



赵懿琨, 李长友, 卿艳梅, 等. 基于 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 的粮仓多点温湿度无线采集系统的设计与测试[J]. 华南农业大学学报, 2015, 36(2): 95-99.

基于 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 的粮仓多点温湿度 无线采集系统的设计与测试

赵懿琨, 李长友, 卿艳梅, 麦智炜

(华南农业大学 工程学院, 广东 广州 510642)

摘要:【目的】基于粮仓环境对温度和湿度的控制特点及数据无线传送的要求, 构建实时嵌入式粮仓多点温湿度无线采集系统. 【方法】本设计利用多点单总线数字温度传感器 DS18B20 以及湿度传感器 HIH3605 检测粮仓环境, 移植了典型的实时嵌入式操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 到 LPC2103 高性能处理器平台, 采用 JZ877 进行无线数据传送. 【结果和结论】实践证明系统可实现对粮仓内部多点温湿度的有效实时采集和监控(报警), 具有无线数据传送、数据存储和处理等功能, 人机操作界面简洁, 易于网络扩展.

关键词:粮仓; 温湿度检测; $\mu\text{C}/\text{OS-II}$; LPC2103; 无线传送

中图分类号: TP273.5

文献标志码: A

文章编号: 1001-411X(2015)02-0095-05

Design and test of multi-dot temperature and humidity wireless data acquisition system in granary based on $\mu\text{C}/\text{OS-II}$

ZHAO Yikun, LI Changyou, QING Yanmei, MAI Zhiwei

(College of Engineering, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract:【Objective】To construct the real-time embedded multi-dot temperature and humidity wireless data acquisition system based on the granary environment control for temperature and humidity requirements and wireless data transfer characteristics. 【Method】This design applied multi-dot single bus digital temperature sensor DS18B20 and humidity sensor HIH3605 to detect granary environment, transplanted a typical real-time embedded operating system $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ to LPC2103 high performance processor platform, and chose JZ877 for wireless data transmission. 【Result and conclusion】Practical tests proved that multi-dot temperature and humidity effective collection and monitoring (alarm) system was established. The real-time operating system has wireless data transmission, data storage and processing functions. It also has advantages of simple human-machine interface and easy of network extensibility.

Key words: granary; temperature and humidity detection; $\mu\text{C}/\text{OS-II}$; LPC2103; wireless transmission

温湿度监控是现代农业绿色仓储中的一个重要控制环节, 特别是粮食存储期间对温湿度要求很高的粮仓^[1]. 由于粮仓采用的通风设计及粮仓内部粮食存储状态都会影响其湿度的空间分布特性, 因

收稿日期: 2014-02-09 优先出版时间: 2015-01-21

优先出版网址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/44.1110.s.20150121.0944.016.html>

作者简介: 赵懿琨 (1981—), 女, 讲师, 硕士, E-mail: zhaoyikun@scau.edu.cn; 通信作者: 李长友 (1958—), 男, 教授, 博士, E-mail: lichyx@scau.edu.cn

基金项目: 国家星火计划 (2011GA780027); 广东省产学研重点项目 (20120904); 高等学校博士学科点专项科研基金博导类资助课题 (20114404110021)

此设计快速、准确的粮仓多点温湿度检测对于保证粮食的存储品质从而减少粮食损耗,具有非常重要的意义^[2-3].随着信息农业和物联网的发展,粮仓环境控制和检测需要同时具备实时性和网络性^[4].

μC/OS-II 是一种移植可剪裁的实时多任务操作系统,能够保证系统设备和程序的安全运行,方便管理现场检测,具有网络扩展性. LPC2103^[5-6]微处理器拥有 ARM7 内核,其 ROM 和 RAM 保证了足够的空间来运行实时系统,易于二次开发和维护. 本文结合粮仓环境工程涉及到的温湿度参数要求,选用高精度温度传感器 DS18B20、湿度传感器 HIH3605 作为测量器件, LPC2103 处理器作为控制芯片, μC/OS-II 作为操作系统,构建了一个高精度、高性能、高可靠性的粮仓嵌入式测量无线采集系统.

