

严利,燕斌. 基于电力线载波的家禽养殖场环境监控终端设计[J]. 江苏农业科学,2013,41(12):402-404.

基于电力线载波的家禽养殖场环境监控终端设计

严利,燕斌

(江苏农牧科技职业学院,江苏泰州 225300)

摘要:目前家禽养殖场的信息化程度不断提高,但大多仍集中于本地养殖环境监控,特别是中小型养殖场无法负担大规模信息化改造费用,使得远程集中控制在广大中小型养殖场无法推广。本研究设计了一种基于电力线载波的环境监控终端设计,使得养殖现场能够通过普遍存在的电力线组成局域网,并且通过 Web 服务器与远程控制中心通信,实现了远程集中控制在中小型养殖场的低成本解决方案。

关键词:电力线载波;环境监控;物联网;家禽养殖场

中图分类号: X84 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)12-0402-03

随着我国农业现代化的不断推进以及江苏省农业现代化实现路线图的推出,精准农业、精准养殖业等技术手段正在从实验室走向实际生产应用。然而在实际推广高科技养殖手段的进程中,由于现代化改造的高成本、维护的高复杂性等实际因素,使得只有少量大型养殖场能够负担,广大小规模养殖户的养殖环境依然依靠传统的经验,进行着粗放式管理,极大地限制了整个社会养殖业的技术革新。因此低成本、易推广的现代化改造成为了一项重要课题,是在我国实现农业、养殖业现代化的关键。

传统的养殖场环境监控体系需要重新部署信号采集线路,随着物联网时代的到来,物联网技术正快速应用于各行各业。物联网的显著特征是使得环境信号在本地传感网以外的更大网络上共享,比如说互联网^[1]。一般的解决思路是利用远程接入手段,利用 GPRS 模块实现数据的上传及访问,但是大量节点的数据流量也增大了使用者的运行成本,在实际推广中接受度不高,且无线传感网受环境影响较为明显,数据的可靠性得不到保证。本研究提供了一种基于普通养殖环境中都具备的电力线网络的传感数据采集设计,节省了另外铺设专用通信线路的费用,且无需额外的运营成本,大大提高了在实际推广中的接受度^[2]。

1 设计原理

本设计中的远程环境监控系统由环境信息采集节点、控制终端、上位计算机构成,如图 1 所示。各部分的通信联系实

现如下:控制终端具有以太网接入功能,在控制终端上运行 uIP Web 服务器,通过以太网线连入与上位机进行数据传输,可以通过浏览器访问控制终端的 IP 地址实现对养殖场环境的监控。控制终端又具有电力线(PLC)通信能力,能与下级采集节点进行环境信息的通信。整个系统中控制终端涉及到软硬件的结合,是整个系统工作的主要部分,本文主要讨论该终端的设计问题。

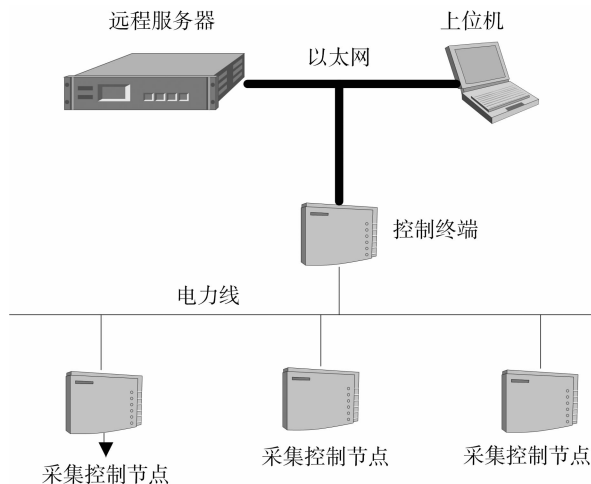


图1 养殖场电力线数据采集传输系统

2 控制终端的硬件设计

控制终端是整个系统工作的关键,是联系本地传感网和因特网的纽带。该终端的任务是:(1)通过电力线传输模块完成对采集节点的信号传输和控制,获得采集节点的各个环境参数,上传给远程计算机。(2)管理 Web Server 的运行,接

