

靳光才,赵庆展,周文杰,等. 基于移动 GIS 的棉田朱砂叶螨预警系统[J]. 江苏农业科学,2016,44(3):417-421.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.03.116

# 基于移动 GIS 的棉田朱砂叶螨预警系统

靳光才<sup>1</sup>, 赵庆展<sup>1</sup>, 周文杰<sup>1</sup>, 张清<sup>2</sup>, 许金霞<sup>1</sup>

(1. 石河子大学信息科学与技术学院/兵团空间信息工程技术研究中心/兵团空间信息工程实验室,新疆石河子 832000;

2. 中国科学院遥感与数字地球研究所,北京 100094)

**摘要:**为解决棉田朱砂叶螨预警中信息采集量少、短期预测不准确、预警信息发布困难等问题,设计并实现了基于马尔科夫链和移动 GIS 的棉田朱砂叶螨预警系统。基于移动 GIS 平台实现了棉田朱砂叶螨信息的快速、准确、实时采集,然后采用基于马尔科夫链的方法对棉田朱砂叶螨虫情进行短期预测,再使用克里格插值方法得到大范围的预测结果。基于 Python 语言建立耦合的预警模型,能够为用户提供大面积的预警专题图,同时可根据用户输入的棉田朱砂叶螨等级生成相应的短期预测结果并推荐科学的防治措施。初步应用表明,准确度可达 80%,系统具有简单实用、预测准确、大众参与等良好特性,可广泛应用于农业病虫害预警系统的构建。

**关键词:**棉田;朱砂叶螨;移动地理信息系统;马尔科夫链;空间插值;预警系统

**中图分类号:** S127;S126 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)03-0417-04

棉田朱砂叶螨俗称红蜘蛛,是棉花的三大虫害之一,平均每年使棉花减产可达 10%~68%,给棉农造成重大的经济损失。及时、准确地掌握病虫害的发生发展情况非常必要<sup>[1-2]</sup>。目前,病虫害监测及预警系统大多基于 WebGIS (Web Geographic Information System) 模式<sup>[3-4]</sup>,这种模式下的病虫害信息采集工作需野外填写虫害采集纸质表格,在能够连接网络时通过浏览器登录系统再提交数据,往往费时费力。目前,病虫害的 GIS 分析模型多用于中长期预测,在短期预测方面,精确预测病虫害发生的地点及严重程度上还有所欠缺<sup>[5-6]</sup>。病虫害监测及预测信息的发布主要通过网页,而基层农户往往缺少计算机及网络连接条件,也没有习惯登录某个网站查询相关的信息,因此,病虫害测报信息链最后的信息发布环节是该类系统的瓶颈问题。移动 GIS 已广泛应用在野外数据采集、移动办公等领域<sup>[7-9]</sup>。目前,能够通过移动手机终端快速获得病虫害发生位置和等级,但病虫害发生发展的预测仍然是该应用领域的关键问题。马尔科夫链 (Markov Chain) 在病虫害预测领域已经得到了广泛应用且取得了良好的效果<sup>[10-12]</sup>。克里格 (Kriging) 插值法可将采样点的结果扩展到整个区域<sup>[13]</sup>,适用于棉田朱砂叶螨发生与传播存在空间相关性的特点。

本研究提出基于移动 GIS 进行信息采集与服务接收的方法。对采集的棉田朱砂叶螨虫害发生数据首先用马尔科夫链对发生趋势进行预测,然后运用克里格插值法进行插值处理,得到整体区域的棉田朱砂叶螨预测结果,再按照严重程度的

