

基于无线传感器网络的农业环境智能监控系统的设计与开发研究

承洋洋¹, 王库^{1*}, 刘超², 李国平³, 闫晓锋³, 石仲伟³

(1. 中国农业大学, 北京 100083; 2. 国家电网青海省西宁供电公司, 青海西宁 810000; 3. 晋城供电分公司, 山西晋城 048000)

摘要 根据现代农业环境监测的需求, 设计了一种新型的农业环境智能监控系统, 该系统由农田无线监控系统和远程服务器组成。农田无线监控系统使用 Jennic 公司的 JN5139 无线微处理器, 构建 ZigBee 网络采集和传输空气温湿度、土壤湿度、CO₂ 浓度、光照强度等环境数据, 以及使用 TI 公司的 DM365 微处理器采集 500 万像素图像。远程服务器采用 Microsoft SQL Server 2008 数据库管理环境数据和图像数据, 并提供 WEB 服务。该系统充分发挥了嵌入式在环境监控系统中的运用优势, 同时与无线传感网络技术、WEB 技术、数据库技术和物联网技术相结合, 使得农业环境监控更加智能化、简易化和高效率。

关键词 农业工程; 农业智能监控系统; ZigBee; 无线传感网络

中图分类号 S126 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)11-05134-04

Design and Development of Intelligent Agricultural Environment Monitoring System Based on Wireless Sensor Network CHENG Yang-yang et al (China Agricultural University, Beijing 100083)

Abstract According to the requirement of modern agricultural environment monitoring, a new intelligent agricultural environment monitoring system was designed. This system contains two parts which is farmland wireless monitoring system and remote server. Farmland wireless monitoring system constitute a ZigBee network to capture and transfer environment data about the temperature and humidity of air, humidity of soil, density of CO₂ and intensity of illumination on the basis of Jennic company's JN5139 wireless microprocessor. Meanwhile, the farmland wireless monitoring system also uses a TI company's DM365 microprocessor to capture 5 million pixel picture. As for the remote server, it adopts Microsoft SQL Server 2008 database to manage environment data and images and also support WEB service. The whole system combined with wireless sensor technology, WEB technology, database technology and internet of things technology takes advantage of embedded system, making the agricultural environment monitoring system more intelligent, simpler and efficiency.

Key words Agricultural engineering; Intelligent agricultural monitoring system; ZigBee; Wireless sensor network

在全球化信息化以及数字化的背景下, 我国农业正处于从传统农业向现代农业过渡的关键阶段。而对农作物生长环境的实时远程监控为精细农业环境监测提供了一种有效的解决方案并且也为农业研究提供了一种科学依据。

在传统农业监测中, 经常使用模拟传感器采集数据, 经过 A/D 转换, 通过 RS485 总线传输到 PC 中进行现场监测。这种传统的农业环境监测系统明显具有以下不足之处: ① RS485 总线传输距离短, 不能真正做到大范围监测。②传统农业环境监测仅仅是对一些影响农作物生长的环境因子做了监测, 而忽略对农作物的生长长势的图像采集, 而农作物的图像采集在现代精细农业中却是具有非常重要的意义。另外, 农业研究是一个长期的过程, 需要对常年环境数据进行综合分析研究, 而在传统的农业监测中, 往往缺乏长期保存管理这些环境数据的功能^[1-9]。

所以在该系统中将克服上述传统农业监测的不足之处, 设计基于嵌入式系统的农业环境智能监控系统, 在数据采集集中采用 ZigBee 无线网络采集空气温湿度、土壤湿度、CO₂ 浓度、光照强度等环境数据, 同时使用 TI 公司的 DM365 芯片对农作物采集 500 万像素图像, 最后将这些数据通过无线 WIFI 网络传输到一台服务器中, 用户可以通过浏览器访问这些数据并且可以设置采集参数, 从而实现真正农业环境智能远程监控, 极大提高了农业智能化、网络化水平。

作者简介 承洋洋(1989-), 男, 安徽芜湖人, 硕士研究生, 研究方向: 信号与信息处理, E-mail: chengyang59@qq.com。* 通讯作者, 教授, 博士生导师, 从事视频流的实时处理与传送方面的研究。

