

宋锦,张腾飞,杨升炜,等. 基于 Android 平台的病虫害调查统计系统设计与实现[J]. 江苏农业科学,2016,44(12):359-364.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.12.112

基于 Android 平台的病虫害调查统计系统设计与实现

宋锦^{1,2}, 张腾飞², 杨升炜⁴, 陈昆³, 王保云²

(1. 南京信息职业技术学院通信学院, 江苏南京 210023; 2. 南京邮电大学自动化学院, 江苏南京 210023;
3. 江苏省农业科学院, 江苏南京 210014; 4. 苏州工业园区职业技术学院, 江苏苏州 215123)

摘要:病虫害发生的周期规律调查是研究农业病虫害测报、防治的重要工作之一。随着嵌入式技术的发展,已有研究人员开发了一些较为实用的农田病虫害调查统计仪及诊断系统移动终端。但这些系统存在使用成本高、时效性较差、标准不统一以及功能单一等缺点。结合日益普及的手机等智能终端平台,开发了一种新型的基于 Android 平台的病虫害调查统计系统,该系统结合农业病虫害调查统计的实际需求,构建了一个基于统计数据的病虫害诊断规则库和诊断系统,设计了向导式人机交互界面,并且所有统计数据 and 诊断记录能够通过移动网络随时共享。经实地测试分析,该系统操作方便,对病虫害诊断准确率较高、时效性较好。

关键词:病虫害调查统计; Android 平台; 移动终端

中图分类号: S126; TP274 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)12-0359-05

中国是一个农业大国,源远流长的农耕文明是古代中国的根基,新中国成立以来,我国农业发展迅速。古老的中国农业在新时期之所以能取得辉煌的成就,原因之一是以信息技术为代表的新科技的发展及其在农业中的应用。中华人民共和国科技部的统计资料表明,2013年中国农业科技进步贡献率达55.2%^[1]。同时,中国农业稳步增长的背后也存在着一个更广阔的将信息技术融入传统农业的市场,农业病虫害调查统计就是一项非常重要的信息技术。农业病虫害调查技术是指对遭受病害或虫害侵扰的农作物进行定量统计和分析,此过程可以通过手工记录完成,也可以通过计算机或者移动终端技术实现统一和分析。未来传统农业对信息技术的需求也会越来越大。因此,更广泛、更彻底地将新科技、新技术,特别是信息技术应用于传统农业中,将对中国农业的进一步发展起到重要的作用。

近年来,智能移动终端产业迅猛增长,在现今主流的智能终端移动操作系统中,Android智能平台的使用最为广泛。根据Strategy Analytics的统计,2013年Android市场占有率跃升至79%^[2],而根据Kantar Worldpanel ComTech的调查,截至2014年5月14日,Android在中国的市场占有率高达82.7%^[3]。因此,开发应用于Android智能手机操作系统平台的移动应用程序(App)往往能覆盖更广泛的移动终端用户,为更广泛应用和更进一步研究打下基础。

查阅相关资料得知,自20世纪90年代开始,已有研究人员利用个人电脑和智能终端平台,对玉米、水稻等农作物的施肥、灌溉和监控进行了一系列的研究^[4-9]。通过这些极具前瞻性的研究,设计并开发出一些新型实用的控制管理和病虫害诊断系统。虽然开发这些系统为信息技术融入传统农业做出

了积极的尝试,但是使用平台如PC、Windows CE和HPC等智能终端成本高、通用性不好、没有利用互联网技术,限制了这些系统管控的及时性、统计和诊断的时效性。

近年来相关研究报告和文献表明,国内已有研究人员开发出基于Android系统手机的甜玉米病虫害智能诊断系统1套^[10]和基于Android智能手机油菜病害识别系统1套^[11],可以实现甜玉米和油菜的病害初步诊断。同时,Android系统在农业技术交流、新品种信息推广采集等领域也有应用^[12-14]。在国外,此领域已经初步开始商用,其中典型的代表是DEPI Crop Disease。它是由澳大利亚维多利亚州政府的环境和基础工业部开发的一款软件,可以实现农作物病虫害病情查看预警,并向州政府报告病虫害情况等^[15]。另一款软件是A&L Plant Disease Diagnosis,可以实现农作物病虫害诊断,但是需要向软件开发商加拿大A&L Laboratories Inc.公司提供农作物受害照片,公司得到照片以后才能进行诊断和反馈^[16]。此种诊断方法在时间上存在一定的延迟,而且诊断人员得到的资料并不是第一手资料,病虫害信息以图片的数字信息传播会有一些信息的丢失。

