

仓储管理手持终端的设计与实现

Design and Realization of the Handheld Terminal for Warehousing Management

李 颀 薛宇航 周 维 何艳丽 毛文涛

(陕西科技大学电气与信息工程学院, 陕西 西安 710021)

摘要: 针对传统仓储管理系统存在的不足,综合 WiFi 技术和 RFID 技术的优点,提出了一种结合 WiFi 和 RFID 技术的新型嵌入式物联网仓储管理手持终端。介绍了在仓储管理系统的背景下手持终端的框架结构、硬件设计及软件流程。试验证明,该手持终端具有很高的实用价值。

关键词: 仓储管理 WiFi RFID 手持终端 ARM9

中图分类号: TP399 **文献标志码:** A

Abstract: To overcome the deficiency of traditional warehousing management system and integrate the advantages of WiFi technology and RFID technology, the novel embedded Internet of things (IoT) warehousing management handheld terminal is proposed by combining the technologies of WiFi and RFID. The framework, hardware design and software flowchart of the handheld terminal under the background of warehousing management system are introduced. The tests verify that the handheld terminal possesses very high practical value.

Keywords: Warehouse management WiFi Radio frequency identification (RFID) Handheld terminal ARM9

0 引言

近年来,随着物流管理的日益发展,仓储管理已经成为物流管理中的重要环节。注重引进先进的、无纸化的物流作业和建立高效的物流中心仓储管理至关重要^[1-2]。所以开发并设计一个高效而又贴合企业需求的仓储管理手持终端具有重要的社会价值。无线射频识别技术 (radio frequency identification, RFID) 作为新一代非接触式自动识别技术^[3-4],配合 WiFi 无线数据传输,能够在采集数据与传输方面提高仓储管理的效率,从而推动仓储管理的发展。

手持终端设计包括两部分:①数据采集与处理部分,RFID 模块采集仓储货物标签信息(商品种类、厂商名称、生产日期、库位信息等),并将信息送入 ARM9 处理器进行预处理;②数据传输部分,信息经过 ARM 处理器处理成适合 WiFi 传输的数据格式,经 WiFi 传给上位机,或者上位机经过 WiFi 将数据发送到手持终端。

1 硬件系统设计

整个无线数据采集与传输系统由数据采集处理系统和数据传输服务系统组成。其中,数据采集处理系统主

要由 S3C2440 处理器和 RFID 无线采集模块组成,其作用是当 RFID 模块接收到命令后,通过模块内阅读器与电子标签的通信发射部件——天线及其匹配电路发出调制信号进行寻卡,与电子标签建立通信。阅读器与电子标签结构如图 1 所示。RFID 模块将接收到的射频卡内的信息传输给 S3C2440 进行处理,处理后的信息显示在 LCD,并由处理器对数据采集模块发送控制命令,实现采集模块的复位、工作、休眠和关闭。数据传输服务系统的 WiFi 模块及其无线网络的主要作用就是识别处理器发送过来的控制指令,并根据指令完成对数据的传输。

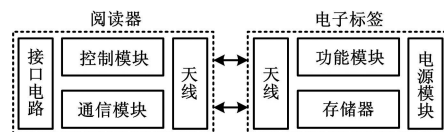


图 1 阅读器与电子标签结构图

Fig. 1 Structure of reader and electronic tag

1.1 处理器

本手持终端的设计主要满足仓储管理过程中数据的采集、处理及显示,本硬件设计处理器选用 ARM9S3C2440 处理器。三星公司的 S3C2440 为 16/32 位 ARM9TDMI,内核带有 16 kB cache 的 RISC 处理器,被设计用来为手持设备等提供一个低成本、高性能的方案;集成了 UART、ISP 等串行接口控制器、8 通道 10 位 ADC 转换器、存储单元控制器、时钟和电源控制器、DMA 控制器、LCD 控制器、I²C 控制器等外围控制