收稿日期:2013-11-07

作者简介:严利(1979—)男,江苏扬州人,硕士,助教,主要研究方向为计算机软件、嵌入式开发。E-mail:yanlicn@live.com。

参考文献:

- [1]程敬春. 花园乡小麦机械化生产系统优化配置研究[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学,2012.
- [2]楼文高,乔龙. 多智能体遗传算法投影寻踪建模与实证研究[J]. 计算机工程与应用,2013(17):1-6.
- [3]陈建安,郭大伟,徐乃平,等. 遗传算法理论研究综述[J]. 西安

- 电子科技大学学报:自然科学版,1998,25(3):363-368.
- [4]姚俊峰,梅焱,彭小奇. 混沌遗传算法(CGA)的应用研究及其优化效率评价[J]. 自动化学报,2002,28(6):935-942.
- [5]李宝筏,张东兴. 农业装备系统优化[M]. 北京:中国农业大学出版社,2003.
- [6]朱亚东. 黄海农场农业机器选型与配备的研究[D]. 南京:南京农业大学,2009.

受远程计算机的命令返回实时数据。(3) 监控该终端下传感网络的运行情况。

该终端采用模块化设计,主要是由 ARM 嵌入式微处理器、电力线载波模块、温湿度传感模块等组成。具体如下:

(1) 嵌入式系统控制模块。本设计采用美国德州仪器公司 Stellaris® 6000 系列基于 ARM® Cortex™ - M3 的 lm3s6965^[3-4] 主控芯片,采用 100 脚封装,核心工作频率 50 MHz,支持 256 kB flash 存储器和 64kB SRAM,内置 10/100 以太网 MAC/PHY,SSI/SPI 总线接口,2 路 I2C 总线,3 路 UART 串口,4 通道高精度 10 位 A/D 转换器。

(2) 电力线载波模块。本设计采用意法半导体的电力载波芯片 ST7540^[5],它采用比 ST7538 尺寸更小、接脚数更少的 28 脚封装,集成了单端功率放大器,带有可接入的输入输出线,能外接滤波器网络,提供优异的线性功率性能,提供了更

大的设计灵活性,降低了应用的元件数和成本。ST7540 内部集成了发送和接受数据的所有功能,通过串口通信可以方便地与微控制器相连。内部具有电压、电流自动控制功能,只要通过耦合变压器等很少器件就可以直接连接到电力线上。

(3) 温湿度一体传感器。本设计采用瑞士 Sensirion 公司的 SHT11 温湿度一体传感器^[6],采用 I2C 总线接口与主控制器相连。温度测量范围: -40 ~ 123.8 °C,湿度测量范围: 空气相对湿度 0 ~ 100%,具有高精度、响应迅速、抗干扰力强、性价比高等特点。