若能将广泛使用的Android移动平台的应用程序应用到中国现代农业中,不仅可以积极探索传统农业和现代数字信息技术的融合发展,而且可以促进农业发展,减少农业损失。从这个角度出发,本研究开发出一种新型的基于Android平台的病虫害调查统计及智能诊断系统。在该系统中,设计了1套高效易用且功能强大的调查统计模块,用以调查统计农业病虫害情况;构建了1个规则库和推理机构联动的诊断系统,以对出现的病害给出初步诊断;另外,所有统计数据 and 诊断记录能够通过移动网络随时共享,便于多个终端交互数据并统一数据格式标准。

1 系统整体框架设计

1.1 系统开发结构

此系统的总体结构框图如图1所示。人机交互界面分为

收稿日期:2015-12-10

基金项目:江苏高校品牌专业建设工程资助项目(编号:PPZY2015A092)。
作者简介:宋锦(1969—),女,江苏徐州人,副教授、高级工程师,主要从事嵌入式技术与通信原理研究。Tel:(025)85842167;
E-mail:njicitsj@163.com。

普通模式界面和专家模式界面,通过专家模式界面可以直接对数据库进行访问而不需要规则库和推理机构,亦可以添加和修改规则。软件的底层为规则库和推理机构,是系统内建的。支撑整个程序的是 SQLite 3 数据库,数据的添加、修改、存储和共享以及自定义新规则的添加均在此操作。

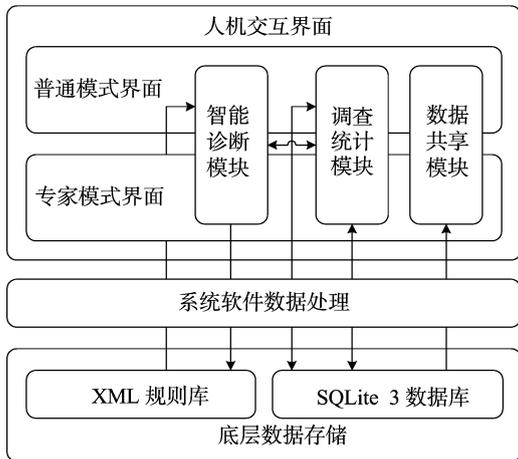


图1 系统总体结构框图

2.2 系统开发的功能及面向人群

此系统是传统农业和现代信息技术相结合的实践,是一切从实际出发,针对本地区的农田作物量身定制的符合本地区现有情况设计和开发的系统。开发此系统的目的之一是节约人力成本,即应该达到即使是对农业病虫害知识不是很精通的一般人士也可以操作的目标。

系统整体上采用向导界面,用户通过此界面可以轻松完成程序的一些自定义设置、数据的录入和规则的添加,使操作变得简单流畅。软件可以导出直观通用的 Excel 工作簿文件,并随时通过设备终端的移动网络及时传送给农业专家进行进一步分析诊断,保证数据的及时、准确、定向传播,保证病虫害信息在第一时间被共享、研究,以此保证对数据进一步分析并做出决策的及时性。

此基于 Android 平台的病虫害调查统计及智能诊断系统主要面向 2 类人群,一类是非专业人士,即对农业病虫害不是很精通的一般人士;另一类是农业专家,即具有专业农业病虫害知识的人士。前一类非专业人士,可以使用普通模式,通过向导的方式添加病虫害记录,并根据软件给出的初步结论和建议在第一时间准备处理病虫害情况,同时可以导出 Excel 工作簿文件通过移动网络共享给专业人士进一步分析。对于后一类专业人士,除了可以使用普通的向导模式进行数据的添加、分析和共享外,还可以通过专家模式添加病害的名称、虫害的名称和诊断规则等。专家模式即高级版的普通模式,可以实现复杂但更为精确的记录,添加分析和诊断的功能。

在设计软件界面时,最重要的就是完成用户操作功能,由此开发出普通模式界面。普通模式的主要需求可以概括为以下 4 点:根据信息的录入、修改、查询整个流程管理;实现病害诊断、病虫害统计功能;数据库的随时添加、修改和删除;数据库随时导出共享的功能。