陕西省科技厅工业攻关基金资助项目(编号:2011K06-41)。

修改稿收到日期:2013-04-24。

第一作者李颀(1973-),女,2013年毕业于西北工业大学航海专业,获博士学位,教授;主要从事工业过程及其自动化、智能控制及数字图像处理方面的研究。

器,可以实现丰富的外围接口功能;130 个可编程通用 GPIO 口,处理速度高达 533 MHz^[5]。核心处理器包括专门为诸如移动电话、数字多媒体、GPRS 通信系统和嵌入式设备等移动设备消费型产品设计的高性能、低成本处理器,其开发技术已经相对成熟。

1.2 阅读器硬件设计

RFID 阅读器的任务是控制射频发射射频信号,通过射频收发器接收来自标签的信息。由于高频段数据传输率相对较高且通信质量较好,对移动终端网络不会产生影响,有利于手持读写器的进一步研发;此外,射频收发芯片 MFRC522 具有低电压、低功耗、低成本和便于手持设备开发等优点,所以本系统采用 NXP 公司的 MFRC522 作为 RFID 模块电路开发的核心芯片。MFRC522 利用调制和解调的原理,在 13.56 MHz 频段集成了各种非接触式通信方法和协议。芯片内部集成的发送器部分可以驱动读写器的天线部分与 ISO14443A/Mifare 卡和应答机之间的通信而不需要另外的电路;数字电路部分可以处理完整的 ISO14443A 帧和错误检测。MFRC522 芯片内部连接 27.12 MHz 的晶体;具有 64 B 的发送和接收 FIFO 缓冲区、灵活的中断模式和低功耗硬件复位功能;通信距离高达 50 mm,但这取决于天线的长度和调谐;支持 SPI、I²C 和串行 UART 接口,供电电压为 3.3 V,封装形式为 HVQFN32。本系统采用 SPI 接口方式完成 S3C2440 处理器与 MFRC522 之间的数据传输,处理数据的速率达到 10 Mbit/s。

本系统通过 MFRC522 芯片提供的 5 个引脚来实现 SPI 接口电路。这 5 个引脚分别为: D₅(MISO)、D₆(MISI)、D₇(SCK)、RST、SDA。MFRC522 作为从机与 S3C2440 进行 SPI 通信。数据可以通过 D₅ 引脚从 MFRC522 发回到 S3C2440 处理器,通过 D₆ 引脚从 S3C2440 处理器发送到 MFRC522 处理。D₇ 引脚为时钟引脚,由 S3C2440 处理器产生。处理器可以通过使能 RST 引脚为低电平来产生硬掉电。在硬掉电模式下, MFRC522 内部所有消耗能量的部件全部关闭(包括振荡器)。

1.3 WiFi 模块的电路设计

本设计中 WiFi 模块使用的是 Murata 公司的 LBWA18HEPZ 模块。该模块内部采用 88w8686 芯片,提供 SDIO 和 GSPI 接口;内置一块 38.4 MHz 的晶体振荡器,内置的 8 kbit EEPROM 和 1.8 V 稳压器可以用 3.3 V 或 1.8 V 供电,使用方便。88w8686 芯片适用于 IEEE 802.11a/g/b 标准,它具有传输速率高、覆盖范围广、功耗低、集成度高等特点;WiFi 的覆盖半径基本上能达到 100 m,而普通的蓝牙技术基本上只能覆盖 15 m 的半径区域;支持 WEP 64/128、WPA、TKIP 和 AES 等无线网络加密方式。芯片内置 RF 到基带的转换电路,同时支持 19.2 MHz、20 MHz、24 MHz、26 MHz、38.4 MHz 和 40 MHz 的晶振作为时钟源;采用 68 脚 QFN 封装,提供 SDIO 和 GSPI 两种接口方式;内置用于存放 Tx 帧队列和 Rx 缓冲数据的 SRAM 和 Boot ROM。WiFi 模块接口电路图如图 2 所示。

