

基于 WSN 的农作物病虫害预测系统研究

王兴旺^{1,2}, 张武¹

(1. 上海大学 计算机工程与科学学院, 上海 200444; 2. 上海农林职业技术学院, 上海 201699)

摘 要:在无线传感网络及病虫害预测研究基础上,设计了回归模型病虫害预测方案,并对回归模型进行了改进,提出了 IRM 病虫害预测模型。该模型进一步提高了预测精度,完成了病虫害预测系统的研制开发,系统完成后在上海孙桥现代农业园区进行了应用。结果表明:系统可根据病虫害数据自动生成模型方程,对于农作物病虫害的发生可进行有效预测预报。该系统的应用对于减免农作物病虫害发生、促进农业生产具有实际意义。

关键词:无线传感网络;农作物病虫害;预测

中图分类号:TP 399 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)09-0204-04

农作物病虫害问题是农业生产过程中的难题,一直以来是制约高产、优质、高效农业可持续发展的主导因素之一。据联合国粮农组织估计,世界粮食产量常年因虫害损失 10%,因病害损失 14%,我国是世界农业大国,每年因病虫害造成的损失与上述的统计大致相当。2005 年的褐飞虱发生特大灾害,造成长江中下游地区 667 万 hm^2 的田块发生枯倒,造成约 300 万 t 稻谷的损失,直接经济损失约为 40 亿元^[1]。

鉴于农作物病虫害防治的重要性,国内外众多专家学者围绕这个问题进行了深入研究。近些年来,美国一些大学和研究部门应用系统工程方法来研究病虫害发生与防治问题,取得了很大进展,主要是应用计算机,特别是地理信息系统的应用,能够把年度间的资料信息,不同地域间的资料信息,包括气象资料、农作物品种抗性、有益有害生物资料、生态变化等信息集合在一起进行分析处理,找出数学模型,对病虫害的发生作出预测,对将要采取的防治措施进行评价,进而科学地指导生产。密歇根州立大学昆虫系 STUSRT GAGE 博士在这方面进行了深入的研究,建立了先进的实验室,研究出了当地一些病虫害发生预测模型,并把它输入因特网中,免费供农场主查寻,大大方便了生产。国内的学者罗菊花等^[1]初步建立开发了基于 GIS 的农作物病虫害预警系统,应用了含有 3 个自变量的回归模型;刘明辉等^[2]研制了农业病虫害预测预报专家系统,采用了专家

经验预测方法;张谷丰等^[3]对基于 Web GIS 的农作物病虫害预警系统做了深入的研究,采用了中长期预报模型;李丽等^[4]将径向基函数网络与 Web GIS 进行融合对苹果病虫害进行预测,张竞成等^[5]对作物病虫害进行遥感监测;王兴旺等^[6]研制出了南汇水蜜桃决策支持系统,建立了双向推理机制来对病虫害进行决策。

目前农业专家学者大多是调用一些现有的病虫害预测模型对病虫害进行预测,对病虫害预测模型本身并没有太多关注和研究,关于病虫害预测模型的创新和改进也鲜有报道,特别是病虫害的预测精度和准确性问题是关系到农业生产的关键问题。现对病虫害预测模型进行了较深入的研究,与来自国内外的建模专家经过了多次讨论,提出了 IRM 病虫害预测模型,进一步对病虫害的预测精度和准确性进行了提升,系统完成后在上海孙桥现代农业园区进行了应用。

1 系统总体结构设计

首先对农作物病虫害预测进行需求分析,通过用户对系统的要求以及系统应具备的功能来选择适用可行的病虫害预测模型,并对预测模型进行改进,提高预测精度和有效性,然后根据模型中的参数进行数据库的构建与实现,并构建所需的各种模块来实现系统的各种功能;最后进行数据库与系统的调试,并通过实例应用来分析系统的运行效率,其总体结构设计如图 1 所示^[1]。

主要功能模块说明包括,1)气象因子采集:登陆后选择区域节点,根据节点显示农作物气象因子,并以折线图可视化显示。2)病虫害预测建模:根据气象因子的组合推测病害种类,选择历史相关数据存入数据库中并显示出来,以此历史数据建立 IRM 病虫害预测模型并得出结果显示。3)病虫害风险预测:再次将气象因子的变化以折线图可视化显示,并根据“病虫害预测建模”得出的模型以实时气象因子对作物的发病概率计算,做出

第一作者简介:王兴旺(1978-),男,河南开封人,博士,副教授,现主要从事数字农业等研究工作。E-mail:gpguiping@163.com.