另外,专家对农作物、病虫的信息管理也很重要,由此开发出专家模式界面。专家模式界面提供给农业专业人士对软件更加深层次的操作,其界面名称和功能概括如表 1 所示。

表 1 界面名称和功能概括

界面	主要功能
普通模式界面	用于对农作物状态的描述、选择,记录的添加;给出初步诊断结果,随时共享导出数据
专家模式界面	普通模式界面的所有功能,对病害规则库的添加修改,以及虫害自主统计功能

2.3 系统开发的共享功能

此基于 Android 平台的病虫害调查统计及智能诊断系统的一大特点就是数据可以即时共享,保证了数据的及时、准确、定向传播,进而能及时针对数据进行进一步分析并做出决策。共享功能设计的具体分析如下:首先,由于此软件运行在移动终端上,只要移动终端具有连接互联网功能,即可实时共享信息,所以本软件应该提供各种分享接口与互联网相连。其次,考虑到移动网络的速度和每一步移动终端的数据流量有限,所以共享的文件数据量不能太大。因此最理想的方式就是生成体积小、通用性好的 Excel 工作簿文件,通过邮件或者即时通讯类软件进行共享。这样产生的流量小、发送速度快、可以保证及时性。

2 病虫调查统计软件的设计

2.1 系统功能流程设计

系统功能流程如图 2 所示,在 1 个周期内可完成记录添加、诊断结果预览和添加以及现有记录的查看、修改和删除。

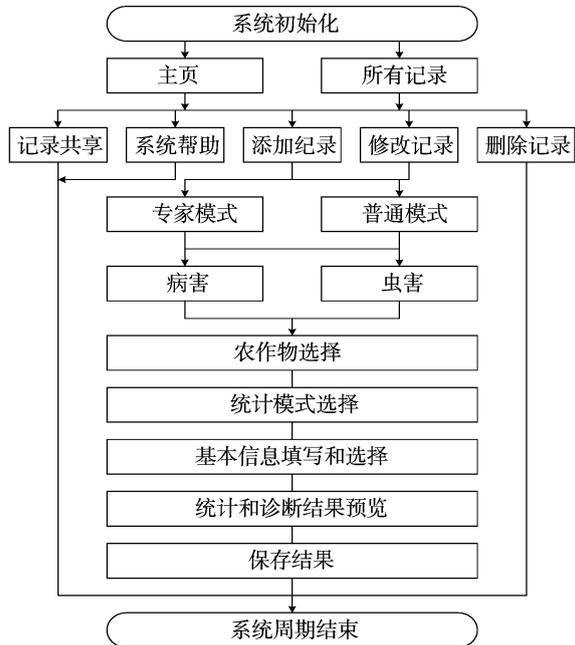


图2 系统功能流程

2.2 数据库设计

通过 SQLite 语言在程序内搭建起 SQLite 3 数据库平台,该数据库为软件私有,只有 root 权限的操作和本软件可以使用此数据库,保证了数据库的安全。

数据库是程序在系统中第 1 次运行的时候创建的。若程序版本有更新时需要更新数据库结构,则只进行更新操作,不会影响数据库中原有数据的内容。使用 Java 语言中的 SQLiteOpenHelper 类可以在 Android 环境中创建 1 个 SQLite 3 数据

库。查阅官方的 SQLite 文档可知,单个的数据库容量最大可达 128 TB^[17],足够病虫害统计用,也远超单个移动终端的存储容量,因此不会出现数据库容量不足的问题。

在已创建的数据库中创建 1 个数据库表,用于数据条目的存储。此表一共包括 28 个字段,其中_id 为主字段。表单结构如表 2 所示。由表 2 可见,字段 0~5 存储每条记录的基本信息;字段 6~8 存储每条记录的类型;字段 10~17 存储每条记录的虫害或病害详细信息;字段 18~24 存储每条记录的面积或株数统计信息;字段 27 存储专家模式下的病虫害名称。其余字段为程序校验位或为程序功能所保留。

2.3 调查统计模块设计

调查统计模块分为 3 类平行模式,分别为病害统计、虫害统计、普通模式、专家模式,以及面积统计、株数统计、面积和株数统计。3 类平行模式配合交叉选择,一共可以实现 12 种不同的统计模式。