1 系统设计

1.1 硬件系统框图

系统的硬件框图见图 1. 系统使用 LPC2103 内置的实时时钟每隔一段时间记录下温度和湿度,在主机监控室较远条件下,选用 JZ877 无线数据传送模块和小吸盘天线发射 433 MHz 的温度和湿度信息,运用串行通信协议与主机上的接收模块进行通信,主机控制信号发送时间并记录实时数据,当温度和湿度超过危险值时报警灯闪烁并通知主机.

系统全部的电压由 5 V 开关电源外加电源管理芯片来变换得到稳定的电源,电压分别是 1.8、3.3 和 5 V,其中 1.8 和 3.3 V 分别为 LPC2103 内核和片上系统提供的电压,5 V 是给其他外设模块提供的电压. 另外,为了保证系统的连续性,增加 1 个备用电源. 同时,系统采用 MAX3232 作为处理器的 COMS 电平和无线数据传送模块 JZ877 的 RS-232 接口电平转换,确保在 120KB/S 数据速率下维持 RS-232 输出电平.

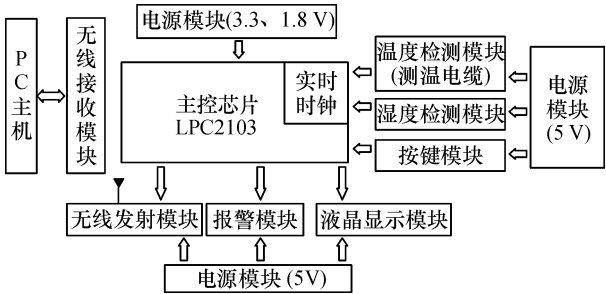


图 1 硬件系统框图

Fig. 1 Hardware system block diagram

1.2 硬件电路设计

DS18B20 温度传感器^[7-8]支持“一线总线”接口数字方式传输,测量温度范围为 -55 ~ 125 ℃,在 -10 ~ 85 ℃ 范围内,精度为 ±0.5 ℃,抗干扰性强,适合于开放式和封闭式粮仓的现场温度测量. 当独立供电时,单总线上所挂 DS18B20 超过 8 个时,就需要解决微处理器的总线驱动问题,因此,系统采用北京长英科技生产的测温电缆,单根电缆长 8 m,内置 8 个 DS18B20 温度传感器,并使用三芯屏蔽线作为其传输数据和提供电源的导线,增加测量距离. HIH3605 湿度传感器^[9]为热固性聚合物电容传感器,带集成信号处理电路,5 V 恒压供电,放大线形电压输出 0 ~ 5 V,DC 对应相对湿度 (RH) 0 ~ 100%,精度为 ±3% RH. 低功耗设计,200 μA 驱动电流,宽工作温度范围 -40 ~ 85 ℃,稳定性好,实测中采用延长线放置在粮仓顶部测量空气湿度. 本文以 3 点温度和 3 点湿度检测为例设计的硬件系统设计图如图 2 所示,图中连线上标记与相同标记是物理连接.

1.3 系统软件设计

μC/OS-II^[10-14]可以大致分成核心、任务处理、时间处理、任务间通信, CPU 的移植等 5 个部分,软件系统框图如图 3 所示.

μC/OS-II 的最小调度单位是任务,整个软件系统有 4 个任务,分别是初始化任务、温度检测任务、湿度检测任务和液晶显示任务. 其中,第 1 个任务是初始化任务,优先级为 5,级别最高,堆栈大小为 64 Byte,执行完之后自我删除,实时时钟初始化之后由硬件运行,不需要软件执行. 其后,执行温度和湿度检测任务,其优先级分别为 6 和 7,堆栈大小均为 256 Byte. 在检测转化延时,调用液晶显示任务,其优先级设为 8,堆栈大小为 256 Byte;另外,在液晶显示任务中的延时时间里系统又调用温度和湿度检测任务. 本设计中利用 μC/OS-II 内核延时函数最小的延时单位设置为 10 ms,减少了系统的负荷,运用 OS_CtxSw() 函数进行任务优先级的切换.