收稿日期 2013-03-24

1 系统总体设计

借鉴国内外最新研究经验, 设计的农业智能环境监控系统结构示意图如图 1 所示。智能监控系统主要由两部分组成: 监控网络、远程服务器。

在监控网络中, 对于分布在农田各个区域的远距离传感器节点, 构建 ZigBee 网络采集和传输空气温湿度、土壤湿度、CO₂ 浓度、光照强度等环境数据, 最终这些环境数据汇聚到一个无线接收点上, 此无线接收点通过 RS485 总线将环境数据传输到摄像头所在的数据汇聚节点上。数据汇聚节点同时也具有图像采集功能, 可以采集 500 万像素的 CMOS 图像, 并且将图像和环境数据通过 WIFI 无线电台发送到远程的服务器上。

在远程服务器中, 将环境数据和图像存入数据库中进行管理, 并且提供 WEB 服务器功能, 用户人员或者管理人员可以通过浏览器访问服务器上的环境数据和图像并且能够设置采集参数。

2 农田监控网络的实现

2.1 无线传感器采集节点 由于农场占地广, 环境复杂, 若采用传统布线方式进行采集, 难免会出现布线困难以及维护成本高这些缺点, 所以对于一些较远的地方只能使用无线传感网络这种方式采集传感数据。因此对于无线网络采集节点来说, 存储能力、电源能量、处理能力和通信能力都是极其有限的, 这就要求在设计此无线网络采集节点系统时要紧紧围绕着低功耗、传输高可靠性来进行硬件设计, 同时还要求其具备丰富的与外设交互能力。因此, 该系统中使用 Jennic 公司的 JN5139 无线微处理器模块, 数据的无线传输是基于 ZigBee 协议开发的。

2.1.1 硬件设计。JN5139 是一个低功率、低功耗的用来开发基于 IEEE802.15.4 和 ZigBee 协议的程序的无线微控制器。它集成了 1 个 32-bit 的 RISC 处理器和 1 个符合 IEEE802.15.4 规约的 2.4 GHz 发射接收器,还包括 96 kB 的

RAM、192 kB 的 ROM、3 个系统定时器、2 个应用计时器、2 个 UART 串口、4 路 12-bit ADC、2 路 11-bit DAC、5 个 SPI 接口、2 线串口 (I2C 兼容) 21 个通用 IO (复用) 等。图 2 是无线传感采集节点示意框图。