调查统计模块添加 1 条数据的流程如图 3 所示。

病虫害统计模式和普通专家统计模式互相作用,根据用户选择模式,实现以下统计环节,如表 3 所示。面积株数统计模式作为单独的调查统计环节,不受前病虫害统计模式和普通专家统计模式的影响,存在于每条记录之中。在此调查统计环节中,用户可以根据需求统计不同数据,此调查统计环节包括以下几种可统计数据,如表 4 所示。

2.4 智能诊断模块设计

病虫害规则库通过 XML 文件建立,内置于软件之中。软件界面通过读取规则库文件动态填充下拉菜单 Spinner 中的内容,以供用户选择病虫害信息和症状。此外,内置的近 40 种病害信息和近 70 种虫害信息也存储于规则库 XML 文件中。这些文件都是可以随时添加和修改的,方便日后的升级

表 2 数据表单结构

序号	字段名称	类型
0	_id	integer 主键
1	mode	vachar(10)
2	added	vachar(10)
3	time	vachar(10)
4	location	vachar(100)
5	note	vachar(500)
6	cropType	vachar(20)
7	harmType	vachar(20)
8	countType	vachar(20)
9	count	vachar(20)
10	diseaseDiscription0/bugName	vachar(20)
11	diseaseDiscription1/eggNumber	vachar(20)
12	diseaseDiscription2/age1Number	vachar(20)
13	diseaseDiscription3/age2Number	vachar(20)
14	diseaseDiscription4/age3Number	vachar(20)
15	diseaseDiscription5/age4Number	vachar(20)
16	diseaseDiscription6/age5Number	vachar(20)
17	diseaseDiscription7/age6Number	vachar(20)
18	totalArea	vachar(20)
19	totalAreaUnitID	vachar(20)
20	affectedArea	vachar(20)
21	affectedAreaUnitID	vachar(20)
22	totalCropNumber	vachar(20)
23	affectedCropNumber	vachar(20)
24	withEggCropNumber	vachar(20)
25	listViewLine1	vachar(20)
26	listViewLine2	vachar(50)
27	expertDiseaseName/expertBugName	vachar(50)

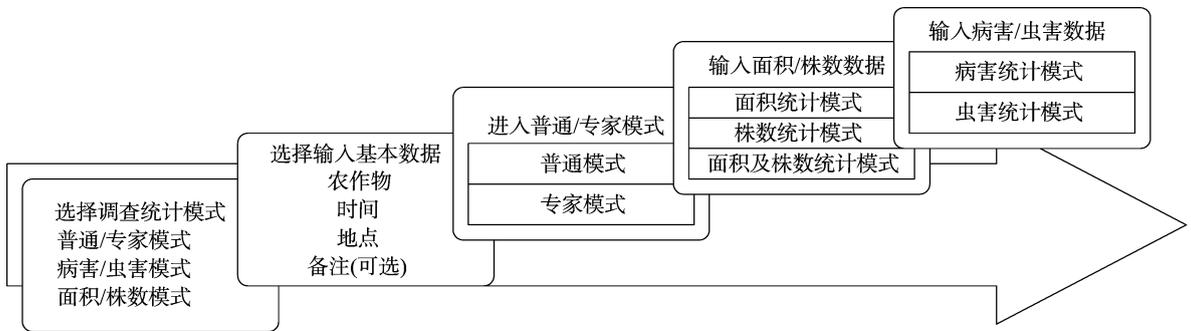


图 3 调查统计模块添加数据流程

表 3 普通专家模式和虫害病害模式的统计环节

虫害病害模式	普通专家模式	
	普通模式	专家模式
虫害统计	用户选择内置的虫害名称,并输入虫卵以及各龄虫数量	用户自定义输入虫害名称,并输入虫卵以及各龄虫数量
病害统计	用户根据不同农作物的不同部位病害症状,在内置规则库中选择病害症状	用户根据不同农作物的不同部位病害症状,自定义规则并输入病害症状

表 4 面积株数模式的可统计数据

面积株数模式	面积和株数统计	
	面积统计	株数统计
包含条目	统计总面积 病/虫害面积	统计总株数 病/虫害株数 卵株数(仅虫害统计)

及软件的移植。

每种病害信息都有多个子条目描述,每个子条目描述都对应该规则库中唯一的一个代码。存储记录信息时,仅存储对

应代码而非完整的子条目描述。这样做的好处是,不仅减小了数据库中记录占用的存储的大小,同时方便推理机构的读取和推理判断,更方便了用户随时的修改或删除记录。每个对应的代码都包含若出现某 1 种病害时该子条目描述的症状可能出现的权重。内置的推理机构通过读取对应代码的出现可能性的权重并通过相应的推理和加权计算,即可通过用户

