

基于 WebGIS 的稻飞虱灾害预警系统初步研究*

周 强, 张润杰

(中山大学生物防治国家重点实验室/昆虫学研究所, 广东 广州 510275)

摘 要: 以 ArcGIS8.1 系列作为组建 WebGIS 数据库及进行时空分析的基本软件平台, 介绍了 WebGIS 的工作原理、技术支持标准、体系结构和数据库建库的方法。根据稻飞虱历史资料, 分别建立了空间及属性数据库, 应用该数据库可以对稻飞虱种群动态进行时空分析。最后给出了广东省稻飞虱灾害预警信息系统的初步应用实例。

关键词: 稻飞虱; 网络地理信息系统; 灾害预警系统

中图分类号: S431 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2004) 01-0067-03

稻飞虱广泛分布于亚洲的热带、亚热带和温带地区, 包括南亚次大陆、东南亚、太平洋诸岛屿以及澳大利亚, 是主要的水稻害虫之一^[1]。稻飞虱种群有着非常复杂的空间结构, 是一种大范围迁飞性昆虫, 因受气流、地形和距离等环境异质性的影响, 迁飞种群在降落稻田时带有一定的随机性; 而新迁入种群也因繁殖和产卵等习性使得其后代的空间分布带有一定的结构性^[2,3]; 同时由于种群的密度效应和水稻不同生育期的营养变化, 导致稻飞虱种群的空间结构存在随机性和偶然性的成分, 从而给该虫的预警工作带来巨大困难。稻飞虱综合治理首先要求掌握稻田生态系统中稻飞虱种群动态的规律, 能正确综合利用各种有关资料和信息作出科学决策, 因此, 生产实践对稻田中稻飞虱种群结构及动态的认识、快速及时处理分析数量庞大的资料和信息并作出科学决策的能力, 提出了更高的要求。近年来病虫害监测和测报的信息化研究, 已成为生物学、地理学、环境学和计算机等学科交叉研究的热点, 并已开发了一些害虫测报管理信息系统, 如粘虫、稻飞虱以及其它水稻害虫管理系统^[4-8]。但是, 上述系统主要从事常规环境和生物监测数据的录入与处理。由于缺乏大型网络级数据库支持, 不具备对属性信息(气象和害虫数据)和空间数据(环境监测数据的地理空间分布及表达)的管理功能, 不能对原始观测数据、模型分析数据进行空间管理和分析。提供不了足够的有实际利用价值的预警信息。地理信息系统(geographic information system, 简称 GIS)是一门新兴的边缘科学技术,

是表达、处理及应用与地理分布有关的专业数据的技术。采用互联网 GIS 技术(WebGIS), 可以有效地满足对大数据量的害虫信息的分布式管理、快速传输和查询处理等要求。WebGIS 系统借助于对历史资料的空间分析处理, 就可能预测出病虫害的蔓延趋势; 通过 WebGIS 结合空间数据模型的分析处理, 可给出农作物病虫害的发生图、分布图及可能蔓延区图, 为防治虫害提供及时、准确、直观的决策依据。本文通过利用 WebGIS 技术结合空间数据分析模型, 建立基于互联网 WebGIS 的稻飞虱灾害预警专家系统的基本框架, 并给出一个基于 WebGIS 平台的预警应用实例。

1 系统目标

建立基于互联网 WebGIS 的稻飞虱灾害预警专家系统的主要目的: ①制定生物数据、地理数据和气象数据的标准和规范; ②实现图形数据的管理、查询与分析统计功能等; ③建立专家库和空间数据分析模型库, 实现专家分析和决策支持功能, 实现以 WebGIS 为核心的虫害预警系统, 为稻飞虱综合防治提供预警信息和决策依据。

2 总体设计

2.1 平台选择

系统选用 GIS 主流平台 ESRI 产品中的 ArcGIS8.1 系列为系统开发平台。该系列具有广泛的应用领域和开放的系统结构, 并为系统将来的发展和升级提供了方便。

* 收稿日期: 2003-03-07

基金项目: 国家“973”资助项目(G2000016210); 国家自然科学基金资助项目(39970475); 广东省自然科学基金资助项目(001255, 960037)

作者简介: 周强(1968年生), 男, 博士, 副教授; 通讯联系人: 张润杰; E-mail: ls11@zsu.edu.cn

在开发平台的选择上, 选用 Microsoft 公司的 Visual C++, Visual Basic、Visual InterDev 作为开发平台, 其中基于 GIS 的功能和系统界面主要在 Visual Basic 环境下开发, 决策支持系统的模型分析主要在 Visual C++ 环境下以 COM 方式开发, 在 Visual Basic 环境下调用。这样不仅利用了 VB 的开发周期短、易于维护、方便开发人员和系统管理人员对程序的升级和修改等特点, 而且也可以解决在建模和模型分析等复杂计算上 VB 的不足。Visual InterDev 则可作为后期 WEB 开发的工具。在系统结构上, 使用 B/S 和 C/S 结合的方式, 通过使用 MO、ArcSDE、ArcIMS 实现数据安全和数据共享的统一。B/S 部分将预留接口, 为将来进行系统的网上发布做好准备。

