

基于物联网技术的现代农业病虫害监控系统设计

傅晓耕

(农业部规划设计研究院, 北京 100125)

摘要: 农业是我国第一大产业, 目前我国农业病虫害监控主要是依靠人工多年积累的经验和农业病虫害专业的书籍资料等, 具有人工劳动量较大和工作效率低的问题; 为此提出一种基于物联网技术的现代农业病虫害监控系统设计方法, 该系统硬件由用户管理模块、数据查询模块、图片管理模块、接收数据模块、设备控制模块和预警模块等构成, 并且通过物联网资源对农业病虫害监控系统进行优化, 进而实现物联网簇间优化农业病虫害数据的传输, 最后利用簇间优化机制解决物联网病虫害监控系统中监控点区域路径抖动问题, 使农业病虫害监控系统可以稳定运行; 实验结果表明, 采用物联网技术设计的监控系统可以有效地提高数据传输的效率, 保证病虫害数据传输实时性, 有利于农业发展。

关键词: 物联网; 农业病虫害; 监控系统; 数据传输

Design of Modern Agricultural Diseases and Insects Monitoring System Based on Internet of Things Technology

Fu Xiaogeng

(Chinese Academy of Agricultural Engineering, Beijing 100125, China)

Abstract: Agriculture is China's largest industries, the current agricultural pests monitoring in China mainly rely on artificial experience accumulated over the years and agricultural pest professional books, with a large amount of labor and low efficiency problems. This is a based on the IOT technology of modern agricultural pest monitoring system design method is proposed. This system is composed of user management module, data query module, image management module, data receiving module, equipment control module and warning module etc, and through networking resources for agricultural pest monitoring system was optimized, and then realize data transmission and optimization of agricultural pest networking between clusters, finally using the monitoring point area path jitter optimization mechanism between clusters, the agricultural pest monitoring system can run stably. The experimental results show that the monitoring system designed by using the Internet of things technology can effectively improve the efficiency of data transmission, ensure the real-time transmission of pests and diseases data, and is conducive to the development of agriculture.

Keywords: Internet of things; agricultural pests and diseases; monitoring system; data transmission

0 引言

随着科学技术的不断进步以及数据传输和无线通信技术的不断完善, 为了满足农业市场的需求, 很多农业生产企业设计了农业病虫害监控系统^[1-2]。目前, 因为病虫害的问题, 我国传统农业存在生产效率低, 农业资源匮乏、农产品质量不过关、环境污染等问题, 使农业生产不能持续高效的发展^[3-4]。为了解决上述问题, 本文提出了一种基于物联网技术的现代农业病虫害监控系统设计方法。该方法的提出可有效缓解因病虫害问题给农业产业带来的影响^[5-6]。并引起了许多专家和业内人士的广泛关注, 也提出了很多关于农业病虫害监控系统的意见和方法^[7]。

随着监控技术水平的不断提高, 人们对农业病虫害监控系统也提出了很多意见, 本文对农业病虫害监控系统进行深入的分析。文献 [8] 提出了一种基于物联网技术的图像传感器病

虫害监控系统设计方法。该技术中农业病虫害图像信息是利用图像传感器进行采集的, 并将采集到的图像形式信息转化为数字信息, 通过提取农业病虫害图像信息中的特征对病虫害进行分析识别。该技术可以快速的收集病虫害信息, 但是信息收集范围较小, 容易出现误差。文献 [9] 提出了一种分布式移动农业病虫害信息采集与诊断系统设计方法。该系统含有信息处理服务器和小型图像采集设备, 小型图像采集设备可以通过自身的小巧性采集到人视线盲区的病虫害图像信息。该技术实现了农业病虫害的精准定位, 但是系统设备费用较高, 而且农业病虫害监控系统的服务器负载较大。文献 [10] 提出了一种基于云视频监控的病虫害监控系统设计方法。该系统可以在监控农作物生长状况的同时观察农作物的病虫害发生情况, 并将相关数据保存到服务器, 工作人员可以通过服务器来了解农作物的生长和病虫害发生的情况。但该系统的监控范围较小, 及时性较差。