分级标准对棉田朱砂叶螨虫害的发生情况进行预警。系统在移动端设计了棉田朱砂叶螨防治支持功能,能够提供快速准确的预测及推荐科学的防治信息。

## 1 系统结构设计

本系统对棉田朱砂叶螨虫害信息进行采集、存储,运用预测模型制作病虫害服务发布给用户,并且为用户提供防治建议。系统分为棉田朱砂叶螨信息采集、预警服务生成以及服务发布 3 个子模块。系统采用 C/S 架构,移动端基于 Android 开发 App,一方面可实现棉田朱砂叶螨空间信息及属性信息的采集,并通过网络传输至服务端,另一方面可根据用户输入的虫害特征值快速地生成防治建议。服务端负责解析移动端传入的虫害数据并存储到构建的虫害时空数据库中,管理人员以虫害数据库中的信息作为输入,病虫害分析模型作为工具,进行分析、处理,并得到虫害监测及预测结果,最后通过 ArcGIS Server 以专题图形式发布给用户。系统结构见图 1。

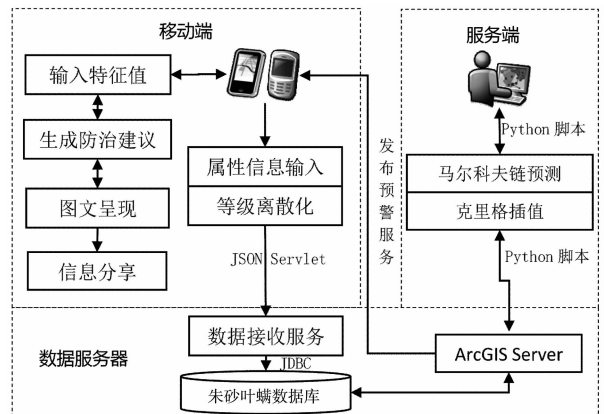


图1 系统结构设计

## 2 系统功能设计

系统功能结构见图 2。主要分为虫害信息采集、防治措

收稿日期:2015-10-06

基金项目:国家自然科学基金(编号:31260291,31460317);新疆生产建设兵团科技支疆专项(编号:2014AB001)。

作者简介:靳光才(1990—),男,江苏徐州人,硕士研究生,研究方向为农业信息化、移动 GIS。E-mail:jinguangcai@126.com。

通信作者:赵庆展,硕士,副教授,主要研究方向为农业信息化、3S 技术。E-mail:zqz\_inf@shzu.edu.cn。

施推荐、服务发布3个模块。用户通过在移动端安装 App,实现浏览棉田地图、利用手机 GPS 定位及编辑虫害发生区域,实现虫害的空间信息及属性信息采集,并提交到服务端的虫害数据库中;通过读取用户输入的虫害属性信息(如红叶株率),结合监测及预测算法对数据进行快速处理,以图表形式展示病虫害预测结果,并根据结果提供预存在 App 中的防治措施,此外,还可以将系统生成的防治措施以短信的形式分享给其他用户;服务发布功能处理流程为,管理员在后台服务端连接虫害数据库,运用 Python 脚本语言编写的预测模型对数据进行处理,将虫害发生情况按照标准生成预警服务专题图向移动端发布,提供在线浏览功能。

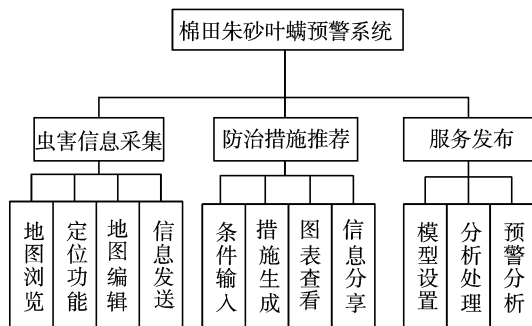


图2 系统功能设计

## 2.1 信息采集

ArcGIS Mobile 是美国 Esri 公司的移动 GIS 解决方案之一,可将 ArcGIS 的应用范围扩展到野外。本系统通过其提供的开发工具包,调用相应的 API 可实现个性化的地理空间信息采集功能。