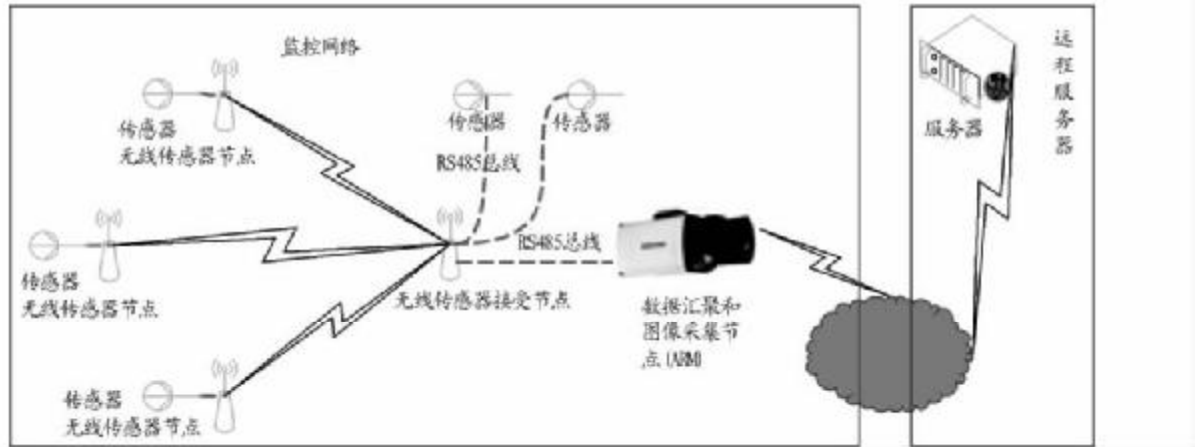


图1 智能监控系统结构示意图

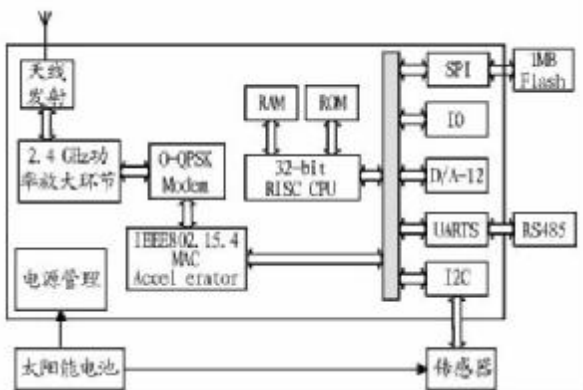


图2 无线传感器采集节点结构示意图

环境数据采集,土壤水分温湿度传感器采用 TDC220D 用于测量土壤温度和湿度,该传感器数字化设计,内嵌微控制器,支持 I2C 总线数字输出,可以高精度地同时测量土壤水分和温度;空气温湿度传感器选用瑞士 Sensirion 公司的数字化温湿度传感器 SHT10,该温湿度传感器集成度高,接口电路简单,支持 I2C 总线数字输出;光照传感器采用的是 TAOS 公司推出的第 2 代光强数字转换芯片 TSL2561,具有高速、低功耗、宽量程、可编程灵活配置等优点,也支持 I2C 总线数字输出;二氧化碳浓度传感器使用的是 CGS-3100 CO₂ 传感器模块,它是世界上最小、最轻的 NDIR 技术 CO₂ 传感器模块,其接口多样,同时支持 UART、I2C 总线,安装使用简单方便。

2.1.2 软件设计。ZigBee 技术是一种基于 IEEE802.15.4 协议标准的短距离无线通信技术,其有 3 个工作频段,其中 2.4 GHz 是全球通用的免费频段。在通信距离较短的情况下,其工作状态的耗电量为 30 mW,因此 ZigBee 是无线传感器网络的最佳选择。

在 JN5139 模块中,JENNIC 公司已经提供了 ZigBee 的网络协议栈,使得开发方便快捷。在设计中,使用星型网络拓

扑结构,即使用一个网络协调器 (Coordinator) 和多个子节点 (End)。其中,网络协调器 (Coordinator) 的功能是负责配置网络参数,启动建设网络,接收子节点上传的数据或者向子节点发送数据;子节点 (End) 的功能仅仅就是负责采集环境数据,然后上传给协调器 (Coordinator),同时接收协调器 (Coordinator) 控制。

2.2 数据汇聚和图像采集节点 对数据的汇聚节点的要求是能够满足以下功能:①能够通过 RS485 总线与无线通信模块 JN5139 通信,交互信息;②能够通过 RJ45 接口与服务器相连,互相交换数据;③能够采集高清图像,并且能够提高图像的编码、压缩等功能。鉴于这些要求,该系统核心处理器选取了美国德州仪器 (TI) 公司生产的 TMS320DM365 数字视频片上系统 (简称 DM365),并针对功能要求,采用嵌入式 Linux 系统完成开发。

2.2.1 硬件设计。DM365 是一款专为低功耗便携式数字媒体应用设计的高集成度的芯片,能够高效地完成系统控制以及数据处理的任务。系统硬件平台功能模块框图如图 3 所示。图 3 所示的硬件平台中核心处理器 DM365 是高度集成可编程平台,适用于低成本低功耗多媒体开发应用。DM365 处理器采用 ARM926EJ-S 核,其负责 Linux 操作系统的运行,管理外围接口的工作。DM365 内部集成了 H.264 高清编解码协处理器 (H264VCP)、MPEG4-JPEG 协处理器 (MJCP),实现数字图像的 H.264/MPEG4/JPEG 硬件压缩编码。其内部还包括一个视频处理子系统 (VPSS),分为视频处理前端 (VPFE) 和视频处理后端 (VPBE)。

图像采集模块采用高清 CMOS 图像感光芯片 MT9P031,该传感器满阵列时可输出 2592Hx1944V (517 万像素) 高清图像,其像素时钟最高可达到 96 M/s。

2.2.2 软件设计。对于数据汇集节点来说,要能够通过 RS485 总线从 JN5139 无线传输模块中获取环境数据,同时还能够通过网线将环境数据上传到服务器中,所以在软件设计