基金项目:上海市科委重点资助项目(10510500600);上海市重点学科建设资助项目(J50103);上海松江软课题资助项目(KY3-0300-15-02);上海市特色校建设资助项目(C603)。

收稿日期:2016-01-29

风险预测,并将实时数据与预测结果存入数据库中作为历史数据。4)病虫害防治决策:可视化显示预测的结果,并根据预测得出的结果实时的根据每个阈值给出相应的防治措施。

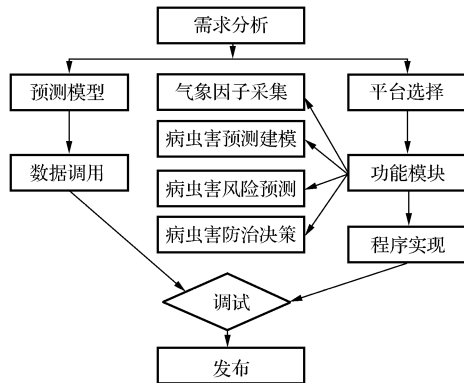


图1 总体结构图

2 关键技术与实现

2.1 IRM病虫害预测模型

设计用回归模型对农作物病虫害进行预测预报,模型设计如下:

设因变量 Y , 自变量 $X_1, X_2, X_3, \dots, X_p$, 得到 n 组独立的观测数据: $(Y_i, X_{i1}, X_{i2}, X_{i3}, \dots, X_{ip}), i=1, 2, 3, \dots, n$ 。它们之间有如下关系:

$$\begin{cases} Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_p X_{ip} + \epsilon_i, i = 1, 2, 3, \dots, n \\ E(\epsilon_i) = 0, \end{cases} \quad (1),$$

$D(\epsilon_i) = \sigma^2, \epsilon_1, \epsilon_2, \dots, \epsilon_n$ 相互独立。

式(1)称为式多元线性回归的数学模型。在许多种情况下,可假设式(1)称为式多元线性回归的数学模型。在许多种情况下,可假设

$$\epsilon_i \sim N(0, \sigma^2), i=1, 2, 3, \dots, n;$$

模型(1)可以写成矩阵形式:

$$Y = X\beta + \epsilon \quad (2),$$

其中 $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)T, \beta = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p)T,$

$$\epsilon = (\epsilon_1, \epsilon_2, \dots, \epsilon_n)T,$$

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{np} \end{pmatrix}$$

方程 2 的最小二乘解为:

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (3),$$

Y 关于 X 的多元回归方程为:

$$\hat{Y} = X\hat{\beta} \quad (4).$$

在回归模型设计过程当中,课题组尝试对回归模型 $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_p X_{ip} + \epsilon_i$ 不断进行改进,经过试验 $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_p X_{ip} + \epsilon_i + \omega_1 Y_{i-1}$ 的预测精度可进一步提高,其中 $\omega_1 Y_{i-1}$ 为过去项,对改进的回归模型称之为 IRM 病虫害预测模型。

2.2 部分程序实现

利用矩阵类来实现算法的部分代码:

```
public static Matrix operator+(Matrix matrix1, Matrix
matrix2)
{
    int matrix1_Rows=matrix1.Data.GetLength(0);
    int matrix1_Columns = matrix1.Data.GetLength
(1);
    int matrix2_Rows=matrix2.Data.GetLength(0);
    int matrix2_Columns = matrix2.Data.GetLength
(1);
    if ((matrix1_Rows!=matrix2_Rows)|| (matrix1_
Columns!=matrix2_Columns))
    {
        throw new Exception ("Matrix Dimensions
Don't Agree!");
    }
    double[,] result = new double[matrix1_Rows,
matrix1_Columns];
    for (int i=0;i<matrix1_Rows;i++)
    {
        for (int j=0;j<matrix1_Columns;j++)
        {
            result[i,j]=matrix1.Data[i,j] + matrix2.Data
[i,j];
        }
    }
    return new Matrix(result);
} //实现加法计算。
```

3 系统应用

系统完成后在上海孙桥现代农业园区进行应用,该园区农作物种植品种和试验条件非常充沛。用户进入系统,当选择完大棚编号之后,会出现相应气象因子的传感器。如图 2 实时数据显示中 001~005 号设备。其中 001~004 号设备各采集 1 个气象因子并显示,005 号设备整合了之前所有气象因子并以折线图显示。

将病虫害历史数据导入到系统中,例如导入枣锈病的历史数据,点击“计算并保存模型”按键,经过线性回归方程所计算出的枣锈病计算模型便会显示在后面的文本框中,保存。如图 3 显示模型方程计算结果。

点击“开始预测”按键之后,根据之前所得出的模型方程对相应的气象因子实时数据开始计算并存入数据库中,并且以折线图的形式可视化显示出来。如图 4 风险预测可视化显示所示。