对于位置信息,借助于 ArcGIS 提供的 API 加载棉田地图,通过调用手机内置的 GPS 模块获得经纬度信息定位到当前地点,农户根据病虫害发生的具体情况,在地图上绘制几何形状,描述虫害的发生区域;对于属性信息,主要为棉田朱砂叶螨发生的严重程度,用户通过输入特征信息,如红叶株率,系统自动判别其严重程度所属等级。采集时间默认为系统当前时间,也可设置时间,方便后续补充数据。完成上述信息采集后,系统将三者封装为 JSON 格式的数据,通过移动网络发送至服务端的数据服务器中并自动录入虫害数据库<sup>[8]</sup>。

## 2.2 基于马尔科夫链棉田朱砂叶螨发生预测

马尔科夫链将时间序列数据看作是随机变量的一个数列,具有“无后效性”的特点,即已知某随机过程“当前”的条件下,其“过去”和“将来”是独立的。通过对事物不同状态的初始概率和状态之间转移概率的研究,确定状态变化的趋势,从而预测事物的未来<sup>[11-12]</sup>。

农作物病虫害的信息采集过程中,经常使用定点采样的方法,即在固定地点以相等时间间隔下连续采样,其形成的病虫害时间序列数据,恰好可以运用马尔科夫法进行病虫害发生发展情况的预测处理。

在棉田朱砂叶螨的马尔科夫预测中,状态可表示为他发生的不同等级,代表棉田朱砂叶螨的严重程度。状态转移概率为事件发展过程中,从某一状态出发,下一刻转移到其他状态的可能性。棉田朱砂叶螨虫害的状态转移过程可对应随着时间推移,棉田朱砂叶螨严重或减弱的变化过程,即等级之间

的状态变化。每次状态转移只与前一时刻的状态相关而与过去无关,即状态转移过程为无后效性。关键问题则为计算棉田朱砂叶螨虫害等级的状态转移概率矩阵。根据条件概率的定义,由状态  $E_i$  转移至状态  $E_j$  的状态转移概率  $P(E_i \rightarrow E_j)$  就是条件概率  $P(E_i | E_j)$ ,即

$$P(E_i \rightarrow E_j) = P(E_i | E_j) = P_{ij} \quad (1)$$

假定某一被预测的事件有  $E_1, E_2, E_3, \dots, E_n$  共  $n$  个可能的状态。记  $P_{ij}$  为从状态  $E_i$  转为状态  $E_j$  的状态转移概率,做矩阵:

$$\begin{bmatrix} P_{11} & \cdots & P_{1n} \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ P_{n1} & \cdots & P_{nn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

则称式(2)为状态转移概率矩阵。如果被预测的某一事件目前处于状态  $E_1$ ,那么在下一时刻它可能由状态  $E_1$  转向  $E_2, E_3, \dots, E_n$  中的任一状态。因此,  $P_{ij}$  满足条件:

$$\begin{cases} 0 \leq P_{ij} (i=1, 2, 3, \dots, n) \\ \sum_{j=1}^n P_{ij} = 1 (i=1, 2, 3, \dots, n) \end{cases} \quad (3)$$

将满足条件式(3)的任何矩阵都称为概率矩阵。如棉田朱砂叶螨共分5个等级,记为5种状态,  $E_1, E_2, E_3, E_4, E_5$ ,由  $E_1$  转移到  $E_2$ ,记做  $P_{12}$ ,即为棉田朱砂叶螨虫害由等级1转变为等级2,计算状态转移概率矩阵  $P_{ij}$ ,即求出每个状态转移到其他任何一个状态的转移概率  $P_{ij} (i, j=1, 2, \dots, n)$ 。为求出每一个  $P_{ij}$ ,可用频率替代概率的方法实现,通过对历史虫害信息统计,用状态转移的频率来代替状态转移概率<sup>[10-11]</sup>。

## 2.3 棉田朱砂叶螨发生位置的空间插值方法

基于移动 GIS 的棉田朱砂叶螨信息采集方法提升了数据采集的数量并精确地定位了采样点病虫害的发生位置,虽然基于这些采样点能够得到小范围、小尺度的预测结果,但在实际工作中,农作物病虫害防治往往需要掌握大范围、大尺度的虫害发生情况。因此,我们运用克里格插值方法将马尔科夫链预测的结果进行扩展。