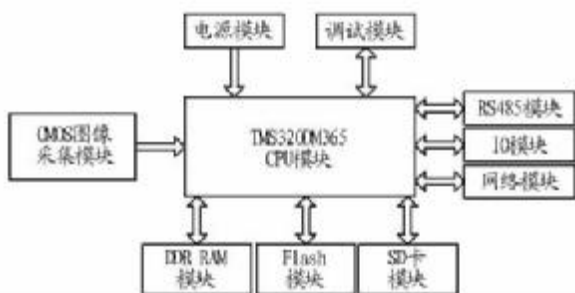


图3 数据汇聚节点和图像采集功能模块

中,创建3个线程,分别为主线程、RS485线程、网络线程。RS485线程主要用于负责从串口端接受环境数据和给JN5139无线传输模块发送指令;网络线程主要用于负责上传环境数据到服务器中和接受服务器发送的指令;而对于主线程来说,则主要负责整个程序的稳定性以及协调其余两个线程。图4是数据汇聚节点程序流程图。

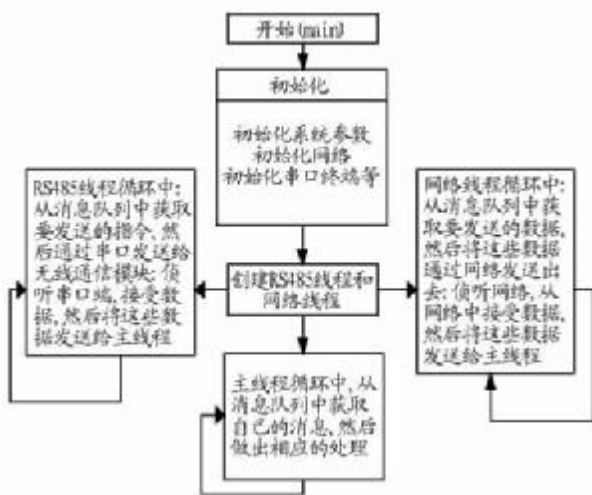


图4 数据汇聚节点程序流程示意

对于图像采集来说,图像采集进程主要完成视频图片的采集、压缩、存储和发送,同时具有自动调整曝光时间、白平衡参数的功能,以得到更佳的图像质量。图像采集压缩进程,采用了多线程的程序设计架构,其包括原始图像采集线程(Capture线程)、图像压缩线程(Encode线程)、自动白平衡自动曝光调整线程(H2A线程)、控制线程(Control线程)、发送线程(Send线程)。

3 远程服务器的实现

远程数据中心的主要功能是从监控网络中获取环境数据和图像,然后将这些存入数据库中,最后提供WEB服务器功能,可以让用户通过浏览器查看这些数据和图像并且能够设置采集参数。

远程数据中心主要由服务器软件、数据库、WEB服务器组成,其中服务器软件是选择Microsoft Visual C++ 6.0作为开发工具而编写的,其主要完成从监控网络中获取环境数据和图像功能,然后将接环境数据和图像存入到数据库中去。

数据库选择的是Microsoft SQL Server 2008,而WEB服务器选择的是Microsoft的Internet Information Server (IIS),使用的是ASP.NET开发的。

在系统中,可以让用户通过浏览器查询到具体时间所对应的传感数据和图像,以及观察到1d、1个月、1年的数据变化曲线图,也可以让管理员用户设置图像和传感数据采集间隔。图5是1d的传感器数据显示图。

4 系统试验

该系统首先在实验室组装调试成功后,在实验室经过正常运行30d后,已经在中国农业大学涿州农场安装了2套。图像采集间隔设置为5min,而环境数据采集间隔设置为30min,系统中安装了空气温度、湿度、土壤湿度、CO₂浓度、光照辐射、风速、风向、光强、雨水、雨雪传感器,可以根据需要安装更多传感器。实际效果表明,除了现场偶有断电以及人

