

基于活性因子激励的仓储系统温湿度监测方法

李宏升

(黄淮学院 网络中心,河南 驻马店 463000)

摘 要: 对嵌入式仓储系统温湿度进行监测可以保证仓储系统稳定运行,改善仓储环境的基础条件.传统的仓储系统温湿度监测方法无法有效获取电路静态功耗的变化特征,导致监测过程耗能过大、电压升高,增加了嵌入式仓储系统温湿度检测电路的负荷.提出基于活性因子激励的嵌入式仓储系统温湿度监测方法.通过分析嵌入式系统的功耗消耗形成机制,设计嵌入式仓储温湿度监测系统功耗测量 GPRS 连接电路图,并引入活性因子激励方法,测量系统电路的静态功耗,根据电路中每条路径时序信息,对嵌入式系统的双阈值电压分配,减小了嵌入式仓储系统温湿度监测电路的供电电压,由此实现嵌入式仓储系统温湿度的监测的改进.实验结果表明,采用该监测方法,能实时有效实现嵌入式设计的仓储系统温湿度监测,准确性较高,稳定性好.

关键词: 活性因子;嵌入式仓储系统;温湿度监测

中图分类号: TP277

文献标识码: A

文章编号: 1000—7180(2016)05—0157—04

Temperature and Humidity Monitoring Method of Storage System Based on Embedded Design

LI Hong-sheng

(Center of Network & Information Management, Huanghuai University, Zhumadian 463000, China)

Abstract: For embedded storage system for temperature and humidity monitoring can ensure warehouse system stable operation and improve the basic conditions of warehouse environment. Traditional warehousing system of temperature and humidity monitoring method, unable to effectively gain static power circuit characteristics, energy consumption is too large, the voltage monitoring process, increase the temperature and humidity detection circuit load embedded storage system. Based on embedded storage system for temperature and humidity monitoring method based on active factor motivation. Formation mechanism by analyzing the power consumption of embedded system, the design of embedded storage temperature and humidity monitoring system for power measurement of GPRS connection circuit diagram, and introducing active factor motivation method, static power consumption measurement system circuit, according to the circuit of each path timing information, double threshold voltage distribution on the embedded system, reduced the embedded storage temperature and humidity monitoring circuit of power supply voltage, thus to realize the improvement of embedded storage system of temperature and humidity monitoring. And the experimental results show that the monitoring method, can realize the embedded real-time and effective design of storage temperature and humidity monitoring, high accuracy, good stability.

Key words: Active factor; Embedded storage system; Temperature and humidity monitoring

1 引言

随着半导体工艺和自动控制技术的不断发展,嵌

入式系统广泛应用在集成电路和智能系统设计中,而其功耗问题是关系到整个系统的生存周期和系统寿命的关键,对整个嵌入式系统设计的稳定性产生重要

影响^[1-3]. 因此,对嵌入式仓储系统温湿度进行监测在整个嵌入式软件和硬件系统设计中具有重要意义,嵌入式仓储系统温湿度监测主要通过采集无线电信号读取系统的能耗系数,并使用自动识别技术将数据读取和写入到仓储系统温湿度监测软件,实现对温湿度的自动识别和控制^[4-6]. 由于各种系统消耗的资源不同,其对应的能耗特性和工作负载也不同,因此需要有效准确的关于计算嵌入式仓储系统静态功耗的计算,这是提高系统性能的重要途径^[7-10].

传统的仓储系统温湿度监测方法采用 RFID 射频读写监测方法,无法有效监测动态功耗和静态功耗的变化特征,对此相关学者进行了改进研究^[11-15],其中,文献[4]用 MSP430 处理器设计了 RFID 读写器,实现对嵌入式仓储系统温湿度监测,但该 RFID 读写器是利用虚拟化技术实现监测,无法准确把握负载对能耗的影响;文献[16]提出依据 STM32 型处理器设计的 RFID 阅读器的硬件建立嵌入式仓储系统温湿度监测模型,实现仓储系统温湿度监测,但该系统的稳定性不好;文献[17]设计了低功耗的电子标签和阅读器,设计了动态密钥的 Mifare S50 卡的识别系统,增加了 Mifare S50 卡的安全性,提高了系统监测性能,但在 I/O 或交互型密集型的嵌入式仓储系统中存在一定的局限性. 针对上述问题,本文提出基于活性因子激励和嵌入式仓储系统温湿度监测方法,并通过仿真实验证明了本文方法的优越性能.