克里格插值法是空间统计分析方法中的重要内容之一,是对有限区域内的区域化变量取值进行无偏最优估计的一种方法。基于这种方法不仅考虑了待测点与邻近样点数据的空间距离关系,还考虑了各参与预测的样点间的位置关系,充分利用了各点数据的空间分布结构特征,使其估计结果比传统方法更精确,更符合实际,有效地避免了系统误差的出现。

在克里格插值中,待估点的估计值为其周围由  $n$  个已知的样点观测值构成的线性组合,即:

$$\hat{Z}(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(x_i) \quad (4)$$

式中:  $Z(x_i)$ ,  $i=1, 2, \dots, n$ , 表示位于区域内  $x_i$  的观测值,  $x_0$  为未知点,  $\lambda_i$  为避免系统误差选取的参数,根据无偏和最优条件用拉格朗日乘数法得到普通克里格方程组:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n \lambda_j \gamma(x_i, x_j) + \mu = \gamma(x_i, x_0) \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \end{cases} \quad (5)$$

式中:  $\mu$  是极小化处理时的拉格朗日乘数,  $\gamma(x_i, x_j)$  是随机变

量  $Z$  在采样点  $x_i, x_j$  之间的半方差;  $\gamma(x_i, x_0)$  是  $Z$  在采样点  $x_i$  和未知点  $x_0$  之间的半方差。这些量可由变异函数得到, 是对试验变异函数的最优拟合<sup>[13-14]</sup>。

本系统充分利用二者的特点, 在小的采样点范围, 运用马尔科夫链预测方法预测未来病虫害等级的转移状况, 然后通过普通克里格插值, 对未采集到的区域进行插值处理, 得到整个区域的病虫害预测分布情况。系统采用 Esri 公司推出的基于 Python 的脚本工具箱 ArcPy, 能够执行地理数据分析、数据转换、数据管理和地图自动化。在计算出棉田朱砂叶螨状态转移矩阵的基础上, 采用 Python 语言, 借助 ArcPy 编写耦合的预测方法脚本, 实现基于马尔科夫链预测并进行插值, 经过处理后得出棉田朱砂叶螨预警专题图。

### 3 系统实现与应用

#### 3.1 研究区概述

本系统以新疆生产建设兵团第七师一二五团为示范区, 于 2014 年 5 月上旬至 2014 年 9 月上旬进行了推广试用。一二五团位于新疆乌苏县境内, 气候比较干燥, 无霜期长, 降雨量少、热量适中、日照充足。全团总面积约 4.73 万  $\text{hm}^2$ , 棉花种植面积常年在 0.67 万  $\text{hm}^2$  以上, 是最重要的经济作物。棉田朱砂叶螨一直为该种植区棉花的主要虫害。一二五团设有植保站, 有植保员负责对病虫害信息进行采样、监测及发布病虫害监测及预测报告, 积累了 2004—2014 年的病虫害数据以及气象信息, 在棉花病虫害防治方面已构建了知识库。

#### 3.2 棉田朱砂叶螨信息采集

该模块开发环境为 JDK 6.0 + Android SDK + ArcGIS for Android + Eclipse 6.0, 开发平台操作系统为 Window 8, 开发语言为 Java, 移动终端测试环境为三星 Galaxy S3, 系统为 Android 4.3。田间信息采集点按“Z”字形设计。每块田查 8~10 点, 每点查 100 株, 按照红叶株率进行分级。红叶株率  $\leq 5\%$  为 1 级,  $6\% \sim 10\%$  为 2 级,  $11\% \sim 20\%$  为 3 级,  $21\% \sim 40\%$  为 4 级,  $> 40\%$  为 5 级。

