

基于物联网的猪舍环境参数远程监控系统设计

李文华¹, 高惠芳^{1*}, 李小龙² (1. 杭州电子科技大学电子信息学院, 浙江杭州 310018; 2. 台州市农场管理站, 浙江台州 317700)

摘要 针对猪舍环境的要求与监控需求, 以物联网框架为依托, 设计了一种3层结构模型的猪舍环境参数远程监控系统。系统由现场采集控制子系统、远程监控子系统和数据库3部分构成; 采用STM32单片机现场采集环境参数和控制设备, 实时将采集数据保存到数据库; 为提高远程监控子系统的响应速度与交互性, 采用JavaScript和Ajax的异步数据交互机制, 将采集的数据实时地上传到网页显示, 控制设备能够实时地接受下达的命令。测试结果表明, 系统运行稳定, 数据传输正确, 可对环境进行有效控制, 满足猪舍环境监控的需求。

关键词 猪舍环境; 远程监控; 物联网

中图分类号 S126; TP3 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)06-296-04

Design of Remote Monitoring System for Pigsty Environment Parameters Based on the Internet of Things

LI Wen-hua¹, GAO Hui-fang^{1*}, LI Xiao-long² (1. College of Electronic and Information, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou, Zhejiang 310018; 2. Taizhou Farm Management Station, Taizhou, Zhejiang 317700)

Abstract Aiming at the requirements of monitoring and management of piggery environment, a remote monitoring system of three layer structure model was designed rely on the internet of things. The system was built of data acquisition subsystem, remote monitoring system and database. The collection of local environment parameters and device control was based on STM32, the collected data was uploaded to the database in real-time. In order to improve the response speed and interactive of the remote monitoring subsystem, asynchronous data exchange mechanism using JavaScript and Ajax was adopted, the data were uploaded to the web display in real-time, and control the equipment. The experiment showed that the system can provide stable data communication and effective control, satisfying the monitoring of piggery environment parameter.

Key words Piggery environment; Remote monitoring; The internet of things

随着现代农业和畜牧业的发展, 也伴随着生猪养殖规模的扩大和养殖数量的上升, 2014年我国全年生猪出栏量达到了73510万头, 较2013年同比增长2.7%, 我国生猪出栏量占世界的51%^[1]。猪舍环境检测与控制是提高生猪养殖数量、减少生猪养殖成本的关键技术。传统的养殖模式难以精确地对猪舍环境进行监控, 已经不能满足现代化的养殖需求。

物联网是集传感器、互联网和信息处理技术高度融合的新技术, 在农业养殖中有广泛的应用前景, 全面感知、稳定传输和智能应用是以物联网技术框架为依托的现代猪舍环境监控系统的3个重要方面^[2]。笔者设计了一种基于物联网的猪舍环境参数远程监控系统, 通过STM32单片机采集环境的温度、湿度、光照强度、二氧化碳浓度、氨气浓度、硫化氢浓度上传到网页显示, 在显示上述环境参数的同时还要能够进行远程控制, 即能够通过网页向下位机传达控制命令。控制分为手动控制和自动控制, 手动控制是人为地点击网页上的控制按钮实现对现场设备的控制, 自动控制是通过比较当前参数和设定参数的上下限来自动下发控制命令, 历史数据以曲线图的形式显示在网页上。数据采样精度在3%以内, 并且能够长期保存在数据库。

1 系统总体框架

该系统主要由3部分组成, 分别为远程监控子系统、数据库和现场监控子系统, 如图1所示。现场监控子系统采用嵌入式处理器STM32作为主控制器实现对现场参数的采集、

发送和控制。数据库采用MySQL对数据进行存储。远程监控子系统采用浏览器作为系统的终端, 采用Apache作为Web服务器。各系统之间相互独立, 通过接口函数实现数据的传输, 相互之间的耦合性较低, 具有良好的可扩展性, 利于后期的升级和维护。