所选的描述推断可能出现的病害信息。再经过最优化判断,根据计算得到可能性最高的3种病害名称并显示,并同时给出相对可能出现该种病症的概率。

一个典型的规则库文件由几部分组成,例如水稻病害规则库包括规则水稻植株的各个部位名称、每个部位病害的描述及其代码以及水稻病害名及其代码。病害诊断机构利用传入的数据进行诊断,用户在前台界面选择病状描述,后台程序获取病害代码,并根据规则库的算法以及每项描述的权重进行分析诊断,给出诊断结果和可能性,最后显示最有可能的3种结果。规则库和推理机构的执行流程图如图4所示。

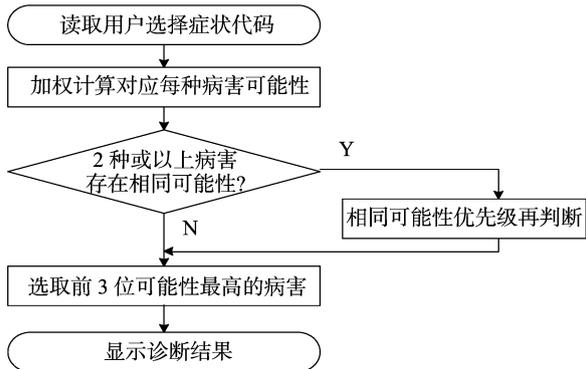


图4 推理机构执行流程

2.5 数据共享模块数据格式设计

软件利用类打包(Jar)文件jxl.jar来生成Excel工作簿文

件,并导出到系统指定的文档目录。jxl.jar具有以下特性:通过java操作Excel表格的工具类库;生成Excel2000标准格式;支持字体、数字、日期操作;能够修饰单元格属性;支持图像和图表。

应该说以上功能已经能够大致满足导出记录文件的需要。最关键的一点是jxl.jar的API是纯Java语言编写的,它并不依赖于系统存在,这意味着即使运行在Android系统中,它同样能够正确地处理Excel工作簿文件。可以说jxl.jar是一款优秀的Excel文件处理代码,它的可移植性和通用性是它被选用作为导出Excel工作簿文件的重要原因。

生成Excel工作簿文件的流程是先生成一张空的工作簿,再根据数据库中的记录生成相应农作物的工作表,最后根据农作物类型依次向每个工作表中添加数据。在写入Excel工作簿数据时,还需要将数据库中记录的代码信息转换为规则库中存储的病虫害名称和病虫害的文字描述。图5为一个软件导出的Excel工作簿文件在移动终端查看的效果。

2.6 软件用户界面设计

此软件用户界面(UI)设计的总思路是采用向导界面,引导用户一步步地添加、修改、删除或导出记录。同时软件在UI设计中还遵循了Android的Holo风格的设计交互规则,采用Action Bar和Fragment相结合的方式,打造出清楚一致、风格统一、学习成本低和人性化的用户界面。软件UI的主色调为绿色,符合本软件应用于农业病虫害的定位。软件的界面风格如图6所示。



图5 软件导出的 Excel 工作簿文件在移动终端查看的效果



图6 软件界面风格

3 系统测试与分析

考虑到时间跨度和地理限制的问题,采用实地测试和模拟测试相结合的方式测试本软件的诊断功能。表5是来自实地和模拟测试的样本数据,实地测试的样本来自南京市周边地区的一些农田,模拟测试的图片样本来自书籍及互联网。通过邀请不同的人在熟悉本软件如何使用以后对照实物或者图片进行测试,他们都是鲜有农业病虫害经验的测试参与者。

在10人完成测试后,统计测试所得诊断结论正确的数量

表5 病害测试样本数据

序号	病害名称	序号	病害名称
1	水稻纹枯病	9	玉米圆斑病
2	水稻叶尖枯病	10	玉米纹枯病
3	水稻白叶枯病	11	玉米黑粉病
4	水稻颖枯病	12	玉米茎腐病
5	小麦赤霉病	13	大豆白腐病(菌核病)
6	小麦黑穗病	14	大豆灰斑病
7	小麦白粉病	15	大豆病毒病
8	小麦条锈病	16	大豆炭疽病