在正常情况下,4 个任务轮流执行. 当出现中断,外部中断或者时间中断时,系统运用 OS_ENTER_CRITICAL() 与 OS_EXIT_CRITICAL() 函数执行中断服务 (如按键扫描,向串口发送数据等),中断之后又继续执行任务. 另外,方便用户使用,在液晶显示字符下面设置了可进行显示光标的操作.

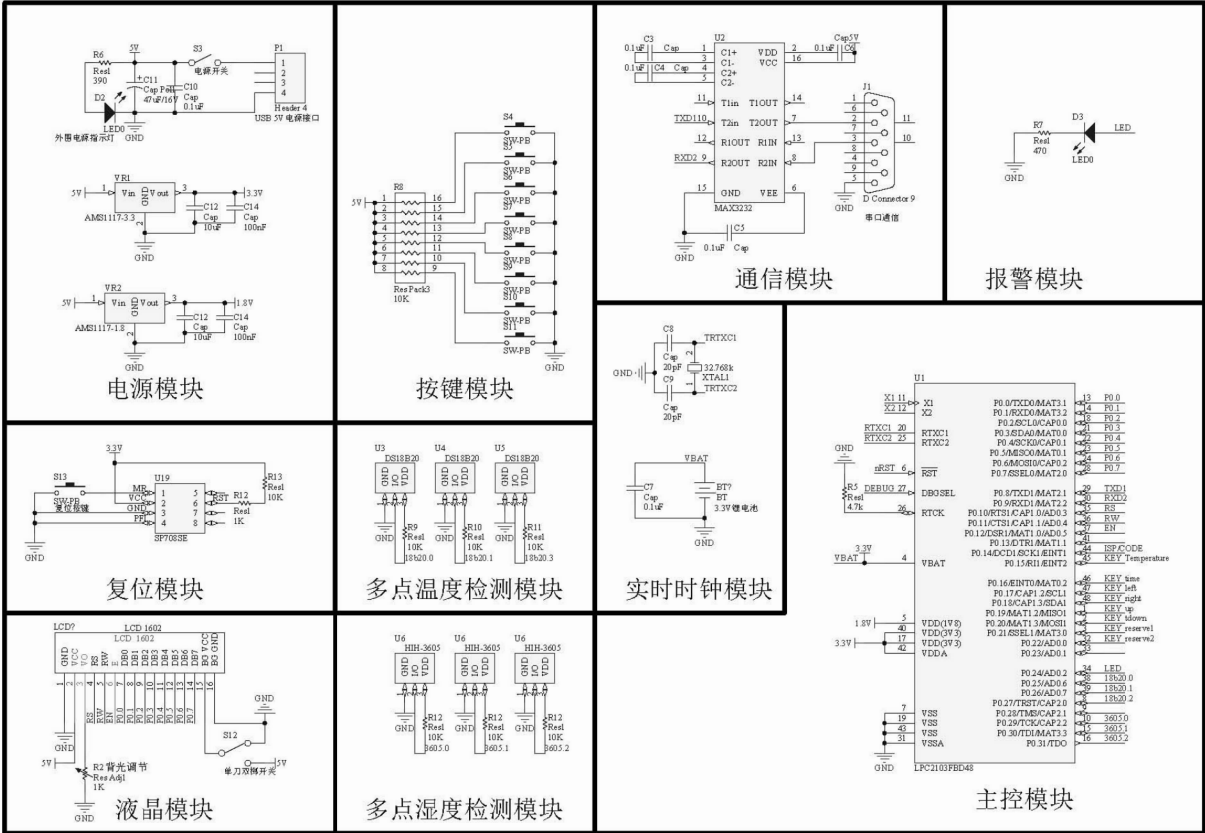


图2 硬件系统设计图

Fig.2 Hardware system design

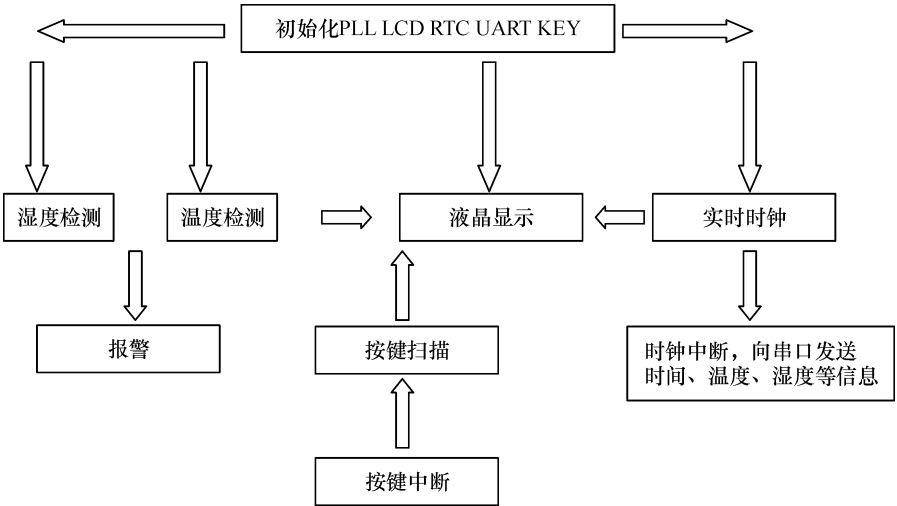


图3 软件系统框图

Fig.3 Software system block diagram

2 系统测试

整套系统于2013年10月中旬开始在新疆农户的多个高大平房形粮仓配合粮食烘干系统进行安装实测,仓高12 m、长22 m、宽5 m,下端为凸起层,仓内与外部空气相通,内部设有可控通风道,工作模式为08:00后逐渐进湿粮,24:00后通风出粮入