1 基于物联网技术的现代农业病虫害监控系统设计

农业病虫害监控系统可将病虫害的位置、病虫害信息和和

收稿日期: 2017-07-01; 修回日期: 2017-07-29。

作者简介: 傅晓耕(1965-), 男, 河北唐山人, 高级工程师, 主要从事项目工程设计、农业工程设计、研究、咨询、设计、涉外大型农业工程设计方向的研究。

病虫害发生时间通过物联网技术传输到病虫害监控服务器的平台，适用于各种农田类型的环境。物联网技术的现代病虫害监控系统应该健全用户的权限设置，并保证系统的安全运行，从而使物联网技术的现代农业病虫害监控系统能够不受限制的运作。基于物联网技术的现代农业病虫害监控系统中用户只需要登录网站并通过验证，就可以查看所有监控点采集的农作物信息数据，基于物联网技术的现代农业病虫害系统设计图如图 1 所示。

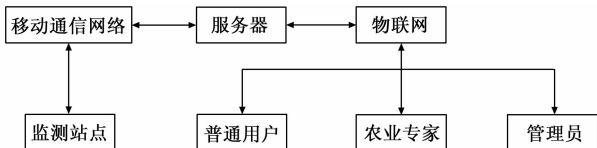


图 1 基于物联网技术的现代农业病虫害系统设计图

2 现代农业病虫害监控系统硬件设计

基于物联网技术的现代农业病虫害监控系统的硬件由用户管理模块、数据查询模块、图片管理模块、接收数据模块、设备控制模块和预警模块等模块构成。基于物联网技术的现代农业病虫害系统硬件总模块图如图 2 所示。

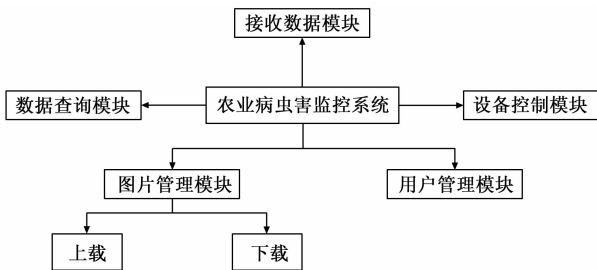


图 2 物联网技术的现代农业病虫害系统硬件总模块图

2.1 现代农业病虫害监控系统用户管理模块

监控系统的访问采用的是权限验证，系统管理员可以制定普通用户、高级用户和管理员等不同的访问权限，并将其保存在农业病虫害监控系统的数据库中。当用户登录系统时，每种用户所对应的服务器页面是不相同的，普通用户登录系统时，系统中只显示监控点农作物的环境信息和病虫害发生情况信息；高级用户不仅可以看到农作物的基本信息，还可以实现与监控点的数据传输。而系统管理员除了拥有普通用户和高级用户的权限外，还可以查看所有用户的信息、修改用户信息、用户的访问权限和密码、新增或参数用户等权限，农业病虫害监控系统用户管理模块图如图 3 所示。

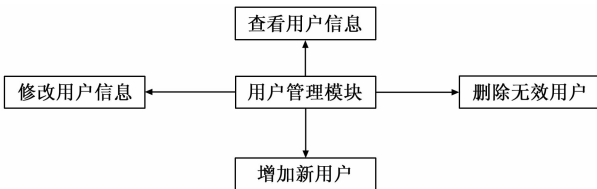


图 3 现代农业病虫害监控系统用户管理模块图

2.2 现代农业病虫害监控系统数据查询模块

基于物联网技术的现代农业病虫害监控系统中数据查询模块的主要功能是查询监控点农业病虫害的信息数据，使用监控

系统的用户不仅能够查询数据开始和结束的时间还可以指定查询监控点及农作物和病虫害的种类。现代农业病虫害监控系统数据查询模块图如图 4 所示。

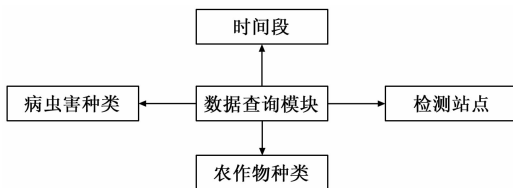


图 4 现代农业病虫害监控系统数据查询模块图

2.3 现代农业病虫害监控系统图片管理模块

现代农业病虫害监控系统中的图片管理模块可以让用户直接观察到农作物受病虫害危害的程度。同时监控系统设置了上传模块，其功能是确定农作物的病情。用户可以利用摄像设备拍摄农作物的照片，并将照片上传到监控系统的服务器，服务器可以按照照片的种类和时间将照片保存到制定的位置。这种上传方式较为灵活，用户在上传照片的同时，还应填写照片拍摄的时间和监控地点方便监控系统服务器的储存。专家和学者可以通过系统看到用户上传到服务器的照片，进行分析和解答。