2.1 硬件电路设计

如图 2 所示,本设计中硬件电路主要分为 3 个部分:电源部分、微控制器及数字模块、PLC 电力线载波通信模块及滤波网络。

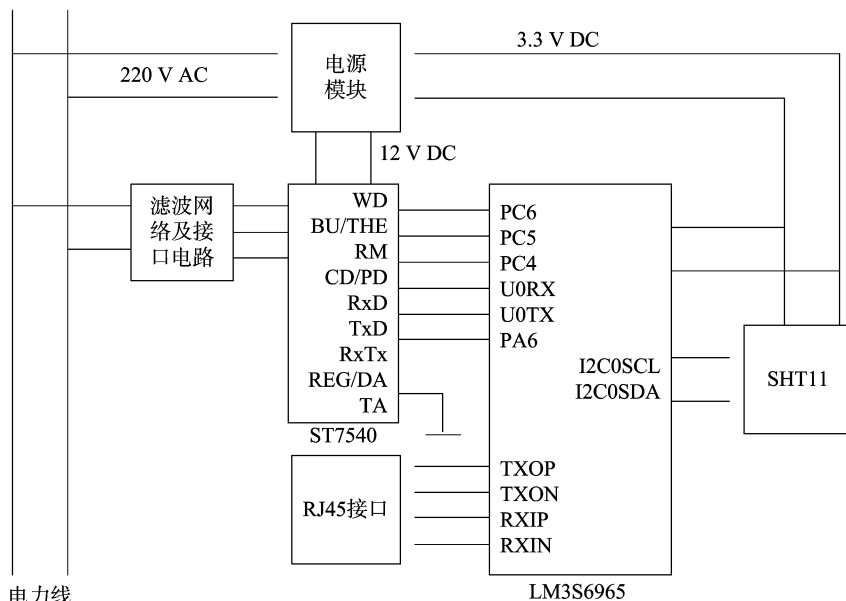


图2 电力线终端电路结构

电源模块:220 V 交流电既是 PLC 通信载体也是本设计的电源。本设计中微控制器为 3.3 V 直流供电,ST7540 为 12 V 直流供电。220 V 交流电先经过变压器降为 15 V,再通过整流桥整流为 15 V 直流电,然后通过 LM7812 稳压管为 ST7540 提供稳定的 12 V 直流电源。由于 12 V 至 3.3 V 之间压降较大,不利于 AMS1117 - 3v3 长时间工作,本设计中增加了过渡级 5 V 稳压输出。电源设计功率为 5 W。

微控制器及数字模块:微控制器使用 I2C 总线与传感器相连,I2C 总线中的 DATA 数据线需要上拉电阻以确保 I2C 总线协议的正确运行。与载波芯片 ST7450 的通信采用 UART 异步串行口,通信时序由微控制器设定,减少了同步传输可能带来的时序问题。反应载波情况的载波信号 (CD/LP) 与过热报警 (BU/THERM) 分别与微控制器的 GPIO 口相连。RxTx 信号为载波芯片的读写控制信号。微控制器内部集成 10/100 以太网 MAC 和 PHY 层以及 LED 显示控制信号,输入及输出以差分信号输出到 RJ45 接口上。

PLC 电力线载波通信模块及滤波网络:ST7540 采用 12 V 单电源同时为内部数字模块及功放模块供电,采用 3.3 V 数

字电路接口电压,无需电平转换可直接与微控制器相连。与主控制器的通信模式为 UART 异步串行模式,比特率 2 400,电力线载波通信中心频率为 132.5 kHz,调制模式为频移键控 (FSK),数值“0”和“1”的实际传输频率为 131 836 Hz 和 133 138 Hz。ST7540 内部功放输出电压最大峰峰值 7.5 V,最大输出电流 500 mA。发送通道滤波器包括主动和被动 2 部分。主动滤波器由 1 个简单 RC 低通网络 (截止频率为 197.7 kHz) 和 1 个二阶低通滤波器 (截止频率为 203.6 kHz) 组成,对于载波信号的 2 次、3 次谐波有较好的过滤作用。被动滤波器由解耦电容和电感组成。耦合变压器的使用既可以实现强、弱电分离,又有利于电力线负载的阻抗匹配。接受通道滤波器由 1 个电阻串联 LC 并联谐振器组成。中心频率为 130.1 kHz,品质因子 Q 为 2.6。

2.2 软件设计

本设计中远程环境数据的查询通过登录控制终端的 Web 服务器来获得。该 Web 服务器采用 uIP 协议栈^[7]。uIP 协议栈是一种免费的极小的 TCP/IP 协议栈,与底层系统、应用系统之间的调用关系如图 3 所示,使用 C 语言编写,去掉了全功

能 TCP/IP 协议栈中不常用的功能,保留网络通信所必要的协议机制,大大减少了协议代码量,降低了协议对系统资源的要求,uIP 的代码量在几千字节左右,仅需几百字节的内存就可顺利运行,适合嵌入式系统中的应用。

静态页面通过简单的文件系统存储在数据存储器中,用户在上位机中打开浏览器,并输入控制终端的固定 IP 地址就可以打开存储器中的静态网页。为了将用户的应用程序挂接到 uIP 中,必须将宏 UIP_APPCALL 定义成实际的应用程序函数名,这样每当某个 uIP 事件发生时,内核就会调用该应用程序进行处理。UIP 在接收到底层传来的数据包后,送到上层应用函数 UIP_APPCALL 函数处理。在 UIP_APPCALL 函数中则调用 PLC 通信子函数完成一次远程环境数据的更新。更新后的数据则通过 UIP_SEND 函数发送回上位机,在浏览器中得以显示。