2 系统模型的建立及电路设计

2.1 嵌入式仓储系统的模型组建

为了实现对嵌入式仓储系统温湿度监测,需要对其功耗情况进行分析,并建立嵌入式仓储系统的模型. 嵌入式仓储系统中的无线通信模块是嵌入式仓储系统的模型中的重要部分,主要包括 PMOS 和 GPRS 两个部分,它是手持机与无线 Internet 连接的物理通路,主要是用户利用其实现无线局域网的连接. 其中,GPRS 则是实现用户与 GSM/3G 进行通信的物理通路,通过该通路可以扩展嵌入式仓储系统的手持式识读器的应用范围;而嵌入式 PMOS 主要是直接应用序列扩频调制技术对嵌入式仓储系统进行调节,可以满足 IEEE 的 802.11b,在超高频段实现 11 Mbit/s 速率的无线数据传输条件,其特点是覆盖范围大和支持无线组网^[18-19]. 假设嵌入式仓储系统中有 N 个簇首节点,节点的发射功率 p 满足 $p \in [0, p_1, p_2, \dots, p_{\max}]$. 每个簇首节点博弈策略

空间是簇首节点的发射功率范围 $p \in [0, p_1, p_2, \dots, p_{\max}]$ 充分考虑环境噪声对系统的影响,利用式 (1) 计算此时系统的功耗:

$$P_{\text{short}} = I_{\text{short}} V_{\text{DD}} \quad (1)$$

式中, I_{leakage} 是漏电流,当系统切换至 CDMA 通信方式时,PMOS 管和 NMOS 晶体管同时导通,则嵌入式仓储温湿度监测系统功耗消耗模型如图 1 所示.

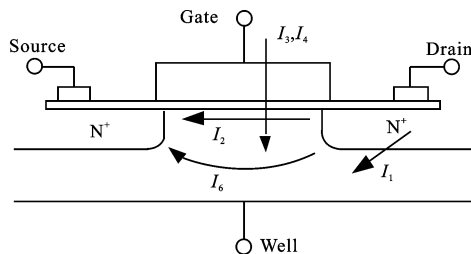


图1 基于嵌入式设计的仓储温湿度监测系统功耗消耗模型

2.2 温湿度监测各模块间连接电路的设计

在上述建立的嵌入式仓储温湿度监测系统功耗消耗模型基础上,进行嵌入式仓储温湿度监测系统功耗测量 GPRS 连接电路图的设计,以此实现对 STM32F101xx 待写入数据的功耗测量. 嵌入式系统加密后经 TRF7960 识读器传输到应答器 STM32F101xx, 当应答器 STM32F101xx 靠近识读器 TRF7960 时, 应答器上的信号经过天线感应, 将数据回传到 TRF7960 识读器, 经过硬件加解密电路的解密, 输入到 STM32F101xx, 最终完成对应答器的识读. 在识读器与应答器进行数据交互过程中, 其交换的数据是经过加解密电路处理后, 才能正常识别的. 反之, 若有非法进行识读, 通过射频端得到的数据是无法进行正常识读的, 以此可以有效地增强识读器的安全性.

在识读器与应答器进行数据交互后, 选用 Siemens 公司的 MC35i 模块作为嵌入式系统功耗测量的 GPRS 模块, 为识读器提供内嵌的 GSM/GPRS 功能. MC35i 模块具有数据传输速率高、体积小、功耗低等优点, 能完全满足手持式识读器的要求, MC35i 块不仅提供了标准 RS-232 接口, 更能方便与 STM32 进行连接, 连接成功后 STM32 在通过串口发出 AT 命令, 实现对模块的可编程控制及系统功耗的测量, 则完成嵌入式系统功耗测量的 GPRS 连接电路图的设计, 如图 2 所示.