烘干塔干燥,日气温在5~22℃变化,日湿度10%~60%。在仓顶大梁4点悬挂测温电缆,单根电缆的长度为8 m,内置8个温度传感器,上端点距仓顶和下端点距仓底为0.5 m,其余6点均为1.0 m间距,如图4所示,其中,1号接近进粮口。系统其他模块放置于户外箱内,湿度传感器置于仓顶,均安装在控制器位置。

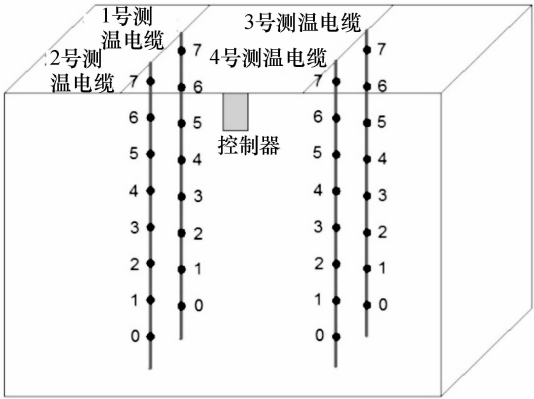


图 4 系统安装图

Fig. 4 System installation diagram

粮仓在当日凌晨通风出粮入烘干塔干燥后剩余小半仓粮食,在 08:00 时第 1 次逐渐从上方进粮填充直至 09:30 时停止进粮,1 号和 2 号区域达到 3 点位置,其他区域粮食位于 2 点位置以上;13:30—14:30 第 2 次进粮,1 号区域达到 4 点处位置,其他区域粮食位于 3 点位置以上;19:00—21:30 第 3 次进粮,1 号区域达到 6 点位置,4 号区域达到 5 点位置,其他区域粮食位于 4 点位置以上;凌晨零点开始通风出粮入烘干塔干燥. 主机同时接收到湿度和温度数据,系统每隔 1 min 检测了粮仓从 10 月 22 日 08:00 至翌日 08:00 的湿度和温度情况,仓内湿度变化情况见图 5,选用测温电缆 1 号说明粮仓内各层粮食温度变化情况,见图 6.