具体信息采集功能实现见图 3, 位置信息通过 ArcGIS for Android 提供的 MapView 类可加载矢量或者影像地图(离线方式或在线方式)。通过调用 LocationListener 可实现读取 GPS 当前位置, 并且让地图移动到当前位置, 用户可根据棉田朱砂叶螨发生情况, 绘制点或者多边形; 属性信息主要为棉田朱砂叶螨发生的严重程度, 用户可按照红叶株率选择对应的棉田朱砂叶螨发生等级。通过调用 Android 系统的 Calendar 提供的 API 可读取系统当前时间, 也可通过实现 DatePickerDialog 类, 向用户提供时间设定功能。当用户录入所有采集的信息后, 系统自动将信息按照 JSON 格式封装, 开启一个线程, 通过 HttpClient 类, 用 HttpPost 类将信息发送至服务端制定的 Servlet 地址, 服务端通过 JDBC (Java Data Base Connectivity) 技术将信息插入到棉田朱砂叶螨时空数据库中。

#### 3.3 棉田朱砂叶螨预警专题图生成

实现基于马尔科夫链和克里格插值的耦合方法为制作预警专题图的核心, 而计算棉田朱砂叶螨等级的概率转移矩阵是前提条件。本研究收集并整理了一二五团 2004—2014 年的棉田朱砂叶螨定点采样数据, 对同一采样点, 时间间隔为 5 d 的棉田朱砂叶螨等级数据计入频率矩阵(图 4-a), 最终得

出棉田朱砂叶螨等级概率转移矩阵(图 4-b)。由棉田朱砂叶螨等级的概率转移矩阵可得到, 若当前发生的等级为 1 级的时候, 那么 5 d 后等级为 1 的概率为 0.79, 远远高于矩阵中的其他值, 一方面是因为在实际计算中, 一般默认棉田朱砂叶螨发生等级为 1, 另一方面, 在棉田朱砂叶螨发生初期, 有个缓慢的增长过程; 等级为 2~4 时未来将会向严重一级发展, 等级为 5 时则基本会保持在该程度。

在计算出采样点未来 5 d 棉田朱砂叶螨发生情况的基础上, 为了对整个种植区域进行预测, 如前所述, 使用克里格插值方法来实现。本系统运用 Esri 公司提供的 Python 工具箱 ArcPy, 调用克里格插值 API 实现棉田朱砂叶螨的空间插值, 用 Python 语言编写马尔科夫链和克里格插值的耦合脚本。核心代码示例如下:

```
import arcpy
>>> fc = "xpc/cotton. gdb/spider/20140715. shp"
>>> f1 = "等级"
>>> f2 = "mar"
>>> cursor = arcpy. UpdateCursor( fc )
>>> row = cursor. next( )
>>> while row:
...     x = row. getValue( f1 )
...     if x == 1:
...         row. setValue( f2, 1 )
...         cursor. updateRow( row )
...     elif x == 2:
...         row. setValue( f2, 3 )
...         cursor. updateRow( row )
...     elif x == 3:
...         row. setValue( f2, 4 )
...         cursor. updateRow( row )
...     elif x == 4:
...         row. setValue( f2, 5 )
...         cursor. updateRow( row )
...     elif x == 5:
...         row. setValue( f2, 5 )
...         cursor. updateRow( row )
...     row = cursor. next( )
...     oking = KrigingModelOrdinary ( " CIRCULAR ",
70000, 250000, 180000, 34000 )
...     outking = Kriging( "20140715. shp ", "等级", oking,
200, RadiusVariable( ), " )
...     outking. save ( " xpc/cotton. gdb/prewarning/spider/
20140715. shp ")
```

本系统参照棉田朱砂叶螨虫害分级标准, 将预警结果划分为 5 级, 分别为白色、绿色、黄色、橙色、红色预警。白色代表棉田朱砂叶螨尚未发生或发生比较轻微; 绿色预警为棉田朱砂叶螨已经有生长扩散的趋势, 需要重点关注; 黄色预警为棉田朱砂叶螨发生比较严重, 需要进行药物防治; 橙色和红色预警表示非常严重, 已经造成灾情, 必须进行药物防治。图 5-a 为某一天的棉田朱砂叶螨监测信息, 图 5-b 为其 5 d 后的预警专题图, 实际应用中, 等级误差为 1 级可算作有效, 该