并计算正确率,结果如表6所示,系统实测图见图7。由此可见,利用给定的样本,使用本软件统计诊断病害平均正确率达86.25%。推而广之,可得软件的诊断平均正确率至少达85%,达到了预期的效果。而且,在软件以后的推广升级过程中可以不断积累经验,完善病害诊断规则,即可进一步增加诊断的正确率。

表6 测试结果正确数统计及正确率

测试人员	总数(个)	正确数(个)	正确率(%)
A	16	13	81.25
B	16	15	93.75
C	16	14	87.50
D	16	14	87.50
E	16	12	75.00
F	16	14	87.50
G	16	14	87.50
H	16	15	93.75
I	16	14	87.50
J	16	13	81.25
平均正确率			86.25



图7 系统实测图

4 结论

在此 Android 平台的病虫害调查统计及智能诊断系统中,设计了向导式的调查统计模块,和基于 XML 的通用可移植规则库和加权最优化判断的智能诊断模块,形成了数据库与规则库联动的整体系统。系统还内置一个方便实用的数据共享模块,可以将数据一键共享为通用性好的 Excel 工作簿文件,通过移动网络随时远程共享给农业专家进行进一步分析。该系统免除了设备的二次购置,降低了使用成本,节约了人力物力并保证了数据的时效性。

在实际测试中,结果不仅验证了病害诊断的有效性和正确率,也说明此基于 Android 平台的病虫害调查统计及智能诊断系统有较高的实用性。内置的近 40 种病害信息和近 70 种虫害信息基本上涵盖了水稻、小麦、大豆和玉米 4 种常见农作物的常见病虫害病症,而且专家模式还可以自行定义病虫害信息,也是一项实用的功能。此外,系统调查统计功能涵盖 12 种不同模式,统计条目丰富实用。生成的数据和诊断结果

不仅可以供用户在手机上查阅,还可以导出为 Excel 工作簿文件,随时随地通过终端的移动网络分享给其他人。

基于 Android 平台的病虫害调查统计及智能诊断系统也有一些不足,比如存在病虫害信息还不够完善和传达不够直观清晰等问题,未来的软件在完善过程中可以用更直观清晰的方式给用户展示病症信息和虫害信息,例如采用照片或者视频的形式,更清晰地给用户传达所需的信息。此外,系统中内置 XML 规则库的通用性和可移植性也需要不断积累完善,这些将是进一步研究的内容。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国科学技术部[EB/OL]. (2014-01-10)[2015-04-03]. http://www.most.gov.cn/ztlz/qgkjgzh/2014/2014mtbd/201401/t20140113_111548.htm.
- [2] Strategy Analytics[EB/OL]. [2015-04-03]. <http://blogs.strategyanalytics.com/WSS/post/2014/01/29/Android-Captured-79-Share-of-Global-Smartphone-Shipments-in-2013.aspx>.

何 谐,井新宇. 基于 WSN 的互联型农业大棚智能测控系统[J]. 江苏农业科学,2016,44(12):364-367.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.12.113

基于 WSN 的互联型农业大棚智能测控系统

何 谐,井新宇

(江阴职业技术学院,江苏江阴 214400)

摘要:针对当前农业大棚的智能化、信息化、网络化需求,构建了一种互联型的农业大棚智能测控系统。系统前端由 WSN 负责大棚环境参数的采集和控制,利用 Zigbee 技术进行组网。网关产生本地控制策略以及与管理平台服务器进行信息交互,重点阐述了传感器节点和网关的设计。通过实地应用测得,该系统的 WSN 网络通信稳定,传感各节点参数采集精确,满足工程设计需求。

关键词: WSN; Zigbee; 网关; 互联型; CC2530

中图分类号: TP393; S126 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)12-0364-04

随着农业设施规模的逐渐扩大、自动化程度不断提高,国内外兴起了对农业大棚环境自动控制和智能化方面的研究。目前,我国大部分智能大棚仍采用有线方式进行测控,这种方式不利于扩展,且大棚空间有限,难以布局。因此,可利用无线传感网络(wireless sensor network, WSN)对农业大棚采用无线方式进行环境参数的检测与控制^[1]。目前,已建的一些智能大棚仅关注本地大棚的系统构建。2015 年政府工作报告提出“互联网+”行动计划,要求更多的农田信息进行融合,为摆脱这种单体模式,必须设计一种互联型农业大棚智能测控系统。

