

基于物联网的环境监测系统的研究及实现

李伟强¹, 李晓¹, 陈定鑫¹, 杨建铝¹, 曾松伟^{1,2,3*}

(1. 浙江农林大学信息工程学院, 浙江临安 311300; 2. 浙江农林大学, 浙江省林业智能监控和信息技术研究重点实验室, 浙江临安 311300; 3. 智慧农业研究中心, 浙江临安 311300)

摘要 基于物联网的环境监测系统是一个小型气候信息的自动化监测控制系统, 能更好地帮助用户们管理作物。阐述了该系统的总体设计方案, 并介绍了其硬件系统设计和软件系统设计, 最后对其应用案例进行了阐述。

关键词 无线传输; 单片机; 环境监测系统

中图分类号 S126 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)12-0199-04

Research and Implementation of the Environmental Monitoring System Based on Internet of Things

LI Wei-qiang¹, LI Xiao¹, CHEN Ding-xin¹, ZENG Song-wei^{1,2,3*} et al (1. College of Information Engineering, Zhejiang A&F University, Lin'an, Zhejiang 311300; 2. Zhejiang Key Laboratory of Forestry Intelligent Monitoring and Information Technology Research, Zhejiang A&F University, Lin'an, Zhejiang 311300; 3. Wisdom Agricultural Research Center, Lin'an, Zhejiang 311300)

Abstract Environmental monitoring system based on internet of things is a small automatic monitoring control system for climate information, which can help users better manage their crops. The overall design scheme of this system was expounded, and the designs of hardware system and software system were introduced. And its application case was described.

Key words Wireless transmission; Single chip microcomputer; Environmental monitoring system

温湿度、风向和降雨量等环境因素是农业生产过程中必须要考虑的重要部分, 因此对作物生长环境的监测成为农户在经营农田的关键一环。我国的环境监测技术较国外还有很大的差距, 绝大多数通过有线采集现场参数信息来传送环境信息, 而通过无线传输方式来获得环境参数尚处于起步阶段, 而且环境参数的精度也无法保证^[1]。国外的监测技术虽然在科技含量上占有优势, 但是在价格成本方面大大超过国内同类产品。

在借鉴和吸收国内外环境监测技术的基础上, 笔者所在项目组已经掌握了环境自动测报的基本原理和实现方法, 提出了系统实现方案——系统设计目标、选择通讯方式、环境监测系统的构成和开发系统的技术路线。基于无线传输的自动环境变量采集系统的软硬件系统, 包括环境数据采集器、通信和环境数据中心处理系统^[2]。环境参数收集的精度成为目前的研究重点和难点之一。笔者提出了基于物联网的环境监测系统的总体设计方案, 介绍了其硬件系统设计和软件系统设计, 并对其应用案例进行了阐述。

1 总体设计方案

生态环境监测系统主要将温湿度、大气压、雨量、风速和 PM2.5 这 5 个参数作为监测对象, 实现 5 个参数实时在线监测, 在 LCD 显示屏上实时显示采集的生态环境参数数据, 同时本地存储数据, 并通过 GPRS 通讯模块上传到远程监控中心。

根据上述功能要求, 系统主要由传感器模块、气象数据采集模块、人机交互模块、数据库模块、远程监控模块、数据存储模块和手持设备组成, 系统框架如图 1 所示。

基金项目 国家级大学生创新创业训练计划项目(2015101341013)。
作者简介 李伟强(1994—), 男, 浙江台州人, 本科生, 专业: 电子信息工程。* 通讯作者, 副教授, 硕士, 硕士生导师, 从事电子信息系统集成、复杂模型建立、图像处理与机器视觉等方面的研究。
收稿日期 2017-02-27

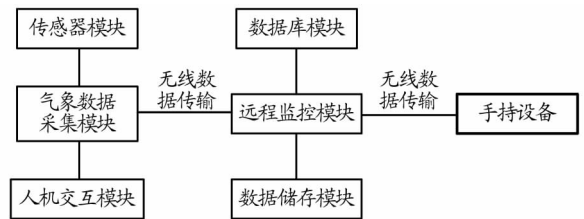


图 1 系统框架

Fig. 1 The system's framework

2 硬件系统设计

2.1 最小系统 系统采用 STM32 系列闪存微控制器作为主控模块, 采用了哈佛结构, 使用 ARM 最新的先进架构的 Cortex-M3 内核, 与 ARM7TDMI 相比速度最多可增加 35% 且代码最多可节省 45%, 具有 Thumb-2 指令集、16 位 CPU 的集成度和 32 位 CPU 的性能, 更有利于项目团队的开发。该系统的适应能力较强, 使得产品可以更容易流入市场。最小系统包括单片机及电源、时钟、复位等部分, 其中单片机是整个系统的控制中心, 该最小系统的电路如图 2 所示。