2.4 农业病虫害监控系统接收数据和设备控制模块

农业病虫害监控系统中接收数据模块的功能是接收监控点采集的农作物数据。监控点采集农作物生长环境的信息和病虫害种类的信息，然后将采集的数据信息通过物联网传送到服务器。设备控制模块的功能是控制监控点传送的数据信息，专家和学者可以有目标性的收取有用的农作物数据信息。农业病虫害监控系统接收数据和设备控制模块图如图 5 所示。

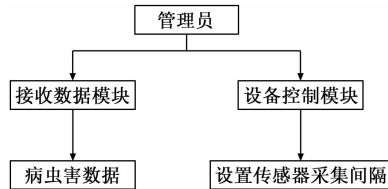


图 5 病虫害监控系统接收数据和设备控制模块图

2.5 现代农业病虫害监控系统预警模块

现代农业病虫害监控系统的预警模块主要功能是在危害发生前发出警示信号，并采取有效的控制病虫害的措施，减小给用户带来的损失。农业专家和学者对病虫害的图像和数据进行分析，进一步确定病虫害的种类，并设置病虫害发生程度的报警临界点，其目的是为了使病虫害监控系统预警模块能够准确无误的进行报警，将用户的损失降到最小。

3 现代农业病虫害监控系统软件设计

基于物联网技术的农业病虫害监控系统软件设计中，数据传输可以方便地实现物联网文件和多媒体信息数据的传输。通过对物联网农业病虫害的资源进行分割和优化，实现物联网农业病虫害的数据传输，利用簇间优化机制解决物联网病虫害监控系统中监控点区域路径抖动的问题，最终使农业病虫害监控系统稳定运行。

物联网中的传感器开始工作时，负责病虫害上传工作的物联网节点将数据信息以数字的形式发送，物联网节点 i 接收到

病虫害数据信息后，将病虫害发生的位置和物联网节点间的距离进行计算，计算完成后得到最近的节点作为物联网簇头节点 (CH 节点)。确定了病虫害的物联网簇间区域后，节点 i 被记为物联网节点 (PCH 节点)，并将病虫害数据信息以 Hello 形式传播到物联网 CH 节点中。因为 Hello 形式包含了物联网节点的全部能量消耗信息，可以计算出物联网病虫害监控网络节点的能量消耗速率。但 CH 节点需要首先考虑监控区域内的其他节点能量的消耗情况，再根据物联网节点的排序情况进行更新，从而可以对当前物联网 CH 节点的情况进行估算。

CH 节点在接收到 Hello 形式分组之后，计算节点 i 的物联网能量自感阈值 $H_{Door}(i)$ ：

$$H_{Door}(i) = \frac{H(i)}{\sum_{j \in CH} H(j)} \quad (1)$$

式中， $H(i)$ 表示物联网中节点 i 已经消耗完的能量， j 属于节点 i 同一监控点的其它 PCH 节点。

若节点 i 要成为 CH 节点，必须通过公式 (1) 计算物联网路径自感阈值，由于监控点中的任意一个节点都有可能被选为物联网中的 CH 节点，设任意一个节点为 i ，它的物联网自感阈值为 $H_{Door}(i)$ ，物联网的阈值越大，表示节点的病虫害数据传输性能就越好，一旦物联网中 CH 节点出现故障，那么 i 节点被选中几率就越高。通过计算的阈值加权 $\sum H_{Door}(i)$ ，并考虑当前节点对下一时间段的监控节点阈值存在的正向数据传输反馈，计算出系数 μ_i 进行 CH 节点判断：

$$\mu_i = \frac{H_{Door}(i)}{\sum H_{Door}(j)} H_{Door}(CH) \quad (2)$$

只有当 μ_i 的数值比 $H_{Door}(CH)$ 大时，才能对物联网簇头节点进行替换。因为公式 (2) 中得到的结果对节点替换的影响较大，所以在一定时间范围内的监控点周期 T 中，节点 i 为物联网 CH 节点消耗的时间 $Time(i)$ 为：

$$Time(i) = \lambda T \omega (1 - \omega) \frac{\sum_{j \in CH} H(j)}{H(i)} \quad (3)$$