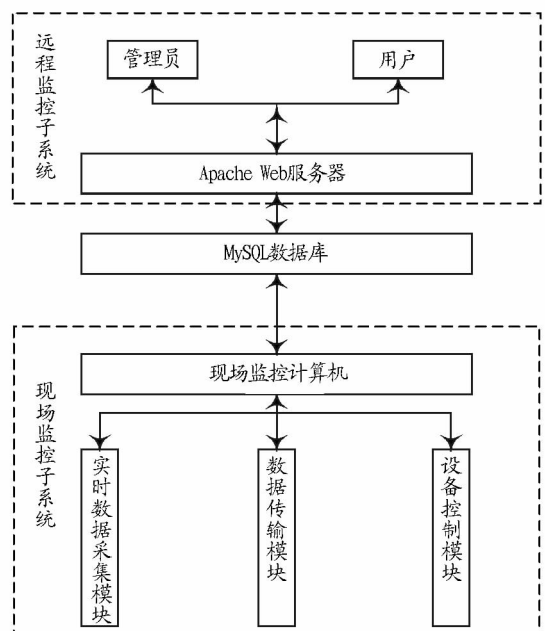


图1 基于物联网的猪舍环境参数远程监控系统总体框图

Fig.1 General block diagram of piggery environment parameters remote monitoring based on the internet of things

1.1 现场监控子系统 现场监控子系统为C/S架构, 下位机与服务器通过以太网进行通信, 考虑到猪舍环境的特殊性, 下位机通过WiFi把采集到的数据发送到服务器, 服务器中的后台软件接收到下位机发送的数据后把数据写入数据

基金项目 浙江省科技计划项目(2014C32065); 浙江省台州市科技计划项目(131ky29)。

作者简介 李文华(1990-), 男, 河南漯河人, 硕士研究生, 研究方向: 物联网。*通讯作者, 副教授, 硕士, 从事单片机控制技术、可编程控制技术及应用研究。

收稿日期 2016-02-01

库保存。当服务器中的后台软件接收到 Web 前端发送的控制信号时,后台软件通过以太网把控制信号发送给下位机。下位机采用 STM32 单片机实现对猪舍环境参数的采集和控制,STM32 单片机通过外接温湿度传感器、光照传感器、二氧化碳传感器、氨气传感器和硫化氢传感器采集数据。当下位机接收到服务器发送来的控制信号时,STM32 单片机根据控制命令来控制继电器的开关,以此达到控制现场设备(通风设备、加湿设备、加热设备等)的目的。由于现场设备可能是一些高电压、强电流的情况,因此 STM32 处理器和继电器之间需要加光耦隔离器件,防止大电流的冲击。下位机结构框图见图 2。

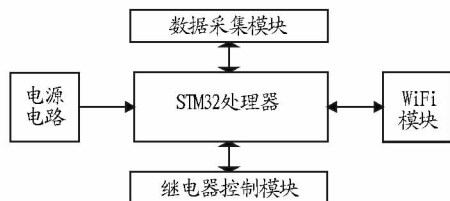


图 2 下位机结构框图

Fig. 2 Lower machine structure block diagram

1.2 远程监控子系统 远程监控子系统为 B/S 架构,浏览器作为系统的显示界面,Apach 作为 Web 服务器,前端浏览器和后台服务器之间通过 HTTP 协议进行通信,为了实现无刷新的动态数据交互,前端和后台之间通过异步 Ajax 技术实现数据的交互,能够做到无刷新的动态实时显示和实时控制^[3]。为了实现数据传输的安全性,网页界面加入了用户注册、登录验证功能。前端数据采用 POST 方式提交,POST 是一种安全的数据提交方式,通过作为函数参数进行发送,而不是以明文的形式发送数据,POST 方式提交的数据对用户是不可见的。网页界面设计了实时环境信息查看、环境参数设定和历史数据查询功能,同时兼容 4 大主流浏览器(IE、Chrome、Firefox 和 Opera),使远离工作现场的管理人员可以方便地查看猪舍环境参数和发送控制信息。