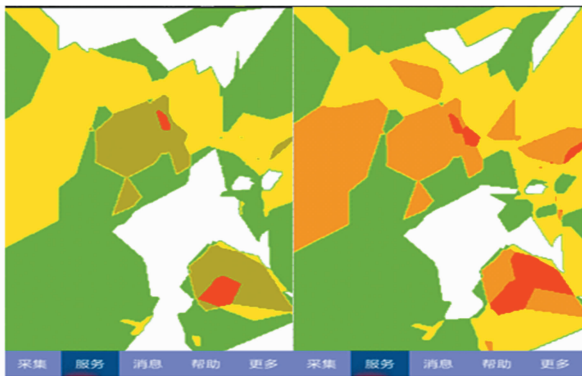
图3 采集功能界面

	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1	95	18	4	2	2	1	0.79	0.15	0.03	0.02	0.02
2	6	7	13	1	1	2	0.21	0.25	0.46	0.04	0.04
3	3	2	10	15	1	3	0.10	0.06	0.32	0.48	0.03
4	0	1	3	9	13	4	0.00	0.04	0.12	0.30	0.50
5	4	1	0	4	18	5	0.15	0.04	0.00	0.15	0.67

a

b

图4 棉田朱砂叶螨等级频率矩阵及概率转移矩阵



a

b

图5 插值后的预警分布情况

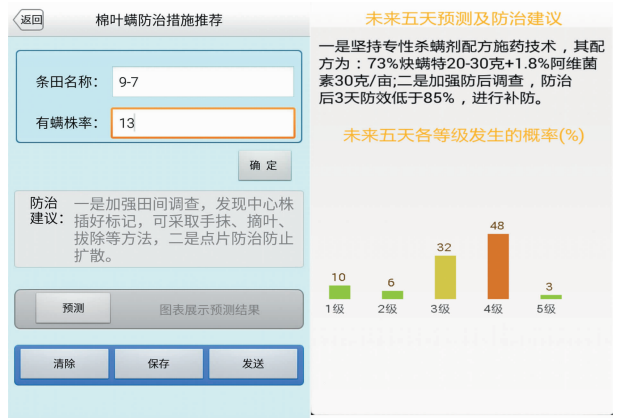
条件下预测精度达到80%。

### 3.4 棉田朱砂叶螨防治建议生成

棉田朱砂叶螨预警专题图可在大尺度下反映棉田朱砂叶螨等级的整体状况,但往往需要一定的时间且空间插值难免出现误差。棉田朱砂叶螨防治措施推荐模块为用户提供了防治措施及建议,该模块是马尔科夫链预测在移动端应用的一个延伸。棉田朱砂叶螨的分级临界点、等级概率转移矩阵、防治知识存储于 SQLite 数据库中。软件开发过程中建立数据操作层实现具体的数据读取操作,使用业务逻辑层调用数据操作层并增加输入判别等条件实现业务逻辑操作,在 Android 中的 Activity 类中实现对页面输入的读取。创建控制层,当用户输入棉田朱砂叶螨红叶株率并点击确定按钮时,控制层读取输入的数据当做参数,调用业务逻辑层的划分病虫害等级业务进行处理,通过数据操作层读取病虫害防治知识,并将其显示到界面中。

当用户点击预测按钮时,控制层将划分的病虫害等级当做参数,通过业务逻辑层调用数据层的棉田朱砂叶螨等级概率转移矩阵,读取 5 d 后每个等级发生的概率,并开启新的界面绘制柱状图,同时提供未来 5 d 的棉田朱砂叶螨防治措施。