式中， $\lambda \in [0, 1]$ 为物联网数据传输中的路径调整因子， $T \in [0, 1]$ 所表示的是物联网簇头节点的监控点更新周期， $\omega \in [0, 1]$ 代表的是物联网数据传输中的路径递归因子。只有当 $Time(i)$ 比 T 大时，才可以进行物联网 CH 节点更新的程序。

选取某个物联网 CH 节点在接收病虫害监控系统中 PCH 节点发送的病虫害数据，在带宽 B 网络环境中，将病虫害数据分割成 Num 个独立的病虫害信息流进行物联网技术中的数据传播，在物联网技术中，数据传输 CH 节点可以作为病虫害数据传输中的节点，由公式 (2)、(3) 可通过选取物联网中的节点可以减少病虫害数据传输过程所用的能量，因此对物联网技术下病虫害数据传播的节点 i 而言，通过计算数据传播过程中消耗的能量 $H(i)$ 与网络中其他节点的能量消耗 $H(j)$ 的比值，在减少数据传输过程中消耗能量的同时，对物联网数据传输带宽进行重新分配。而且在数据传输过程中不能超过物联网带宽 B ，所以在进行物联网数据传播过程中将病虫害数据分成 Num 条子路径，其计算公式为：

$$Num = \eta (1 - \eta) \frac{\sum_{j \in CH} H(j)}{H(i)} B \quad (4)$$

其中： η 代表监控节点中的个数的倒数，实质为调节参数。

物联网中的节点对病虫害数据完成分割后，用 CH 节点将监控点中的 Num 个独立病虫害数据传输到下一个 CH 节点时，若下一个节点是 j 节点，那么 μ_i 、 $Time(i)$ 就能与节点 j 形成最大化比例，即 μ_i 、 $Time(j)$ 与 μ_i 、 $Time(j)$ 的比值都为最大时，病虫害数据传输中节点 i 所消耗的能量最少，所用的时间最短，满足函数 F_{cost} ：

$$F_{cost} = \varphi \frac{\mu_i}{\mu_j} + (1 - \varphi) \frac{Time(i)}{Time(j)} \quad (5)$$

其中： φ 为病虫害数据传输节点中的比例系数。

通过计算 CH 节点与监控点中其他节点之间的函数关系，选取最大函数所对应的节点 j 作为物联网中下一跳的节点，完成物联网技术的病虫害数据传输路径的优化选取过程。

物联网 CH 节点在选取病虫害数据传播路径时，对监控点中的下一个节点进行搜索，并通过公式 (4)、(5) 计算得到最好的数据传输函数，实现了物联网的病虫害数据传输。

4 测试与验证

整个系统在东北农业大学玻璃温室实地测试。以农业病虫害监控系统为基础，利用物联网技术数据传输方式组成测试系统，网络传输层采用 SIMCOM 公司的低功耗 SIM900A 模块。对现代农业病虫害监控系统工作时数据传输的效果进行测试。

测试选取的病虫害数据都是原始数据，数据传输过程中，每次发送的病虫害上传数据包为 260 个，现代农业病虫害监控系统工作时物联网的带宽速度为 20~30 kb/s。分别在物联网技术下和原始网络技术下进行病虫害数据传输实验。实验数据如表 1、表 2 所示。

表 1 原始网络技术下的传输数据

序号	测试项					
	Ping 最大值	Ping 最小值	Ping 平均值	接收数 /个	丢包数 /个	丢包率 /%
1	15 236	4 521	8 546	213	41	13.44
2	14 958	3 652	8 325	234	31	11.56
3	16 785	4 178	9 325	261	52	17.64
4	15 632	4 958	10 235	214	56	17.24
5	14 213	4 156	9 354	217	42	16.53
平均	15 365	4 293	9 157	228	44	15.28