1.3 数据库 鉴于数据量不大和灵活操作的特性,该设计选用 MySQL 数据库对数据进行存储,数据库中保存了用户注册、用户登录和用户验证的信息,环境参数和控制信息采用 2 个表分开记录数据,供用户进行历史数据查询和分析。可以设置数据的保存时间,数据库能够自动删除过期的数据,不至于浪费计算机的存储空间。服务器后台软件采用 PHP 语言对数据库进行操作,PHP 语言支持标准的 SQL 语句,可以方便灵活地实现对数据的增、删、改、查等功能。

2 系统实现

2.1 猪舍环境参数实时采集与实时控制 该系统的主要目标之一是对猪舍环境参数的采集和实时控制。对实时性的要求主要有两方面,一是下位机 STM32 通过传感器采集的数据能够实时地显示在前端网页上,二是前端网页的控制信号能够实时的发送给下位机 STM32 实现对现场设备的控制。因此要求下位机 STM32 和服务器后台软件能够同时实现数据的接收和发送。为了实现这种实时性的要求,STM32 单片

机移植 uC/OS 操作系统,uC/OS 操作系统是一个可裁剪的实时性操作系统内核,通过在 uC/OS 操作系统上开启 2 个任务,一个任务用于数据的采集和发送,另一个任务用于数据的接收和控制下位机外接设备的开关。由于该系统的对数据的采集是一直进行的,控制信号的接收只有在达到一定条件时才会发生,因此用于数据接收和控制任务的优先级高于数据采集和发送任务的优先级。uC/OS 操作系统可以实现高优先级的任务打断正在运行的低优先级的任务,所以下位机在实现数据采集和发送的同时还可以接收控制信号实现对现场设备的控制。下位机在开启 2 个任务的同时,和下位机进行通信的服务器后台软件需要开启两个线程,一个线程用于接收下位机发送的数据并写入数据库保存,另一个线程用于向下位机发送控制信号。因此发送数据和接收数据能够同时运行,满足整个系统的实时性要求。下位机程序框图见图 3。

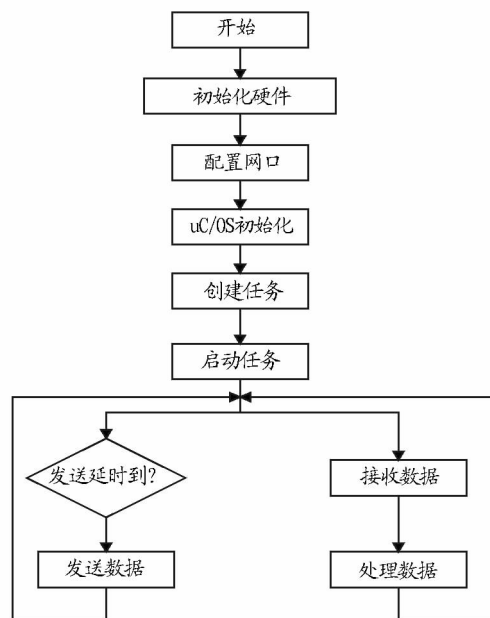


图 3 下位机程序框图

Fig. 3 Lower machine procedure block diagram

系统中设备的控制分为手动控制和自动控制,自动控制通过设定各个参数的上下限值和当前环境参数作比较,当前环境参数不在设定值的范围内时系统会自动发送控制信号。手动控制是通过点击 Web 网页上的按钮实现的。手动控制过程见图 4。网页上的控制信号写入数据库,后台软件读取数据库中的控制信号发送给下位机,但不是采用定时发送,而是在后台软件中加入了判断控制信号是否变化的行为,读取到数据库中的控制信号与上一次相比较,如果与上一次相同,说明控制信号没有发生变化,不需要发送控制信号;否则发送控制信号。这样做可减小下位机的 CPU 开销。

2.2 基于 Ajax 技术的异步数据交互 网页需要在无手动刷新的情况下也要能够实时显示猪舍环境中的参数、控制设备和历史数据查询。为了使数据能够实现无刷新的动态交互,该研究采用基于 Ajax 技术的异步数据交互方式实现数据的更新,不但能够给用户提供流畅的数据交互体验,而且