图 5 表明仓内湿度变化因仓外通大气而随大气湿度变化. 从图 6 中可以看出,由于仓内积存粮温和入粮温度的差异,所以 08:00 时各点温度有较大差异,但在 09:30 前后测温 0 点、1 点、2 点、3 点粮食温度开始缓慢变化表明粮食进入粮仓后停止运动,开始自然呼吸,温度保持较稳定状态;4 点、5 点和 6 点的粮食温度分别在 14:30、19:30 和 21:40 进入稳定状态. 7 点未放置粮食,因此呈现粮仓内部气温 24 h 变化;5 点和 6 点是第 3 次新进粮,发生在气温中间的夜晚时段,粮食平衡温度相近,均在 14℃ 附近变化;4 点是第 2 次新进粮,发生在气温最高的中午时段,其粮食的平衡温度最高,为 15.7℃;3 点是第 1 次新进粮,发生在气温最低的清晨时段,其粮食的平衡温度较低,后经气温和粮食呼吸作用,温度逐渐升高,最高值为 10.4℃;2 点是表层陈积粮,其温度变化较小,保持在 7℃ 附近;1 点是中间层陈积粮,其平衡温度最低,最低值为 1.9℃;0 点是底层陈积粮,与仓内凸起层接触,温度较 1 点高,均在 4.2℃ 附近变

化. 在 24:00 以后,由于通风后从底部出粮,受到通风和出粮影响,各层粮食位置发生剧烈变化,所以测得的温度变化剧烈.

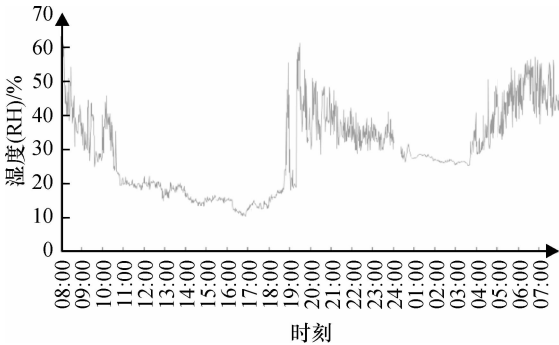


图 5 粮仓内部湿度

Fig. 5 Humidity in the granary

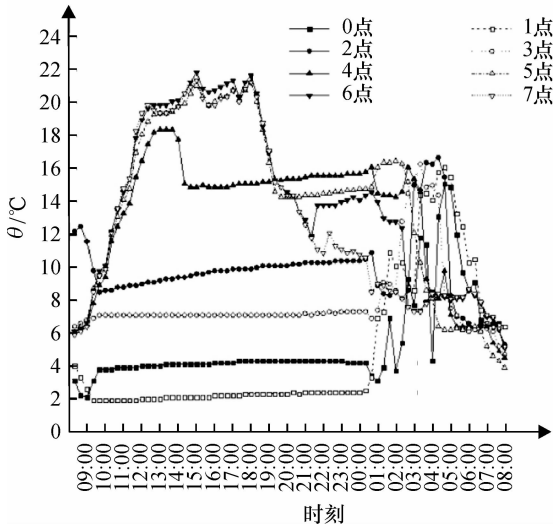


图 6 测温电缆 1 号各点温度

Fig. 6 Temperature of each point of thermometric cable No. 1

实测表明,粮仓内湿度主要由大气湿度决定,粮仓内温度同时受大气温湿度、粮食初温、存储时间、存储位置以及通风情况影响. 该系统已正常运行 50 d,系统的主要参数:工作温度为 -25 ~ 125℃,精度为 ±0.5℃;工作湿度为 0 ~ 95%,精度为 ±5%;无线传输距离为 500 m,收发检测情况良好.

3 结论

本文基于 μC/OS-II 构建的粮仓多点温湿度无线采集系统,在工程上实现了高精度的动态温湿度实时检测和无线传送,可应用在夏季湿粮堆积温度达 60 ~ 70℃ 的粮仓,实现 35℃ 高温报警;在冬季粮仓,由于粮温与大气的温差,可根据测点温度简易推断粮食的存储位置与存储时间.