2.2 数据采样模块 数据采样模块是环境监测系统的一个重要部分, 按照系统设计的要求, 该系统需要实时采集温湿度、大气压、风速、雨量和 PM2.5 这 5 个参数^[3]。系统采用的传感器型号分别为 DHT-11 温湿度、BMP-085 大气压传感器、CG-04 雨量传感器、FR-WS 风速传感器和 PMS-1003 颗粒物传感器。

除颗粒物传感器采用 5 V 供电之外, 其余传感器均采用 3.3 V 电压(3.3 V 电压由转压芯片 LM-2596 产生)。各传感器接口电路如图 3 所示。

2.3 存储模块 存储模块是信息采集模块的子模块, 需要存储大量的环境信息, 要求储存信息不失真, 写入速度快, 容量大, 实现本地备份, 防止数据无故丢失。系统采用 SD 卡作为存储介质, 而 SD 卡每小时发送 N 组数据, 每组数据有 5 个参数, 每个参数大小为 8 bit, 则每天发送的数据量为 120 kb,

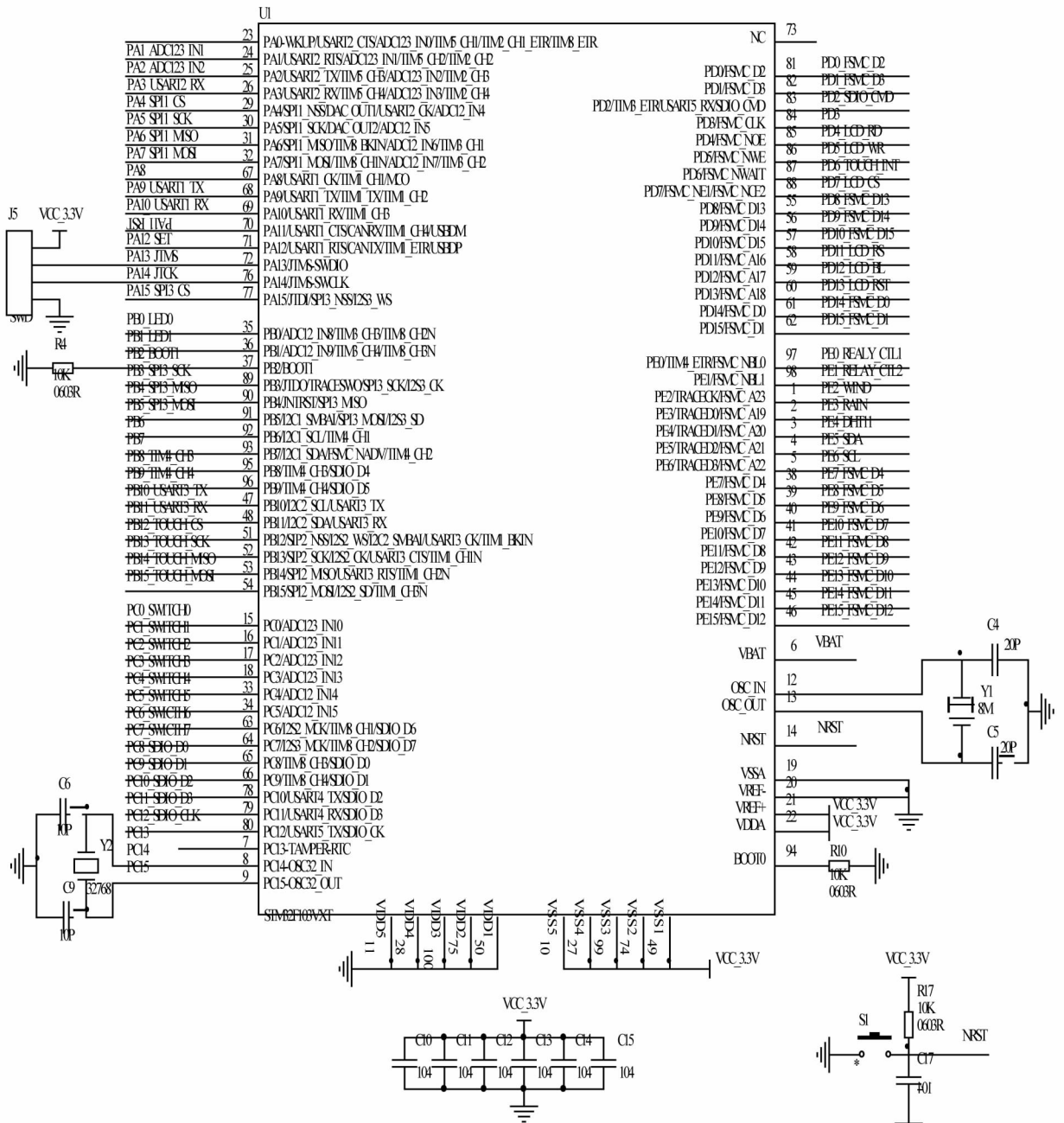


图 2 基于 STM32 的主控模块最小系统电路

Fig. 2 The minimum system's circuits of the main-control module based on STM32

那么此 SD 卡一次性最大能存储 $1092/N$ 天的数据量^[4]。当 $N=3$ 时,采用 128 M 的 SD 卡,那么 SD 卡一次性约能存储 1 年的数据,从而体现了系统的可调性。