系统可将预测的信息存入 SQLite 数据库中,方便后续查看。点击发送即可将防治建议、时间、条田名称等信息以短信的形式发送给其他人,方便信息传播,棉田朱砂叶螨防治服务查看界面见图 6。



a.属性输入及防治建议

b.等级预测及防治建议

图6 棉田朱砂叶螨防治服务查看界面

### 3.5 系统测试

信息采集方面,地图的加载、属性选择、棉田朱砂叶螨发生区域编辑、发送可在 3 ~ 5 s 时间完成,实现了虫害信息的实时采集,并且耗费的网络流量十分有限。棉田朱砂叶螨预测专题图方面,管理员只需执行写好的 Python 脚本即可轻松实现数据处理,再经过渲染等处理生成棉田朱砂叶螨预警专题图并将其发布到 ArcGIS Server 中,用户在移动端即可浏览预警信息,并根据 GPS 定位到当前位置。棉田朱砂叶螨防治措施生成方面,界面交互友好,处理迅速,可快速生成棉田朱砂叶螨防治建议及未来 5 d 各个等级发生概率及防治建议,在实际应用中,准确度可达 80% 以上。

## 4 结论与讨论

系统采用移动 GIS 模式使棉田朱砂叶螨信息采集点及预测样本大为增多,使用马尔科夫链的棉田朱砂叶螨预警方法可为用户提供准确度可达 80% 的预警服务。运用克里格插值则将预警服务扩展至大范围,得到大尺度的预警信息,用户可在第一时间通过手机浏览预警专题图服务。

棉田朱砂叶螨的发生发展与气象因素存在很大的相关性,下一步拟结合气象信息,运用隐马尔科夫链等方法,提供更准确的预测服务。此外在预警信息发布方面应更加具有针对性,如农户在某个区域上传棉田朱砂叶螨虫害信息,可默认该区域为该农户的兴趣点,若随后的预警分析得出该区域为橙色或红色预警则自动向该农户推送预警结果。

### 参考文献:

[1]曹 焕. 棉田朱砂叶螨发生规律及综合防治技术[J]. 农村科技,2014(12):45-45,46.  
 [2]杨 军. 滴灌棉田棉叶螨的发生与综合防治[J]. 现代农业科技,2011(24):192,194.  
 [3]杨泽平,刘德强,王 茜,等. 基于地理信息系统技术的数据采集与监视控制系统设计[J]. 计算机应用,2013,33(2):567-570,574.

齐松涛,方部玲,曹越,等. 智能灌溉在现代休闲农业中的应用试验[J]. 江苏农业科学,2016,44(3):421-423.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.03.117

# 智能灌溉在现代休闲农业中的应用试验

齐松涛<sup>1</sup>,方部玲<sup>2</sup>,曹越<sup>3</sup>,孙雄飞<sup>1</sup>

(1. 江苏九澍机电科技有限公司,江苏南京 210002;

2. 河海大学南方地区高效灌排与农业水土环境教育部重点实验室/河海大学水利水电学院,江苏南京 210098;

3. 南京盛泉节水灌溉研究开发中心有限公司,江苏南京 210017)

**摘要:**以农业休闲旅游园区“秣陵杏花村”智能灌溉系统为例介绍了系统组成、使用原理。该智能灌溉系统可实现对温室或大田的环境参数采集、存储、显示及对现场设备的远程控制功能。智能控制系统的使用一方面大大解放了劳动力,另一方面通过现代化喷滴灌系统精准灌溉,大大提高了农作物的产量和质量。系统使用一年半时间运行良好。

**关键词:**智能灌溉;休闲农业;无线控制;喷滴灌

**中图分类号:** S24;S275.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)03-0421-03

物联网技术在农业灌溉系统中的应用越来越受人们的关注,国内外开展了大量基于物联网技术的智能灌溉设备的研究,在开发和应用方面都取得了很大的进步。这种灌溉方式可以实现精细、适时灌溉,既可以提高水的利用率,又可以促进农业增产增收。建立现代化的灌溉管理技术体系,应用高、新技术使灌溉向精准化方向发展是当今发达国家农业发展的普遍趋势。在我国,由于近年来农业劳动力的不断减少,智能灌溉系统也在慢慢被大家所接受,但是相对较高的价格是目前阻碍其向普通老百姓推广的最大障碍,而休闲农业因为其较高的经济收益对价格敏感度相对较低,是目前智能灌溉系统应用中的先行者。本研究以笔者参与的工程实例——秣陵杏花村智能灌溉系统为例介绍了系统组成、使用原理。