3 嵌入式仓储系统温湿度监测改进设计

在完成嵌入式系统功耗测量 GPRS 连接电路图设计的基础上, 对嵌入式仓储系统温湿度监测系统进行改进设计. 由于嵌入式仓储系统温湿度监测

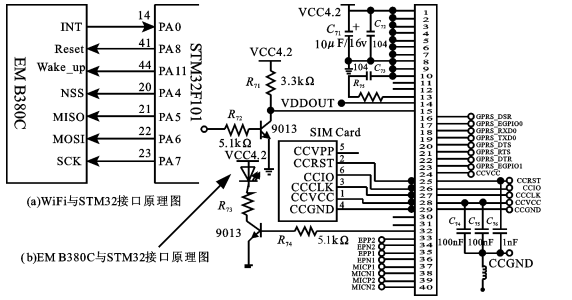


图2 嵌入式系统功耗测量 GPRS 连接电路图

电路的动态功耗与供电电压的平方成正比关系,使得传统的仓储系统温湿度监测方法采用 RFID 射频读写监测方法,无法有效监测静态功耗的变化特征,监测结果不准确.提出基于活性因子激励的嵌入式仓储系统温湿度监测改进设计,具体步骤如下:

首先利用式(2)计算嵌入式仓储系统温湿度监测节点的活性因子:

$$P_{\text{dynamic}} = ACV^2 f \quad (2)$$

式中, A 为集成电路中的功耗节点活性系数,即节点电容充放电的平均次数; C 为充放电的节点电容; V 为嵌入式系统的充电电压.

其次,引入活性因子激励方法,获得电路的静态功耗及最佳发射功率策略,具体步骤如下:

假设嵌入式仓储系统的供电电压减小至接近阈值电压 V_T ,则利用式(3)计算此时的电路静态功耗:

$$I_{\text{sub}} = I_{s0} \exp\left(\frac{V_{GS} - V_T}{V_T}\right) (1 - \exp(-\frac{V_{ds}}{V_T})) \quad (3)$$

在获取电路静态功耗后,将其转换成电路静态时序,对嵌入式仓储系统电路的静态时序进行分析,获取嵌入式仓储系统的供电系统中每个电路的节点参数 $SL(v)$ 、 $AT(v)$ 、 $ST(v)$,将这三个参数带入,利用式(4)获取所有簇首节点的最佳发射功率策略:

$$E(p) = [0, 0, \dots, 0, \frac{SL(v)\sigma^2}{AT(v)[G - (n-k-1)ST(v)]}, \dots, \frac{SL(v)\sigma^2}{AT(v)[G - (n-k-1)ST(v)]}]^T \quad (4)$$

再次,依据所有簇首节点的最佳发射功率策略,获取仓储系统温湿度监测过程中的状态估计信息和状态方程信息,并通过线性叠加函数对其进行线性化处理,实现电路静态功耗细节特征的捕捉,则根据信息分配原则,利用式(5)获取静态信息特征:

$$(P_{k|k}^g)^{-1} = (P_{k|k}^{mu})^{-1} + \sum_{i=1}^M (P_{k|k}^i)^{-1} = (\lambda_{mi}^{-1} P_{k|k}^g)^{-1} + \sum_{i=1}^M (\lambda_i^{-1} P_{k|k}^g)^{-1} \quad (5)$$

$$(Q_{k|k}^g)^{-1} = (Q_{k|k}^{mu})^{-1} + \sum_{i=1}^M (Q_{k|k}^i)^{-1} =$$

$$(\lambda_{mi}^{-1} Q_{k|k}^g)^{-1} + \sum_{i=1}^M (\lambda_i^{-1} Q_{k|k}^g)^{-1} \quad (6)$$