农业大棚植物生长环境的主要影响参数为空气温度、空

气湿度、土壤水分、土壤温度、光照等自然因素,可利用 WSN 中的传感节点,对大棚环境中的上述环境变量进行多区域采集,利用 WSN 中的执行节点,对当前环境参数进行调节,执行机构主要有排风扇、灌溉泵、补光灯、卷帘电机等。由于大棚环境复杂,这些自然因素和执行机构之间相互存在着非线性影响关系,很难进行单独调节。因此,互联型农业大棚智能测控系统还需将各种环境参数进行采集与对比、历史数据分析、在线建立模型;另外,对执行机构的控制效果也必须进行分析,建立专家决策库,根据效果对参数进行优化。

1 系统工作原理与整体架构

互联型农业大棚智能测控系统前端是 WSN,其组建采用近几年逐步新兴的 Zigbee 传输协议技术,它基于“IEEE 802.15.4”无线标准研究开发,是一种低功耗、低传输速率、高可靠性的无线网络技术^[2]。该技术组网灵活、成本低,非常适合农业种植环境下的参数采集,可进行长时间采集,无需人工干预且采集点可任意分散部署。WSN 主要由终端节点、路由节点和协调器组成,连接嵌入式网关和管理平台服务器,接入

收稿日期:2015-11-12

基金项目:国家自然科学基金(编号:61503161);江苏省信息融合软件工程技术研究开发中心开放基金(编号:SR201302);江苏省高等职业学校提升专业服务产业发展能力项目(编号:JYZY2012010413)。

作者简介:何 谐(1982—),女,江苏江阴人,硕士,讲师,研究方向为物联网技术、智能控制。E-mail:hexie1126@163.com。

[3] Kantar WorldpanelComTech. Smartphone OS market share [EB/OL]. [2015-04-03]. <http://www.kantarworldpanel.com/smartphone-os-market-share/>.

[4] 郭银巧,郭新宇,李存东,等. 基于知识模型的玉米栽培管理决策支持系统[J]. 农业工程学报,2006,22(10):163-166.

[5] 高 辉,仲晓春,王 云,等. 基于 PDA 的县域水稻精确施氮决策支持系统研究与开发[J]. 中国农学通报,2008,24(8):458-461.

[6] 涂运华,王东辉,赵春江. 基于 Windows CE 的 HPC/PDA 农业专家系统开发平台的研究与开发[J]. 高技术通讯,2000,10(10):28-31.

[7] 方 慧,何 勇. 基于 Windows CE 的农田信息快速采集技术[J]. 农业机械学报,2005,36(1):92-96.

[8] 欧阳建权,钱跃良,褚诚缘,等. 基于 PDA 的农业专家系统的设计和实现[J]. 计算机工程与应用,2002,38(2):30-31,114.

[9] 张荣安,胡建东,高知林,等. 基于 Palm OS 平台的农业施肥通 PDA 的研制[J]. 河南农业大学学报,2004,38(1):23-27.

[10] 杨林楠,郜鲁涛,林尔升,等. 基于 Android 系统手机的甜玉米病

虫害智能诊断系统[J]. 农业工程学报,2012,28(18):163-168.

[11] 吴沧海,熊焕亮,何火娇. 基于 Android 智能手机油菜病害识别系统设计[J]. 中国农机化学报,2013,34(4):257-260.

[12] 王安涛. 基于 Android 的手机农业专家系统的设计与实现[D]. 济南:山东大学,2011.

[13] 张 思. 基于 Android 的农业信息技术交流平台的构建[J]. 信息与电脑:理论版,2013(6):147-148.

[14] 张淑苗,张 伟,李 丽. 基于 Android 平台的农业新品种推广信息采集系统[J]. 农业信息网络,2012(3):17-19.

[15] Google Inc. DEPI Crop Disease [EB/OL]. (2013-09-09) [2015-04-03]. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.outware.cropdiseases&hl=en>.

[16] Google Inc. A&L Plant Disease Diagnosis [EB/OL]. (2014-01-24) [2015-04-03]. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.anyweb.plant&hl=en>.

[17] SQLite.org. Limits In SQLite [EB/OL]. [2015-04-03]. <http://www.sqlite.org/limits.html>.