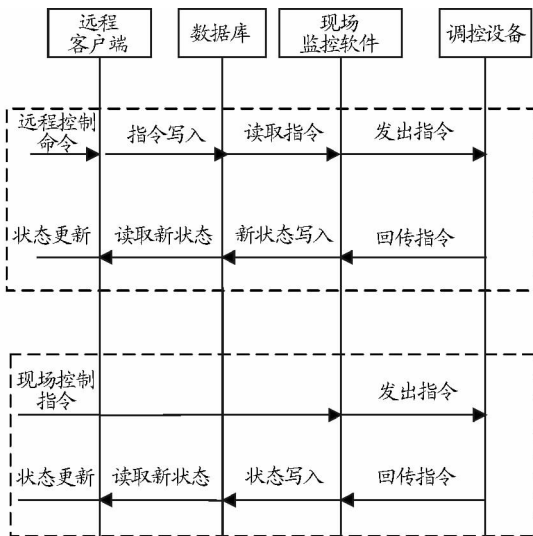


图4 手动控制流程

Fig.4 Manual control flow

能够降低服务器负担,提高网络传输效率^[4-5]。

如图5所示,远程客户端浏览器中通过调用定时器函数,每隔500ms调用一次Ajax引擎,向Web服务器发出数据更新请求,服务器查询数据库中的最新的环境数据以JSON格式回传给前端页面,从而实现猪舍环境参数的实时更新^[6-9]。

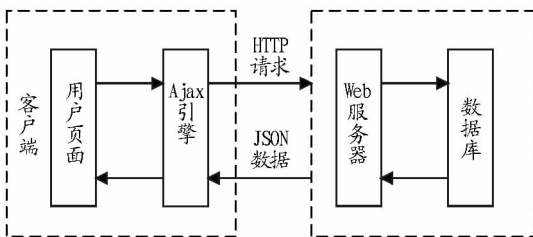


图5 Ajax请求过程

Fig.5 Ajax request process

Ajax的执行分为以下4个步骤:

- (1)通过调用函数 XMLHttpRequest() 创建 Ajax 引擎对象。
- (2)通过 open() 函数打开请求,请求包括请求的方法、请求的方式和请求的连接地址。
- (3)通过 send() 函数发送数据,当第二步中请求方法选择 get 时,send() 函数参数无需填写,当请求方法选择 post 时,数据作为 send() 函数的参数进行发送。
- (4)通过 onreadystatechange 指定回调函数,当服务器完成请求之后调用该属性指定的函数。

3 系统测试

系统在浙江省台州市百兴畜禽有限公司进行测试,检测的量包括温湿度、光照强度、二氧化碳浓度、氨气浓度和硫化氢气体浓度,要控制的量包括加热器、加湿器、排风扇。通过设定各个参数上下限开启自动控制模式。

图6是远程监控子系统的操作界面,包括当前环境参数、环境设定和历史环境等内容,通过菜单栏可以实现页面之间的切换,主界面即当前环境界面,历史数据查询以曲线

图的方式直观显示一天中环境参数变化趋势。环境设定界面可以设定各个参数的上下限值,此值会保存到数据库中,下次打开页面时会自动读取。

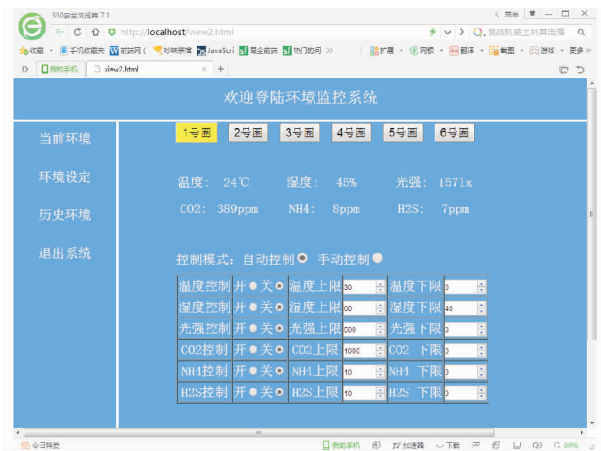


图6 环境监控系统主界面

Fig.6 Main interface of environment monitoring system

图7、8是舍内外温度和湿度的变化曲线,从图中可以看出舍外温度和湿度昼夜变化较大,在开启该系统时舍内温度最大为23℃,最小为18℃,温度变化最大为5℃。舍内相对湿度的最大值为64%,最小值为59%,相对湿度变化为5%。温度和湿度变化均在适宜的范围内。