进入病虫害防治决策模块后,系统会根据当前气象因子和时间计算出病虫害的发生概率,发病概率折线图如图 5 所示。图 5 中为 0.6 的提醒值及 0.8 的警告值。当风险预测得出的发病概率达到 0.6 时,会有一个对应

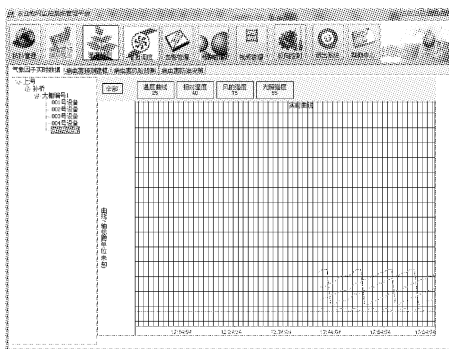


图2 实时数据显示



图3 显示模型方程

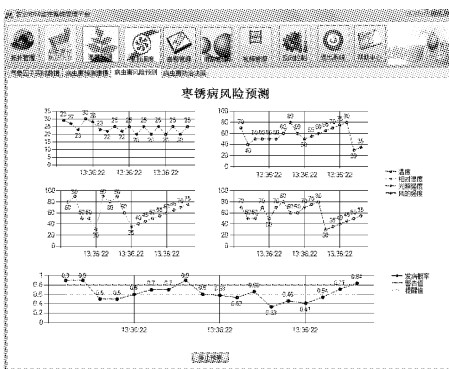


图4 风险预测可视化显示

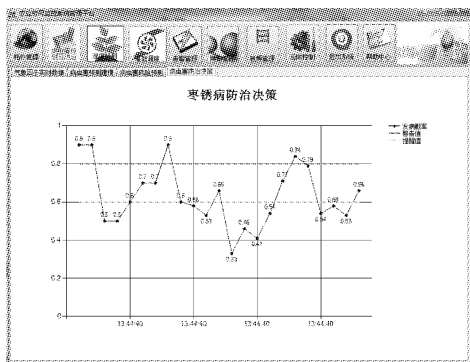


图5 发病概率折线图

的提醒处理措施决策框弹出,如图6提醒框所示;当风险预测得出的发病概率达到0.8时,会有一个对应的警告处理措施决策框弹出,如图7警告框所示。

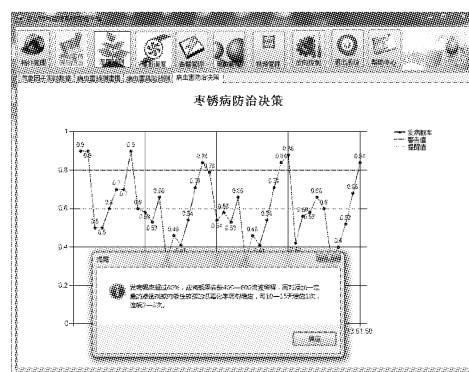


图6 提醒框

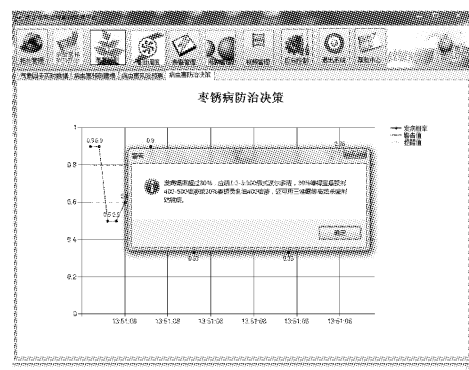


图7 警告框

系统可根据温度、相对湿度、光照强度、风的强度等气象因子给出相应农作物的病虫害发生概率,经过与实际数据进行比对,较常见模型误差更小,系统基本能够根据气象因子对农作物病虫害进行较准确预测预报,并给出防治方法,系统的应用对于农作物病虫害的预防有重要意义,从一定程度上弥补了农业专家短缺问题。

4 结论与讨论

该研究从农作物种植过程中农作物病虫害防治实际需求出发,开发了基于无线传感网络的病虫害预测系统,系统中的无线传感器可自动采集温度、相对湿度、光照强度、风的强度等气象因子信息。该系统可根据农作物病虫害历史数据自动生成模型方程,根据当前气象因子对农作物病虫害进行实时预测和预报,对于极有可能发生的病虫害给出提醒和警告,并在系统中给出防治方法。将设计的回归模型应用到病虫害预测中,并经过反复试验与讨论对回归模型进行了改进,提高了预测精度。下一步的研究重点是:1)对改进模型继续研究,争取能够在预测精度方面再有所突破,达到领先水平;2)加强系统的应用工作,使系统在实际过程当中逐步改进和完善功能,踏踏实实服务于农业生产,争取在一定范围内进行推广。

参考文献

- [1] 罗菊花,黄文江,韦朝领,等.基于GIS的农作物病虫害预警系统的初步建立[J].农业工程学报,2008,24(12):127-131.
- [2] 刘明辉,沈佐锐,高灵旺,等.基于Web GIS的农业病虫害预测预报专家系统[J].农业机械学报,2009,40(7):180-186.