按与单片机的通讯模式分类,可分为 SD 卡模式与 SPI 模式,该系统选用 SD 卡模式,为了实现数据的高速传输,该模式采用 4 条数据总线传输数据,各个引脚功能如表 1 所示。存储模块的硬件电路如图 4 所示。

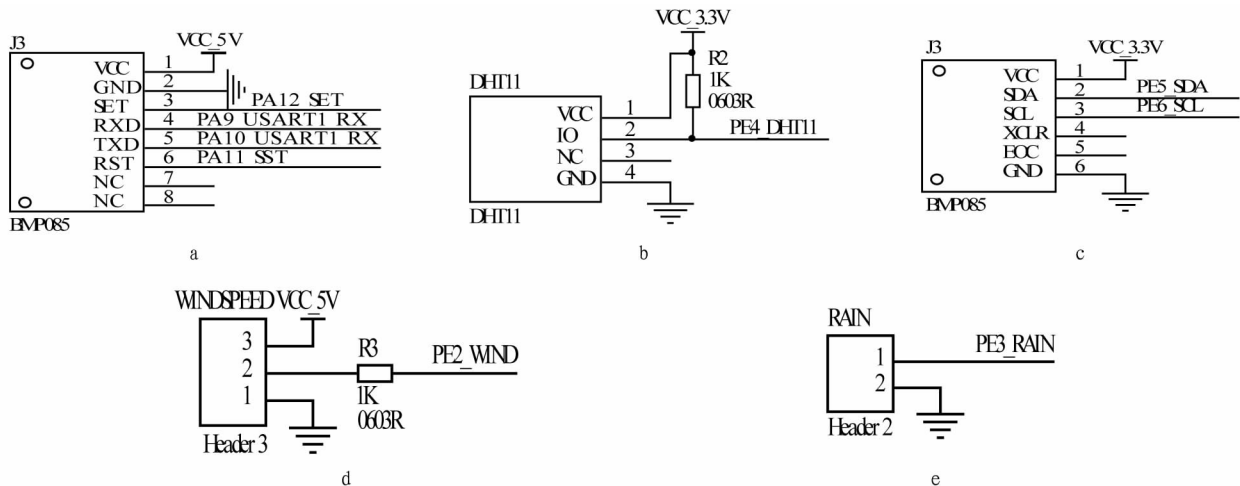
3 软件系统设计

通讯系统是基于无线射频网络、WIFI 网络、GPS 网络开发的,通过对便携终端的逻辑控制,实现数据的采集、传输、存储和监控。STM32 的软件开发基于 IAR embedded workbench 开发平台,整个软件开发、调试和仿真都在 Windows 7

操作系统下完成。

3.1 程序主流程 系统开始工作首先需要进行系统的初始化,其中包括 USART、GPRS、DS1302、KEY、GPIO、LCD 等。系统主要包括 3 个模块:MODBUS 协议模块、按键模块、GPRS 模块。系统主程序流程如图 5 所示。

3.2 软件系统模块设计 基于 Android 系统的手机终端客户端的设计,是环境监测与农场管理方案的结合。农户利用手机 APP 记录农作物生长情况,通过连接无线信号处理端建立的 WIFI 热点获取环境参数,同时将数据发送到 WEB 信息管理中心。整个手机终端的设计中,APP 的作用包括获取配置、收集信息、解析信息、储存信息、发送信息、显示信息。