最后,通过依据静态信息特征,对嵌入式系统的双阈值电压分配,减小了嵌入式仓储系统温湿度监测电路的供电电压,由此实现嵌入式仓储系统温湿度的监测的改进,其过程利用式(7)描述:

$$f(x) = E[e^{j\alpha x}] \lambda_{mi} \times (Q_{k|k}^g)^{-1} + \text{sgn}(\omega) \sum_{i=1}^M \lambda_i \times (P_{k|k}^g)^{-1} \quad (7)$$

式中, $X \sim S_\alpha(\sigma, \beta, \mu)$, $\alpha (0 < \alpha < 2)$ 为特征参数, $E[e^{j\alpha x}]$ 为前馈滤波器的带宽参数, $\text{sgn}(\omega)$ 为频率参数, λ_{mi} 为噪声统计特性的时变特征.

4 实验结果与分析

为了测试本文设计的基于活性因子激励的嵌入式仓储系统温湿度监测方法的性能,需进行仿真实验进行验证.仿真实验中,选择 EM B380C 作为 WiFi 接口芯片. EM B380C 集成了嵌入式网络协议栈,传输时将用户数据按照协议格式封装成数据帧,并通过无线局域网进行传输.在与 STM32 进行连接时, EM B380C 提供了 SPI 方式,能够方便进行连接,得到基于活性因子激励的嵌入式仓储系统温湿度监测仿真电路如图 3 所示.

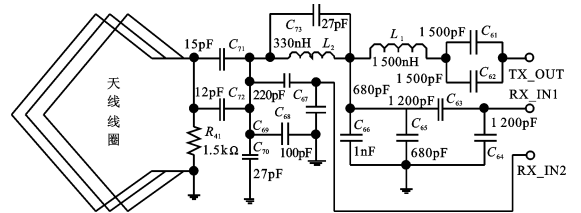


图3 仓储系统温湿度监测仿真电路

图 3 中,天线线圈获取数据并传输到 TRF7960,在超高频段实现 11 Mbit/s 速率的无线数据传输,功耗读取器采用 9 V 锂电池,经过 DC-DC 变换为 5 V,再 5 V 的直流经过 DC-DC 得到 3.3 V 和 4.2 V 电压.对 9 V 锂电充电,则采用三端开关,开关一端为识读者工作端,另一端为充电端,这样处理可以减少核心版 PCB 面积和层数,先测试主控部分,再测试射频部分,最后测试扩展功能部分;通过完整测试和 PCB 板的生产及元器件的焊接与测试,做出了样机.

为了对比监测算法的性能,采用不同方法对仓储系统的温湿度监测准确度系数进行对比分析,得到结果如图 4 所示.

分析图 4 可知,采用本文方法,功耗相比降低了 15.6%,并且优化时间缩短了 94.3%,温湿度监测准确度提高.能实时有效地实现对基于嵌入式设计的仓

储系统温湿度监测,准确性较高,通过监测优化,提高了温湿度监测跟踪能力,改善仓储存储条件.

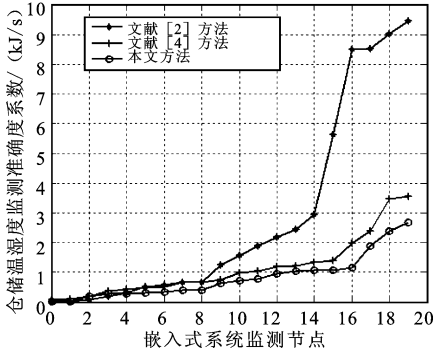


图 4 性能分析

5 结束语

基于嵌入式设计的仓储系统温湿度监测设计是保证仓库系统稳定运行,提高仓储存储条件的关键.传统的仓储系统温湿度监测方法采用 RFID 射频读写监测方法,无法有效监测电路静态功耗的变化特征,对仓储温湿度监测结果不准确.对此,本文提出一种基于活性因子激励的嵌入式仓储系统温湿度监测方法.研究得出,采用本文监测方法,能实时有效地实现对基于嵌入式设计的仓储系统温湿度监测,准确性较高,稳定性好.