基于物联网的日光温室智能监控系统设计与实现

韩 毅, 许春雨, 宋建成, 施苗苗

(太原理工大学 煤矿电气设备与智能控制山西省重点实验室, 山西 太原 030024)

摘 要:针对我国北方地区日光温室环境调控水平落后、运行管理依赖经验、网络化程度低等问题,设计并开发了一种基于物联网的日光温室智能监控系统。系统以全面感知、可靠传输和智能处理 3 层体系为基本设计构架,采用集中控制结合现场控制的分布式控制策略,提出了集滞环控制、时间控制和智能控制于一体的控制方法,以 LabVIEW 软件为开发平台设计了多温室分布式控制的集中监控界面及管理决策软件,实时监测记录温室大棚内外各类环境参数,自动控制执行机构动作,实现温室大棚的智能化控制、精准化运行和科学化管理。系统运行表明,系统数据采集准确、数据传输稳定、环境因子调控可靠,可满足日光温室的现代化管理需求。

关键词:物联网;日光温室;分布式控制;变结构模糊控制

中图分类号:S 24;TP 277 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)09-0207-04

近年来,我国设施园艺发展迅速,截至 2012 年,我国设施园艺面积约为 406 万 hm^2 ,日光温室和塑料大棚约

第一作者简介:韩毅(1990-),男,硕士研究生,研究方向为设施农业智能控制技术。E-mail:yih2009happy@163.com.

责任作者:许春雨(1970-),男,博士,副教授,硕士生导师,现主要从事智能控制技术与电力电子变换技术等研究工作。E-mail:xuchunyu@tyut.edu.cn.

基金项目:山西省科技厅重大专项资助项目(20131101029);太原市科技支撑新农村建设资助项目(120157)。

收稿日期:2016-01-29

为 230 万 hm^2 ,居世界首位^[1]。日光温室是我国独有的技术,因其具有采光、保温性能好,设备投入低,运行费用少等优点,在我国北方地区得到广泛应用。随着我国农业现代化进程的加快,传统日光温室的运行管理模式逐渐显现出不足:环境调控水平落后,多依赖人工管理,自动化、智能化水平不足;设备控制多针对单体日光温室,人机交互性差,缺乏对温室群的集中监控^[2-3]。

物联网是综合信息传感元件、传感网、互联网和智能信息处理的新一代信息技术,在农业领域具有广泛应用。以物联网为技术框架的温室大棚智能监控系统对

[3] 张谷丰,朱叶芹,翟保平,等.基于 Web GIS 的农作物病虫害预警系统[J].农业工程学报,2007,23(121):176-181.

[4] 李丽,李道亮,周志坚,等.径向基函数网络与 Web GIS 融合的水果病虫害预测[J].农业机械学报,2008,39(3):116-119.

[5] 张竞成,袁琳,王纪华,等.作物病虫害遥感监测研究进展[J].农业工程学报,2012,28(20):1-11.

[6] 王兴旺,金宝华,孙修东.南汇水蜜桃决策支持系统研究[J].安徽农业科学,2010,38(10):5480-5491.

Research on Crop Diseases and Insect Pests Forecasting System Based on Wireless Sensor Network

WANG Xingwang^{1,2}, ZHANG Wu¹

(1. School of Computer Engineering and Science, Shanghai University, Shanghai 200444; 2. Shanghai Vocational Technical of Agriculture and Forestry, Shanghai 201699)

Abstract: In this paper, the regression model of the plant diseases and insect pests forecasting scheme based on the research of the wireless sensor network and plant diseases and insect pests forecasting were designed, the regression model was improved and the IRM plant diseases and insect pests forecasting model was proposed. The IRM model could improve the prediction accuracy. The research and development of plant diseases and insect pests forecasting system was completed, the system had been used in sunqiao modern agricultural park of Shanghai after finished. The results showed that the system could generate model equation automatically based on the pest data, the occurrence of crop diseases and pests could be effectively forecasted. The application of the system had actual significance for the reduction of crops diseases and insect pests, it also could promote the agricultural production.

Keywords: wireless sensor networks; plant diseases and insect pests; forecasting