序号	时间	节点	温度	湿度	光照	光合有效辐射	光合辐射	风速	风向
1	2013-1-23 10:09:48	节点101	19.46	95.23	0.44	4.93	1922.71	1.18	东
2	2013-1-23 10:09:50	节点101	19.29	95.11	0.44	5.14	1922.71	0.15	东
3	2013-1-23 1:09:47	节点101	19.29	95.11	0.44	8.63	1922.71	1.96	东
4	2013-1-23 1:09:50	节点101	19.78	94.99	0.44	7.4	1922.71	0	东
5	2013-1-23 2:09:47	节点101	19.61	94.25	0.42	3.7	1922.71	0	东
6	2013-1-23 2:09:46	节点101	19.46	94.74	0.42	4.93	1922.71	0.04	东
7	2013-1-23 3:09:49	节点101	19.63	94.25	0.44	4.52	1922.71	0.95	东
8	2013-1-23 3:09:46	节点101	19.63	94.25	0.44	4.52	1922.71	0.48	东
9	2013-1-23 4:09:49	节点101	19.46	94.2	0.42	6.58	1922.71	0	东
10	2013-1-23 4:09:49	节点101	19.95	94.12	0.44	7.01	1922.71	0	东

图5 1d环境数据显示

为误操作等干扰外,一直运行良好,充分表明了该系统已经达到了实用化程度。

5 结论

该系统具有以下特性:①分析了传统农业监测方式的不足之处,根据现代农业环境的应用需求,增加了高清图像采集功能,提出了由农业监控网络和远程数据中心组成的一种

基于无线传感器网络的农业智能环境监控方案。②采用JN5139无线微处理器作为核心的环境数据采集硬件平台,构建ZigBee网络采集和传输环境数据,同时使用DM365芯片进行图像采集压缩编码和环境数据汇聚,具有开发周期短、成本低、功耗低、系统稳定等优势。③基于数据库管理环境数据和图像,同时提供WEB服务功能,使得农业研究更加方

便、高效。

参考文献

- [1] 左仲善, 纪建伟, 邹秋澄. ZigBee 在农业环境监测系统中的应用[J]. 农业网络信息, 2009(7): 19-22.
- [2] 纪建伟, 鲁飞飞. ZigBee 技术在农业环境监测系统中的应用与研究[J]. 农业网络信息, 2011(1): 24-27.
- [3] 于海业, 罗瀚, 任顺, 等. ZigBee 技术在精准农业上的应用进展与展望[J]. 农机化研究, 2012(8): 1-6.
- [4] 常超, 鲜晓东, 胡颖. 基于 WSN 的精准农业远程环境监测系统设计[J]. 传感技术学报, 2011(6): 879-883.
- [5] 蔡锦, 毕庆生, 李福超. 基于 ZigBee 无线传感器网络的农业环境监测系统设计[J]. 江西农业学报, 2010(11): 153-156.
- [6] 庞娜, 程德福. 基于 ZigBee 无线传感器网络的温室监测系统[J]. 吉林大学学报, 2010, 28(1): 55-60.
- [7] 王谦孙, 孙忠富, 李秀红, 等. 基于嵌入式系统的农业环境监测系统的设计[J]. 嵌入式系统应用, 2006, 22(8): 38-40.
- [8] 崔光照, 靳嵩. 基于无线传感器网络的农业环境监测系统[J]. 通信技术, 2008, 41(12): 287-289.
- [9] 刘卉, 汪懋华, 王跃宣, 等. 基于无线传感器网络的农田土壤温湿度监测系统的设计与开发[J]. 吉林大学学报, 2008, 38(3): 604-608.

(上接第 5128 页)

置”,关键在于区分本案县政府颁发林权证行为是行政确认行为还是行政许可行为,行政确认行为依法应以前置为必要,而行政许可行为可径行向法院起诉。因此,在涉及土地、森林等自然资源权属争议引发的行政诉讼中,正确划分行政确认和行政许可行为是判断是否需“复议前置”的关键。依据《行政复议法》第 30 条第 2 款及最高院 2005 年的司法解释有明确规定,初次颁发森林等九大自然资源的所有权或使用证书的行为属于行政许可,而行政许可并非属于行政复议法第 30 条的调整对象。而最高院 2003 年解释复议法第 30 条第 1 款时说,此款的具体行政行为必须是对“已经依法取得“九大资源的再次确认才属于复议前置,本案中原告村民乙认为县政府给第三人村民甲颁发林权证这一行政许可行为对其的权利产生实际影响,侵犯了其合法权益,村民乙可以直接提起行政诉讼,因而也就不适用行政复议法第 30 条第 1 款规定的复议必经式了。

