模拟模型研究[J]. 福建林学院学,2007,27(2):109-113.