2.2 数据库设计

2.2.1 数据库结构 本系统的数据库用 Oracle8i + ArcSDE8.1 的配置, 设计充分考虑到其开放性、安全性和可扩展性。在图形数据和属性数据的处理上, 采取图形数据和属性数据统一存放和管理, 图形数据通过 SDE 连接, 属性数据通过 ODBC 连接的方式。图 1 表示系统数据库总体设计结构。

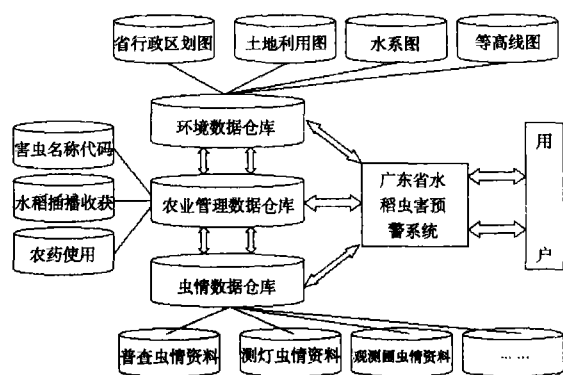


图 1 系统数据库组成及逻辑关系

Fig.1 Database components and their logics

2.2.2 属性与空间数据库 属性库包括广东省稻飞虱田间普查资料、观测圃资料和灯诱资料（来源于各级别测报站）、相关的气象资料（来源于气象局）、耕作制度（来源于农业厅）等。空间数据库系统空间数据使用 SHP 文件格式。空间数据主要包括 3 部分, 即基础图、专题图和预警图。基础图包括广东省政区图、道路、河流、高程等, 直接由数字化产生。专题图是按照一定的目的, 由基础地图归纳或模拟生成, 包括广东省政区图、土地利用、土壤类型、水系图、气象图和耕作制度图等。预警图建立在专题地图和模型分析结果的基础上, 通过空间分析综合生成, 用于指导害虫的管理, 如

通过叠置操作或空间分析产生的稻飞虱高风险发生区图。

2.3 系统基本功能

2.3.1 WebGIS 基本模块

(1) 数据管理: 在系统数据调用方面, 除了支持 SDE 数据、本地数据 (ESRI Shapefile 格式、ESRI Coverage 格式、GRID 格式、VPF 格式以及标准图像格式) 的图形数据调用外, 还提供 CAD 格式数据的调用功能。

(2) 数据输出: 提供将当前视图以 EMF、BMP、JPG 格式输出, 以及将当前视图输出到剪贴板、打印输出。

(3) 查询统计: 通过图形属性互访, 点取地图上的实体, 可以查看与之相关的属性。

(4) 空间分析方面: 缓冲区分析可以提供诸如“距离某地 10 公里范围内发生虫害的面积”等分析功能。叠加分析提供多种点、线、面的叠加分析功能。

2.3.2 预测分析模型 系统除具备上述的基本 GIS 空间管理功能外, 开发的专业模型库管理提供对模型库的更新、修改等操作。模型分析调用模型, 输入相关参数, 得到分析结果; 根据模型分析结果进行决策, 并将结果以报表和图形相结合的方式输出。主要的分析工具为地统计学, 为了获得未知点或未知区域的最佳估计值, 地统计学提供了一个局部估计方法—克立格 (Kriging) 法^[9,10], 这种方法的依据是: 由于任何地质、土壤、水文等区域性特征变量过于杂乱, 不能用平滑数学函数进行模拟, 但能用随机表面给予恰当的描述。该方法的内插过程是: 首先探查区域化变量的随机状态, 然后模拟这些变量的随机状况, 最后用前两步产生的信息估计内插值的权因子。

3 系统应用实例

数据来源为广东省农业厅植保总站提供的 1997 年度全省各县褐飞虱发生情况数据。以 10 月 20 日调查数据为主, 其数据代表北方稻区褐飞虱回迁南方后的第二繁殖代种群密度, 同时也是褐飞虱在晚稻田中的主害代。模拟预测的飞虱密度分布平均值为 864.2 头/百丛, 标准误差为 9.543。粤东地区褐飞虱发生密度较轻, 珠江三角洲地区褐飞虱发生程度最轻, 小于 450 头/百丛。褐飞虱发生严重的地区集中在粤西南, 以两个地区为核心, 其中一个以东经 112°, 北纬 22.38°为中心, 包括阳春北部、恩平、阳东和云浮的新兴等地, 另一个以东经 110.66°, 北纬 22.09°为中心, 包括茂名的化州、高