参考文献:

[1] 杨石,王艳玲,王永利. 云计算环境下基于蜜蜂觅食行为的任务负载均衡算法[J]. 计算机应用, 2015, 35(4): 938-943.

[2] Zhang Huanguo, Li Jing, Pan Danling, et al. Trusted Platform Module in Embedded System[J]. Journal of Computer Research and Development, 2011, 48(7): 1269-1278.

[3] 王爱珍,侯成郭,任国风. 直接序列扩频的分层级联随机共振接收算法[J]. 计算机应用, 2015, 35(4): 934-937, 959.

[4] 何炎祥,喻涛,陈勇,等. 面向嵌入式系统绿色需求的数据分配方法[J]. 计算机研究与发展, 2015, 52(1):

94-104.

[5] 赵威. 基于鱼雷自导的舰船尾流回波模型建立方法[J]. 舰船电子工程, 2013, 33(4): 81-83.

[6] 张金宏,王兴伟,黄敏. 面向绿色互联网的低功耗多播路由算法[J]. 通信学报, 2014, 35(增刊 1): 134-140.

[7] 许海洋,庄毅,顾晶晶. 一种面向嵌入式软件体系结构的形式化建模方法[J]. 电子学报, 2014, 42(8): 1515-1521.

[8] 林颖,张智雄. 构建基于 DSpace 的中文机构仓储系统[J]. 图书情报工作, 2007, 51(2): 87-91.

[9] 黄志雨,嵇启春,陈登峰. 物联网中的智能物流仓储系统研究[J]. 自动化仪表, 2011, 32(3): 12-15.

[10] 陈俊,魏光磊,高建,等. 大运汽车仓储系统分析与优化对策研究[J]. 中国储运, 2015, 24(2): 112-115.

[11] 邢志光,杨艳玲. 新型港口散料清洁环保船舱式地下仓储系统的探讨[J]. 港口装卸, 2015, 37(2): 29-31.

[12] 王秀星. 电子商务环境下智能仓储系统的应用[J]. 信息技术与信息化, 2015, 32(4): 73-74.

[13] 王丹竹,郎茂祥. 物流仓储系统可靠性请假 Petri 网仿真研究[J]. 生产力研究, 2015, 29(6): 60-63.

[14] 戴善溪,张效民. 基于 ZigBee 技术的数字式温湿度监测网络设计[J]. 国外电子测量技术, 2010, 29(2): 47-49.

[15] 王志强,陈平. 基于 GPRS 技术的粮库温湿度监测系统的设计[J]. 安徽农业科技, 2010, 38(14): 7552-7553.

[16] 刘庆赞,焦斌亮,刘永富. 仓库温湿度监测与 nRF905 无线传输系统的设计[J]. 传感器与微系统, 2011, 30(5): 101-103.

[17] 李正民,张兴伟,柳宏川. 基于 CC2530 的温湿度监测系统的设计与实现[J]. 测控技术, 2013, 31(5): 25-28.

[18] 张璘,陶琳,袁江南,等. 基于 GSM 网络的远程温湿度监测系统研究及实现[J]. 电子技术应用, 2012, 38(6): 93-96.

[19] 郭东平,陈军,熊刚,等. 基于手机短信的设施农业温湿度远程监测系统的设计[J]. 电子设计工程, 2015, 23(21): 58-60.

作者简介:

李宏升 男, (1973-), 工学硕士, 讲师. 研究方向为互联网与嵌入式系统. E-mail: li-hs@sohu. com.

(上接第 156 页)

[7] Zibin Dai, Wei Li, Xiaohui Yang, et al. The Research and Implementation of Reconfigurable Processor Architecture for Block Cipher Processing[C]// ICES. San Francisco, CA: IEEE, 2008 : 587-593.

作者简介:

陈晓钢 男, (1991-), 硕士研究生. 研究方向为 SoC 与微处理器设计.

李伟 男, (1983-), 博士研究生. 研究方向为多核密码处理器设计.

徐金甫(通讯作者) 男, (1965-), 博士, 副教授. 研究方向为专用集成电路设计. E-mail: edward. s. chen0401@qq. com.