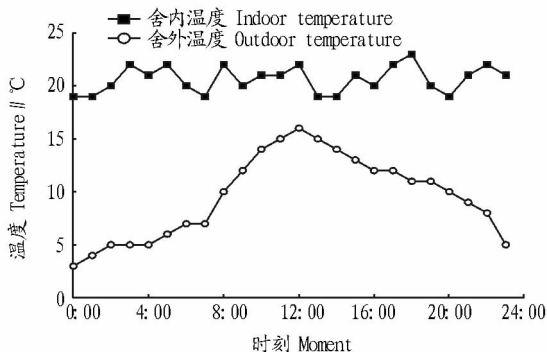


图7 猪舍内外温度变化曲线

Fig.7 Change curve of indoor and outdoor temperature

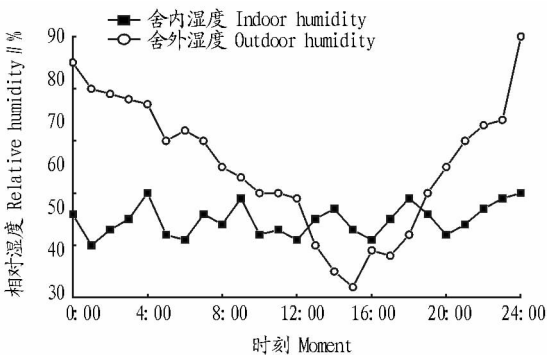


图8 猪舍内外湿度变化曲线

Fig.8 Change curve of indoor and outdoor humidity

图9是舍内的氨气和硫化氢气体浓度,在开启该系统时舍内的氨气平均浓度7.6 μL/L,硫化氢平均浓度为7.1 μL/L。图10是舍内的二氧化碳浓度,在开启该系统时二氧化

碳平均浓度为 385.0 $\mu\text{L/L}$ 。上述气体浓度均在标准范围内。

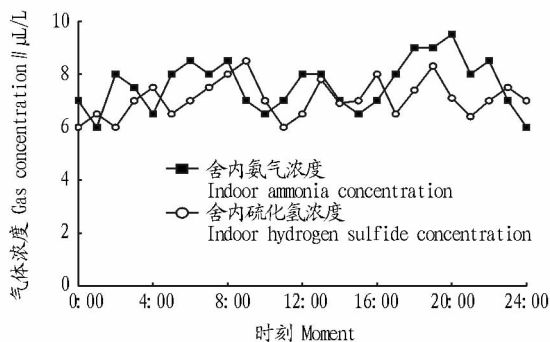


图9 猪舍内氨气和硫化氢气体浓度

Fig. 9 Indoor and outdoor ammonia and hydrogen sulfide concentration

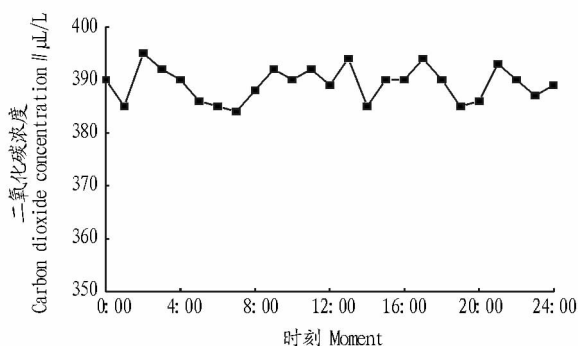


图10 猪舍内二氧化碳浓度

Fig. 10 Indoor carbon dioxide concentration

系统在实际的运行过程中,各项功能都得到了有效的测试,且运行稳定,能够实时获取猪舍的环境参数信息,提供灵活有效的监控手段。

(上接第 213 页)