收稿日期:2015-11-06

基金项目:江苏省农机三新工程(编号:NJ2013-16);江苏省科技支撑计划(编号:BE2014409)。

作者简介:齐松涛(1982—),男,河北晋州人,硕士,工程师,从事节水灌溉及自动控制研究。E-mail:54741469@qq.com。

通信作者:方部玲,教授,硕士生导师,从事节水灌溉、自动控制及设施农业装备的研究。E-mail:fblling@163.com。

## 1 智能灌溉系统概述

物联网是新一代信息技术的重要组成部分,顾名思义,就是物与物相连的互联网。

物联网在灌溉中一般应用是将大量的传感器节点构成监控网络,结合田间设施大棚设备、喷滴灌设施,形成现代化智能灌溉系统。

智能灌溉系统可实现对温室或大田的环境参数采集、存储、显示及对现场设备的远程控制功能<sup>[1]</sup>。系统通过各种传感器采集信息,及时准确地了解田间灌溉情况,为设施农业综合生态信息自动监测、对环境进行自动控制和智能化管理提供科学依据,使农业逐渐地从以人力为中心、依赖于孤立机械的生产模式转向以信息和软件为中心的生产模式<sup>[2]</sup>,从而实现各种自动化、智能化、远程控制的生产。

## 2 智能灌溉系统应用介绍

秣陵杏花村坐落于南京江宁的古镇秣陵,是江宁“新金花”之一,主要定位为南京首家农趣体验式休憩农庄,致力于打造以休闲旅游、农家餐饮、农业互动为一体的生态农庄,占地面积 54 hm<sup>2</sup>。本文所展示的智能灌溉系统处于其园区核

[4] Petros T D, Matilda S S. Development and statistical evaluation of models in forecasting moth phenology of major lepidopterous peachpest complex for Integrated Pest Management programs [J]. Crop Protection, 2010, 29(10): 1190-1199.

[5] Wang N H, Li D, Pan H. Information service platform of forest pest forecast based on WebGIS [J]. Journal of Forestry Research, 2009, 20(3): 275-278.

[6] 张竟成,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.

[7] 郭琳,王飞,张寅,等. 农作物遥感监测业务管理系统设计与实现[J]. 农业工程学报, 2013, 29(3): 132-138.

[8] 陈桂鹏,严志雁,瞿华香,等. 基于 Android 手机的农业环境信息采集系统设计与实现[J]. 广东农业科学, 2014, 41(13): 178-181, 219.

[9] 赵庆展,靳光才,周文杰,等. 基于移动 GIS 的棉田病虫害信息采集系统[J]. 农业工程学报, 2015, 31(4): 183-190.

[10] 张硕,罗阿理. 基于 Android 平台的天文观测信息集成系统[J]. 计算机应用, 2014, 34(增刊2): 339-343.

[11] 占卫国. 基于马尔科夫模型的鄂东南水稻病虫害预测方法研究[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(6): 3343-3344, 3731.

[12] 刘映宁,王景红,李艳莉,等. 运用马尔科夫链方法预测陕西苹果花期冻害年型[J]. 干旱地区农业研究, 2011, 29(2): 272-275, 280.

[13] Luo S Z, Wang C. Forest pests and diseases forecasting based on GIS [J]. Advanced Materials Research, 2011, 250(5): 2945-2948.

[14] 刘刚,赵荣,刘纪平,等. 澜沧江流域降水量空间分布的克里格插值分析[J]. 测绘科学, 2007, 32(3): 104-105, 113.