表 2 物联网技术下的传输数据

序号	测试项					
	Ping 最大值	Ping 最小值	Ping 平均值	接收数 /个	丢包数 /个	丢包率 /%
1	5 648	2 108	3 125	235	32	9.23
2	6 237	2 048	3 426	213	36	11.32
3	5 398	2 312	3 201	241	24	7.45
4	6 145	2 154	3 015	236	23	8.23
5	6 028	2 069	3 314	225	26	7.48
平均	5 891	2 138	3 216	230	28	8.74

对比表 1 表 2 可知，病虫害原始数据在数据传输测试中，因为网络环境的影响出现了数据丢包问题，其中数据丢包率最高达到 15.28%。使数据传输过程中网络的延迟较为严重。在原始网络下，数据传输过程中病虫害数据不完整、数据延迟的

问题较为严重,不能准确体现实际情况。测试结果表明,在数据传输过程中传送的数据越少,网络的延迟时间越少,同时数据的丢包率也就越少。在基于物联网技术的现代农业病虫害监控系统中,减少数据传输所传输的数据量可以提高数据的传输速度,确保数据传输的准确性,同时节省了监控系统的费用。

分别采用本文方法和文献 [7] 方法和文献 [8] 方法进行农业病虫害监控系统接收病虫害图像的实时效率 (%) 测试,通过对单位时间内监控系统接收图像信息的数量 (个) 进行对比,对比结果如图 6 所示。

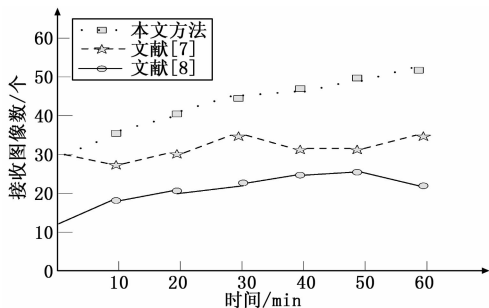


图 6 不同方法监控系统接收病虫害图像实时性对比

从图 6 中可以分析得出,本文方法接收图像的实施效率要优于文献 [7] 方法和文献 [8] 方法。本文中的农业病虫害监控系统是采用物联网技术完成的,采用物联网技术下的监控系统可对农作物的图像进行采集和传送,提高了现代农业病虫害监控系统的实施效率,保障了病虫害监控系统传送信息的准确性。

响结果。当网络带宽较大时,最大病虫害数据传输位数越大,系统传输延时就越小。

分析图 7 可知,不同的网络带宽对采用本文方法设计的现代农业病虫害监控系统传输病虫害信息传输位数影响不大,相比文献 [9] 方法和文献 [10] 方法设计的监控系统传输病虫害信息延时较短,使监控系统能够及时收取到信息,保证了系统运行的整体性能。

5 结束语

我国现阶段的农业病虫害监控系统面临着劳动量较大、监控范围较小及数据的传输较为缓慢等问题。为此,提出一种基于物联网技术的现代农业病虫害监控系统设计方法。采用该方法设计的系统可以通过监控点收集和传送图像信息、实现数据传输的实时性,同时减小了劳动量。最大程度的方便了用户和专家的工作,为农业病虫害监控系统的稳定运行提供了保障。

参考文献:

- [1] 龚燕飞, 聂宏林. 基于农业物联网技术的农业种植环境监控系统设计与实现 [J]. 电子设计工程, 2016, 24 (13): 52-54.
- [2] 李金灿, 陈皓勇. 关于电力系统远程监控优化配置设计 [J]. 计算机仿真, 2016, 33 (3): 389-394.
- [3] 邓国斌, 沈萍. 视觉物联网下的农业区域干旱自动调节系统设计 [J]. 科技通报, 2016, 32 (12): 105-109.
- [4] 王丹, 陈泽宗, 陈曦. 基于 C8051F020 的微波雷达远程监控系统的设计与实现 [J]. 科学技术与工程, 2015, 15 (15): 50-54.
- [5] 王雪瑞, 周岩. 分布式空气质量远程集中监测管理系统设计 [J]. 计算机测量与控制, 2015, 23 (7): 2314-2317.
- [6] 徐东甫, 白越, 宫勋, 等. 基于六轴多旋翼飞行器的赤眼蜂投放系统设计与试验 [J]. 农业机械学报, 2016, 47 (1): 1-7.
- [7] 房亚群, 谷利芬, 张莉. 基于物联网农业病虫害智能监控的自动喷药机研究 [J]. 农机化研究, 2017, 39 (8): 224-227.
- [8] 苏一峰, 杜克明, 李颖, 等. 基于物联网平台的小麦病虫害诊断系统设计初探 [J]. 中国农业科技导报, 2016, 18 (2): 86-94.
- [9] 姚青, 张超, 王正, 等. 分布式移动农业病虫害图像采集与诊断系统设计与试验 [J]. 农业工程学报, 2017, 33 (S1): 184-191.
- [10] 夏雪, 丘耘, 胡林, 等. 云视频监控在苹果园病虫害防治中的应用 [J]. 江苏农业科学, 2015, 43 (12): 465-468.

图 7 网络带宽的变化对 3 种方法下的监控系统运行的影响

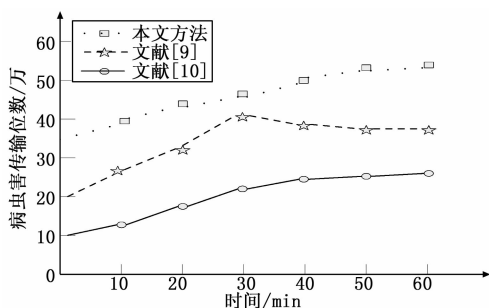


图 7 网络带宽变化对不同监控系统运行的影响

(上接第 67 页)

- [2] 张晋寅, 蒋龙生, 赵森, 等. 数字式无线工频电场测量仪的研制 [J]. 高压电器, 2011, 47 (8): 22-27.
- [3] 陈冬梅, 潘樱子, 胡超, 等. 手持式智能三轴磁场检测与定向仪的设计 [J]. 仪表技术与传感器, 2009 (3): 137-139, 142.
- [4] 张文波, 吴登刚, 新纪夫, 等. 便携式微弱磁场传感器的研究 [J]. 传感器与微系统, 2010, 29 (10): 46-48.
- [5] 卢秀和, 李建波. 基于 STM32 的四旋翼姿态控制系统 [J]. 计算机测量与控制, 2014, 22 (3): 761-763, 772.
- [6] 徐国明, 徐燕明, 曹达, 等. 基于 STM32 与 AD7606 的高精度和快速响应数字多功能表的设计 [J]. 电测与仪表, 2015, 52 (12): 102-107.
- [7] 王小进, 涂煜. 基于 AD7606 的继电保护数据处理设计 [J]. 船电技术, 2014, 34 (9): 46-49.

- [8] 黄一菲, 郑神, 吴亮, 等. 坡莫合金磁阻传感器的特性研究和应用 [J]. 物理实验, 2002, 22 (4): 45-48.
- [9] 吴建平, 李吉, 葛青. 基于 AVR 单片机的电磁场监测仪设计 [J]. 中国测试, 2011, 37 (1): 47-51.
- [10] 张国雄, 李醒飞, 等. 测控电路 (第 4 版) [M]. 北京: 机械工业出版社, 2011.
- [11] 刘冲冲, 顾金良, 宋巍, 等. 强电磁场环境下数据采集实现方法研究 [J]. 电子测量技术, 2016, 39 (3): 151-153, 161.
- [12] 杨菲, 周福星. 基于 ARM 的蓝牙通信模块的设计与实现 [J]. 通信技术, 2011, 44 (3): 113-115.
- [13] 马旭旭, 许新. 一种具有蓝牙功能的 IC 卡预付费电能表设计 [J]. 电气技术, 2016 (6): 160-163.
- [14] 张群, 杨絮, 张正言, 等. 蓝牙模块串口通信的设计与实现 [J]. 实验室研究与探索, 2012, 31 (3): 79-82.