考虑资源和环境对旅游开发的承受力,避免简单粗暴地使用资源。在景观建设中,尽量避免对原始自然环境进行大的变动,努力发掘自然形态中的本真之美,使其与周围的自然环境保持和谐一致,处理好开发与保护的关系。

4 结语

在我国旅游产业转型升级的背景下,旅游与文化的深层次结合是必然趋势。夹山茶禅文化源远流长、博大精深,有“世界茶禅之源”、“中国茶禅之都”的美誉,发展茶禅文化旅游优势明显,但令人惋惜的是,这一宝贵的旅游资源尚未得到有效开发。夹山应该以浓郁的茶禅文化和优美的自然环境为依托,打造旅游精品,加强特色旅游商品开发力度,满足

4 结论

该研究结合猪舍管理需求,以物联网技术框架为依托,设计并实现了猪舍环境参数远程监控系统,系统由远程监控子系统、现场采集控制子系统和数据库 3 部分组成,各部分之间的独立性,保证了该系统具有较高的扩展性、维护性和应用性。网页部分采用 Ajax 异步数据交互技术实现环境数据显示、历史数据查询以及设备控制等功能时,用户无需刷新,无需等待服务器的响应。根据猪舍的实际管理需求,设计了自动控制模式和手动控制模式。自动控制模式只需要设定好各个参数的上下限值,系统会根据当前环境数据和设定值比较来控制设备的开关,能够实现猪舍环境参数的全天候监控。

参考文献

- [1] 新农网. 2014 年生猪出栏数据变化[EB/OL]. (2011-10-04)[2015-12-27]. <http://www.cajcd.edu.cn/pub/wml.txt/980810-2.html>.
- [2] 秦琳琳, 陆林箭, 石春, 等. 基于物联网的温室智能监控系统设计[J]. 农业机械学报, 2015, 46(9): 261-266.
- [3] 孙忠富, 曹洪太, 李洪亮. 基于 GPRS 和 WEB 的温室环境信息采集系统的实现[J]. 农业工程学报, 2012, 22(6): 131-134.
- [4] 李立峰, 武佩, 麻硕士. 基于组态软件和模糊控制的分娩猪舍环境监控系统[J]. 农业工程学报, 2011, 27(6): 231-235.
- [5] 何勇, 聂鹏程, 刘飞. 农业物联网与传感器研究进展[J]. 农业机械学报, 2013, 44(10): 216-226.
- [6] 陆林箭, 秦琳琳, 石春, 等. 基于 Web 的现代温室远程监控系统的设计与实现[C]//第三十二届中国控制会议论文集. 中国自动化学会控制理论专业委员会, 中国系统工程学会, 2013: 6660-6663.
- [7] 孟庆瑞, 天兆锋, 阎楚良. Ajax 技术在农业装备信息网中的应用[J]. 农业机械学报, 2014, 39(12): 132-135.
- [8] LYGEROS J, JOHANSSON K H, SIMIC S N. Dynamical properties of hybrid automata[J]. IEEE transactions on automatic control, 2013, 48(1): 2-17.
- [9] HASNI A, TAIBI R, DRAOUI B. Optimization of greenhouse climate model parameters using particle swarm optimization and genetic algorithms [J]. Energy procedia, 2013, 26(5): 168-187.

客源市场多样化的旅游需求。同时,要加强宣传、与区域内其他旅游资源进行整合,提高夹山茶禅文化旅游的影响力,拓宽客源市场,增加旅游收入。在开发利用的基础上,还要注重保护,实现经济效益、社会效益、环境效益的协调统一。

参考文献

- [1] 鄢敬新. 茶禅一味[M]. 青岛: 青岛出版社, 2013.
- [2] 马晓俐. 灵隐寺与少林寺禅茶文化的比较研究[J]. 茶叶科学, 2012(6): 559-564.
- [3] 释演法. 圆悟克勤传[M]. 北京: 宗教文化出版社, 2012.
- [4] 圆悟克勤, 子愚居士. 碧岩录解析[M]. 北京: 宗教文化出版社, 2014.
- [5] 王迎春. 安庆禅宗文化流传与旅游开发初探[J]. 安徽农业大学学报(社会科学版), 2013(1): 136-140.