该测控系统具有高稳定性、实时性和网络性的优

点,并有较好的可扩展性,很容易扩展到其他对温度、湿度有一定要求的领域,如冷藏库温湿度监测、温室大棚温湿度监测等,因此具有较广的工程应用前景。

参考文献:

[1] 李琼,汪喜波,杨德勇. CFD 方法在仓储粮堆温度场研究中的应用探索[J]. 粮食储藏,2008,37(3):21-24.

[2] 罗伟,李志. 基于监测数据的粮仓温度场数值仿真[J]. 安徽农业科学,2009,37(32):16130-16131.

[3] 闫艳霞,曹玲芝. 粮仓温度场数学模型研究[J]. 粮食储藏,2007,36(4):28-30.

[4] 黄伟锋,李加念. 基于以太网的粮仓温度监测系统的设计[J]. 农机化研究,2010,32(9):114-117.

[5] 陈华,仇潜. 基于 LPC2104 的 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 引导装载系统的设计与实现[J]. 辽宁大学学报:自然科学版,2006,33(1):76-78.

[6] 宋凤琴,牛晓平. 基于 LPC2104 的 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 启动过程分析及多任务实现[J]. 实验室研究与探索,2008,27(6):76-80.

[7] 孔庆霞,朱全银. 基于 DS18B20 的远距离分布式温度数据采集系统[J]. 电子测量技术,2009,32(4):154-157.

[8] 李志全,白志华,王会波,等. 分布式光纤传感器多点温度测量的研究[J]. 光学仪器,2007,29(6):8-11.

[9] 彭阳,许海滨,赵雪. 基于单片机温度测量系统的设计[J]. 计算机光盘软件与应用,2010(5):54-55.

[10] LABROSSE J J. MicroC/OS-II: The real time kernel[M]. San Francisco: CMP Books Publication, 2002: 44-303.

[11] 周立功. ARM 嵌入式基础教程[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2008.

[12] 徐爱钧. IAR EWARM 嵌入式系统编程与实践[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2006.

[13] ZHANG X W, SHI F. Research and design of embedded $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ network storage system[J]. TELKOMNIKA, 2013,11(4):1990-1995.

[14] YANG X, ZHOU K, WANG W. Design of a monitoring system of tower crane based on $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ [J]. Appl Mech Mater, 2013(427/428/429):586-590.

【责任编辑 霍 欢】

喜 讯

华南农业大学喜获“国家科技进步奖二等奖”

在 2014 年国家科学技术奖励颁奖大会上,我校作为第一完成单位,园艺学院李建国研究员主持的“荔枝高效生产关键技术创新与应用”项目获得国家科技进步奖二等奖。

荔枝是我国最有特色的南方第一大果树,面积占全世界的 71.9%。荔枝产业发展长期受到三大核心问题制约:成花难且不稳定、坐果难、落果和裂果严重;缺乏适栽范围广的优质品种;果实采后极易变色、变味和变质。针对上述技术瓶颈,华南农业大学、广东省农业科学院果树研究所、中国热带农业科学院南亚热带作物研究所和深圳市南山区西丽果场等单位,在国家、省部等各级科技计划支持下,按照“产业问题→理论研究→技术研发和集成→示范与推广”思路,开展了历时 30 年的协同攻关,取得创新性成果。该成果在我国荔枝产区大面积推广应用,近 3 年累计推广应用 106.67 万 hm^2 , 占我国荔枝种植面积的 61.5%, 新增利润 56.98 亿元,对产区农民增产增收和区域经济发展发挥了重要作用。项目还推动和支撑了我国荔枝产业的快速发展,不但使荔枝年总产量从 1990 年前不足 10 万 t 提高到目前较为稳定的 150~200 万 t,而且使鲜荔枝可贮运至国内各省区,并成功远销欧美,让鲜美的荔枝从以往的“宫廷珍果”成为当今大江南北普通百姓都能享受得到的时令佳果。

(文 全 锋)