注:a. PM2.5 传感器;b. 温湿度传感器;c. 大气压传感器;d. 风速传感器;e. 雨量传感器

Note:a. PM2.5 sensor;b. temperature and humidity sensor;c. atmospheric pressure sensor;d. wind speed sensor;e. rainfall sensor

图3 各传感器接口电路

Fig.3 The interface circuits of each sensor

表1 SD卡模式引脚功能

Table 1 The pin functions of SD card mode

引物序号 Pin No.	名称 Name	类型 Type	功能 Functions
1	DAT2	L/O/PP	Data Line (bit 2)
2	CD/DAT3	L/O/PP	Card Detect/Data line (Bit 3)
3	CMD	PP	Command Response
4	VDD	S	Supply Voltage
5	CLK	I	Clock
6	VSS	S	Supply Voltage Ground
7	DAT0	L/O/PP	Data Line (bit 0)
8	DAT1	L/O/PP	Data Line (bit 1)

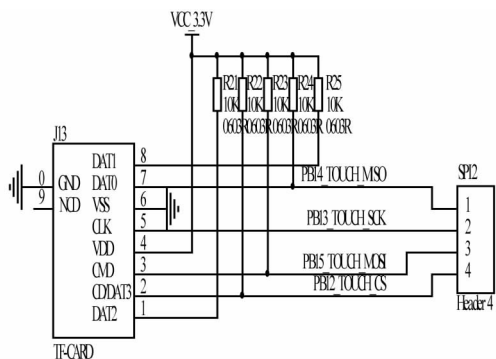


图4 存储模块电路

Fig.4 The circuits of storage module

MODBUS 协议模块,主机发送数据,将数据发送给传感器,然后置于接收状态,传感器接到主机发送的数据,并把数据返回给主机,最后将数据传到液晶数据口并显示。

GPRS 模块经过 IP 和端口数据读取后,进行串口初始化、发送、等待接收^[5]。GPRS 模块首先配置 APN 进入 TCP 功能,打开一条 TCP 连接,每隔 1 h 发送 1 次,每次发 3 组数据到 TCP 终端,直至 1 h 后关闭 GPRS^[6]。

4 系统的应用

系统试验测试地点分别选取浙江农林大学西径山、临安

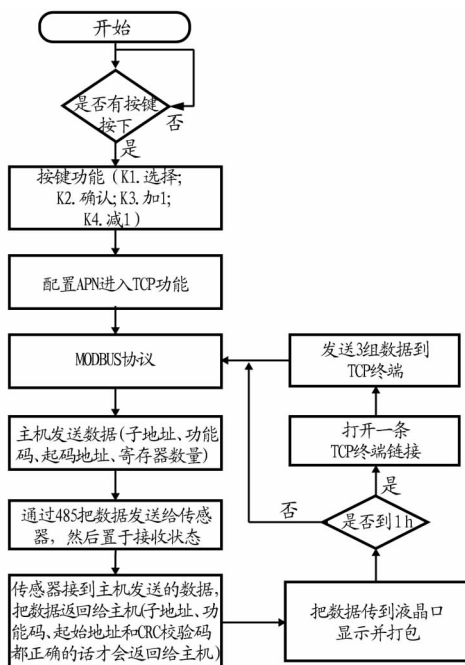


图5 系统主程序流程

Fig.5 The main program flow of the system

平山农场、临安青山湖自然区,分别于 2015 年 11 月 27—29 日、2016 年 1 月 20 日、2016 年 4 月 15 日对 3 个地点进行环境监测。便携式生态环境监测仪界面如图 6 所示。

开机并完成设备初始化后,设备每隔 1 min 定时采集传感器数据并通过 LCD 液晶屏实时显示数据,将数据打包封装后通过 GPRS 模块上传至远程监测中心。为了系统备份的需要,同时将采集的数据存储于本地 SD 卡中^[7-8]。根据远程监测中心获得的数据,使用 Excel 软件进行处理后得到表 2。

5 结论

基于物联网的环境监测系统作为一种新型的环境监测系统,集中了市场同类商品的技术优点,坚持可持续发展的理念,做到了低成本、低功耗、低排放,与市场上普通的环境



图6 便携式生态环境检测仪界面

Fig. 6 The interface of portable ecological environment detector
监测产品相比具有显著优势。将该系统投入市场后,将改变