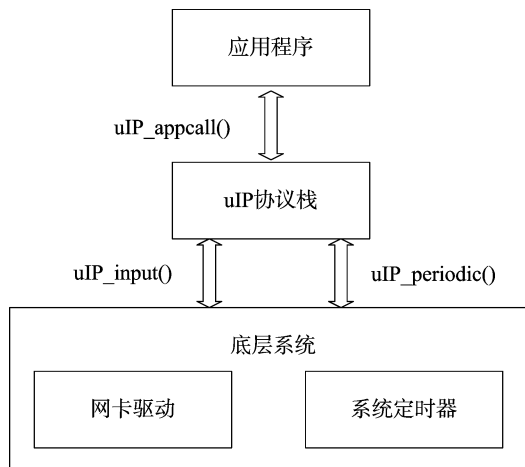


图3 uIP底层系统和应用程序之间的调用关系

PLC 通信子函数首先初始化主控制器与 ST7540 的通信及控制接口,设置串口通信波特率为 2 400,使能串口接收中断。然后设置 RxTx 为低电平,从而使 ST7540 进入发送状态。发送数据帧首字节为命令字节,用以指示子节点回传不同的温度数据、湿度数据及自检数据。数据帧第二字节为子节点 ID 字节,用以指示控制终端希望与之通信的子节点编号。控制终端发送完数据帧后则进入中断等待状态,接收到子节点回传数据后返回给 UIP_APPCALL 函数。

所有子节点在上电后都处于等待接受状态。由于共享电力线总线,控制节点数据帧信息将被所有子节点接受,只有与 ID 字节匹配的子节点会退出接收状态,根据命令字节的内容调用相应的温度或湿度读取子程序,获得当前子节点环境参数。然后子节点上 ST7540 进入发送模式,将自身 ID 及环境参数发送回控制终端,发送完成后子节点重新进入等待接受状态,避免多个子节点同时占用电力线总线。PLC 通信子函数主要流程如图 4。

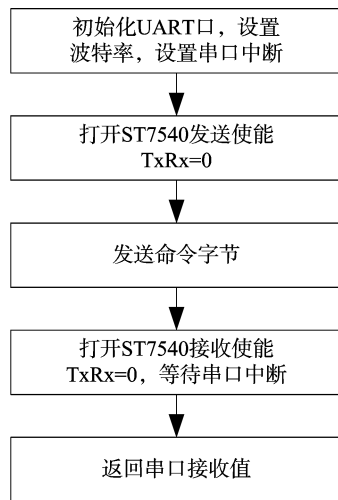


图4 PLC通信子函数主要流程

3 结束语

利用 ARM 单片机、电力线载波模块 ST7540 以及 uIP Web 服务器等组成的基于电力线载波通信的养殖场环境监控系统,笔者在实验室进行了运行试验,结果表明其具有运行稳定、数据传输安全可靠、部署方便、运营成本低等优点,而且具有很强的网络可扩充性,且由于控制终端上的服务器属性,上位机软件可根据实际需求的不同,采用灵活的实现方式,可实现现场或远程的环境监控以及大范围环境监控的集中控制。本设计对于我国中小型养殖场的低成本信息化改造、智能养殖的推广具有很好的借鉴价值。

参考文献:

- [1] 王志良. 物联网工程导论[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2011:15-17.
- [2] 杨刚. 电力线通讯技术[M]. 北京:电子工业出版社,2011:26-27.
- [3] Texas Instruments. Stellaris® LM3S6965 microcontroller data sheet [EB/OL]. [2013-10-12]. <http://www.ti.com/product/lm3s6965>.
- [4] Texas Instruments. StellarisWare® driver library user's guide [EB/OL]. [2013-10-12]. <http://www.ti.com/product/lm3s6965>.
- [5] STMicroelectronics. ST7540 FSK power line transceiver [EB/OL]. [2013-10-12]. http://www.stmicroelectronics.com.cn/inter-net/com/TECHNICAL_RESOURCES/TECHNICAL_LITERATURE/DATASHEET/.
- [6] SENSIRION. 技术手册 SHT1x (SHT10, SHT11, SHT15) [EB/OL]. [2013-10-12]. <http://www.sensirion.com.cn/product/downing/C-Datasheet-SHT1xV5.pdf>.
- [7] Adam Dunkels. uIP0.9 protocol stack [EB/OL]. [2013-10-12]. <http://www.sics.se/~adam>.