2.3 县政府的颁证行为存在瑕疵 为进一步规范林权登记,国家林业局于 2000 年发布《林木和林地权属登记管理办法》。《办法》第 10 条规定登记机关对已经受理的登记申请,应当自受理之日起 10 个工作日内,在森林、林木和林地所在地进行公告,公告期为 30 天。第 11 条规定对经审查符合下列全部条件的登记申请,登记机关应当自受理申请之日起 3 个月内予以登记。通过对本案分析不难看出,县政府的颁证行为存在着两点瑕疵。一是虽然在林木所在地进行了公告,但公告是委托当地村委会干部张贴的,村委会干部不是行政机关的工作人员,不符合行政许可法的有关规定。二是行政机关在 2005 年发布的公告,却在 2007 年才颁发林权证,历经 2 年之久,超过了登记机关应当自受理申请之日起 3 个月内予以登记的时间限定。

2.4 终审判决对第三人失公正 在本案中,通过村委会会议记录等有关证据显示,争议路段多次栽植树木均不能保存,经村委会研究同意后公开承包,第三人村民甲承包该路段并与村委会签订合法有效承包合同,缴纳承包费后,栽植并管护树木,按照有关规定申请办理林权证。现因发证机关在行政许可办理过程中的一点瑕疵,因原告与第三人之间少量产权争议,就简单地撤销保障第三人林木所有权的法律凭证林权证,显然有失公正。在第三人林木承包协议和林权证的前提下,原告都敢公然违法无证砍伐树木,撤销林权证后第三人依法享有的林木所有权、使用权、收益权及处置权

将更加难以保证。

3 思考与建议

本案争议的焦点是第三人村民甲与村委会签订的承包合同是否侵犯了原告村民乙林木所有权,而第三人村民甲与村委会签订的承包合同又是被告县政府颁发林权证必要要件。行政诉讼在具体审查林权登记行政管理机关从事林权登记具体行政行为合法性与适当性时,不可避免地要遇到这些民事合同,而围绕着这些民事合同的签订又无一例外地牵扯出一堆民事纠纷,这就使得法院在审理行政诉讼案件时遭遇尴尬。民事行为的效力认定问题依法不属于行政诉讼的审查范围,但是当事人之间发生的民事争议,如果效力确认,法院在审理行政诉讼案件时若避开这些民事关系,只针对林权登记行政管理机关是否对应申请事项进行了形式审查的事实,就简单予以维持林权登记行政管理机关的具体行政行为,实质上并没有真正解决当事人的争议问题,违背了维护当事人合法权益的立法宗旨。但是如果法院在行政案件中就民事法律事实进行调查和认定,也是于法无据,势必会出现随意性。

为了能够真正维护当事人的合法权益,法院不宜匆忙做出行政判决,应该与原告或其委托代理人认真沟通,建议原告先向人民法院提起民事诉讼,请求确认第三人与村委会的民事合同无效。在此过程中,行政诉讼可以中止此案,等待法院的民事判决结果。如果法院的生效民事判决是确认第三人与村委会签订的民事合同合法有效,再作维持县政府办理林权证具体行政行为的行政裁定;如果法院的生效民事判决是确认第三人与村委会签订的民事合同无效,那么当初依据这些初始无效的民事合同而核准的登记事项不应继续维持,而应依据生效法律文书的认定进行调整。此时县政府若自行纠错,主动撤销林权证,原告可以撤诉;如果县政府不自行纠错,法院可以做出行政判决,责令其撤销林权证。实践中原告可能将民事行为与行政行为混淆,对民事行为有效与否直接影响到具体行政行为效力的深层次问题认识不足,不愿意采纳此建议^[1]。根据自愿原则,法院只能做出维持行政机关具体行政行为的决定。

参考文献

- [1] 倪瑶. 一起房屋产权登记行政复议疑难案件引发的思考[EB/OL]. (2007-05-16) <http://www.chinalaw.gov.cn/article/dfxz/dfxz/ah/200705/20070500034870.shtml>.