现有的高成本、高功耗、高排放设备的现状,给环境监测系统带来巨大的利益,推动了新型农业种植技术的进步。

该系统将农业生产和电子科技结合在一起,利用多种环境信息采集传感器,并在移动平台上观测农场环境要素,大幅度提升了单位面积的劳动生产率和资源产出率,有助于解决“三农”问题,改变了传统农业的工作方式,对于实现可持续发展具有重要意义。

在农业生产中,还有许多重要因素需要实时监测。在后期的设计中,可考虑将土壤碳通量、盐碱度、空气负氧离子浓度等更多的指标添加到监控系统中,使系统更加完善,有助于农户的观测更加深入化、广泛化。

表2 3个地点环境参数测定数据

Table 2 The determination data of environmental parameters in three monitoring sites

监测地点 Monitoring sites	PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	风速 Wind speed km/h	雨量 Rainfall mm	大气压 Atmospheric pressure kPa	温度 Temperature $^{\circ}\text{C}$	湿度 Humidity %
西径山 Xijing Mountain	68	10	14	100	18	44
平山农场 Pingshan Farm	77	9	12	100	25	30
青山湖 Qingshan Lake	70	14	10	99	17	56
均值 Mean	71.67	11.00	15.3	99.67	20.00	43.33

参考文献

- [1] 郭杨. 远程自动气象数据采集系统[D]. 南京:南京信息工程大学, 2007.
- [2] 李良宇. 气象数据采集器主控单元的研究与构建[D]. 长春:吉林大学, 2004.
- [3] 郭勇,姜学东. 基于 MSP430 单片机的气象数据采集系统[J]. 国外电子测量技术, 2007, 26(10): 43-46.
- [4] 王连波. 数据采集记录设备的存储模块设计[J]. 科技传播, 2013(14):

- 228, 225.
- [5] 勾慧兰,刘光超. 基于 STM32 的最小系统及串口通信的实现[J]. 工业控制计算机, 2012, 25(9): 26-28.
- [6] 刘玉梅. 基于无线传感器网络的草原环境监测系统设计[D]. 哈尔滨:东北农业大学, 2012.
- [7] 沈军. 气象自动观测站数据处理方法研究[D]. 长沙:中南大学, 2011.
- [8] 童刚,李萍. 基于 STM32F103VB 单片机的串口通信程序设计[J]. 自动化信息, 2010(9): 48-49, 42.

(上接第 179 页)

地形地貌差异较大,土地利用方式也有所不同,该研究没有考虑地形地貌及土地利用方式对土地消耗指数的影响。

参考文献

- [1] 李明月,胡竹枝. 土地要素对经济增长贡献的实证分析:以上海市为例[J]. 软科学, 2005, 19(6): 21-23.
- [2] 谢保鹏,朱道林,陈英,等. 甘肃省城镇工矿用地变化与经济发展关系的计量研究[J]. 中国农业大学学报, 2014, 19(3): 208-215.
- [3] 林坚,张沛,刘诗毅. 论建设用地节约集约利用评价的技术体系与思路[J]. 中国土地科学, 2009, 23(4): 4-10.
- [4] 曹立伟,童新华,韦燕飞. 建设用地与社会经济发展的关系研究:以广西武鸣县为例[J]. 宁夏农林科技, 2012, 53(1): 68-70.
- [5] 陈丽筠,关欣. 城步县建设用地与区域经济关联度分析[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(17): 8184-8185.

- [6] 苑韶峰,杨丽霞. 建设用地与社会经济关系的局域空间计量分析[J]. 基于浙江省 69 县市的实证研究[J]. 中国土地科学, 2013, 27(6): 79-85.
- [7] 高魏. 上海市建设用地与经济社会发展的空间计量经济分析[J]. 上海国土资源, 2013, 34(3): 11-15.
- [8] 郑娜. 经济发展对建设用地消耗的时空变化研究:以陕西省 107 个县(市、区)为例[D]. 西安:西北大学, 2015: 43-44.
- [9] 张琳,许晶,李影. 中国城市土地消耗强度区域差异的收敛性研究[J]. 中国土地科学, 2013, 27(5): 27-35.
- [10] 许晶. 城市经济增长中土地资源消耗与供需的演化规律研究[D]. 大连:大连理工大学, 2014: 19-20.
- [11] 曹蕾,钟菲,章明. 重庆市经济发展建设用地消耗探讨[J]. 西南农业大学学报(社会科学版), 2012, 10(10): 10-13.
- [12] 王海燕,濮劭杰,张健,等. 城镇建设用地经济密度时空分异的实证分析[J]. 中国土地科学, 2012, 26(4): 47-53.