州、电白, 以及整个湛江地区, 褐飞虱发生的密度均在 2 300 ~ 3 600 头/百丛之间。晚稻褐飞虱主害代种群密度分布插值模拟的最高密度为 3 660.7 头/百丛, 对该世代褐飞虱密度分布地图进行 5 级再分类, 即可以生成不同密度梯度的褐飞虱发生风险专题地图, 并可分析风险发生范围和实际面积等。

系统具备有连结各级测报站以及相关的科研单位的网络 GIS 系统, 可以实现害虫发生动态的网上实时监测、趋势预测、数据与信息的共享和及时更新, 能及时预测虫害风险, 最大限度地降低害虫的危害。由于工作量的关系, 目前系统数据库资料不完备, 只能对害虫发生风险进行预警, 还无法对由虫害引起的经济和社会损失进行评价。

4 远期规划

在已经建立的 WebGIS 数据库基础上进一步完善决策支持系统, 开发预警专家系统平台, 扩展系统的功能范围。将数据库与其它的功能模块相耦合, 比如结合卫星遥感系统 (RS) 和全球定位系统 (GPS) 以获得更丰富、更准确和更及时的数据信息。其次, 将数据库、预测模型与专家系统耦合, 对害虫的区域性预警、灾害评估与智能决策进行综合预测, 实现空间背景下虫害的预警和管理。

尽管本系统目前仅应用于稻飞虱, 但系统中的地理空间、气象和农业耕作制度等数据可以应用于同一区域的其它害虫, 如果补充其它害虫的调查数据, 则该系统可以成为管理水稻主要害虫的预警系统, 并作为基本管理工具应用于各个测报站、相关

的科研或决策部门。

参考文献:

- [1] 汤金仪, 胡伯海, 王建强. 我国水稻迁飞性害虫猖獗成因及其治理对策建议[J]. 生态学报, 1996, 16(2): 167 - 173.
- [2] 朱绍先, 邬楚中, 杜景佑. 稻飞虱及其防治[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1984.
- [3] 巫国瑞, 俞晓平, 陶林勇. 褐飞虱和白背飞虱灾害的长期预测[J]. 中国农业科学, 1997, 30(4): 25 - 29.
- [4] 闫宏娟, 李典谟, 谢宝瑜. 河北省棉铃虫地理信息系统的设计与建立[J]. 昆虫知识, 1999, 36(3): 174 - 177.
- [5] 程家安, 陈闽桂, 祝增荣, 等. 褐飞虱治理计算机决策支持系统[J]. 浙江农业大学学报, 1990, 16(2): 120 - 133.
- [6] HU Q S, ZHANG X X. ESRICE: An expertsystem formations of rice pestinsects design and implementation[J]. Chinese J Rice Sci, 1993, 7(3): 159 - 166.
- [7] 王正军, 程家安, 李典谟. 稻二化螟地理信息系统数据库的设计与组建[J]. 昆虫学报, 2001, 44(4): 525 - 533.
- [8] LIEBHOLD A M, LUZADER E, REARDON R, et al. Use of a geographic information system to evaluate regional treatment effects in a gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) management program[J]. J Econ Entomol, 1996, 89(5): 1192 - 1203.
- [9] 周强, 王建武, 张润杰. 景观生态学中空间数据的模拟和显示方法概述[J]. 应用生态学报, 2001, 12(1): 141 - 144.
- [10] LIEBHOLD A M, LUZADER E, REARDON R, et al. Forecasting gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) defoliation with a geographic information system[J]. J Econ Entomol, 1998, 91(2): 464 - 472.

Studies of WebGIS-Based Warning Information System of Planthoppers Disaster

ZHOU Qiang, ZHANG Run-Jie

(State Key Laboratory for Biocontrol & Institute of Entomology, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: Development of WebGIS-based warning information system of planthoppers disaster is a significant work in rice insect pest control. Based on the principle of WebGIS database, ArcGIS8.1 was used to design and develop warning system for planthoppers in Guangdong Province, which was also used as a analytical platform to predict the spatial-temporal fluctuation of planthopper population. The principle of WebGIS, technical supporting standard, systematical structure and methods of creating database and spatial analyzing modes were described in details. A database including spatial and corresponding attribute sub-database was constructed based an history records. The warning system will provide great assistance for pest managers in spatio-temporal analysis, besides its basic database management functions such as data inputting, outputting, editing and querying. An example of WebGIS-based system was presented for planthopper management in Guangdong Provincial.

Key words: planthoppers; WebGIS; warning system