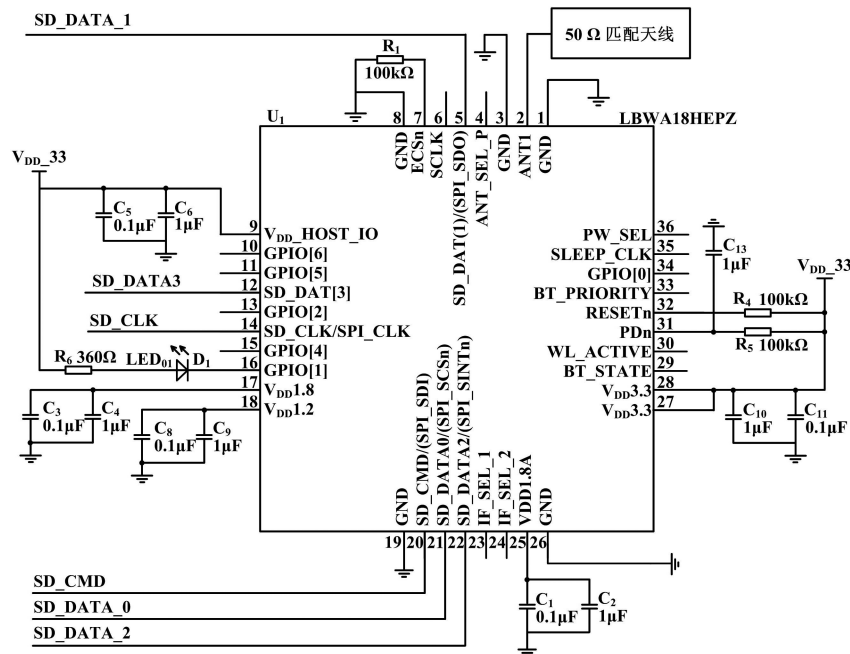


图 2 WiFi 模块接口电路图

Fig. 2 WiFi module interface circuit

本设计采用 SDIO 的方式将 LBWA18HEPZ 连接到 S3C2440 的 SDIO 接口上。图 2 中,SD_DATA0、SD_DATA1、SD_DATA2、SD_DATA3 分别为 SDIO 接口通信的 4 个数据位;SD_CLK 为来自于主处理器的同步时钟信号;SD_CMD 为命令/回复信号。WiFi 模块采用 3.3 V 供电,也可以直接由 SDIO 接口提供。ANT1 引脚接天线,根据最大功率传输定理,ANT1 引脚与天线之间需进行 50 Ω 阻抗匹配。

1.4 其他模块设计

数据和程序存储器模块主要有 Flash 和 SDRAM,供电电压采用 3.3 V 供电。Flash 采用三星公司的 SST39VF1601,大小为 2 MB,为数据的存储提供便利,并且可以作为 Bootloader、Linux 系统文件的存储。SDROM 为 HY57V641620,大小为 8 MB,主要作为程序存储使用。由于本手持终端主要是和上位机通信并及时将数据和上位机进行交换,所以对于所选用的存储模块空间的大小已经足够。

S3C2440 内部集成了 LCD 控制器,其逻辑功能是将 LCD 的图像数据从主存的视频缓冲区域传送到外部 LCD 设备。LCD 显示器的主要作用是将上位机下达给手持终端的货物出入库或者盘点的命令加以显示,供工作人员执行;或者将由手持终端具体执行的操作显示在 LCD 上,供工作人员参考。

2 软件设计实现

软件系统包括嵌入式系统的移植、无线模块各接口的驱动和无线通信传输协议。手持终端的无线通信功能主要分为以下几个层次:①驱动层,包括 WiFi 模块驱动、RFID 模块驱动、USB 接口驱动及 LCD 驱动等;②协议层,包括 RFID 通信协议、WiFi 通信协议等;③应用层,包括网络相关的应用程序等。软件整体结构如图 3 所示。

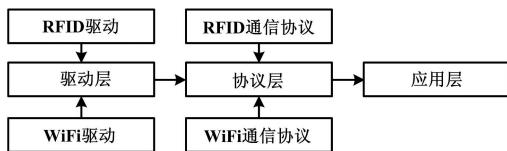


图 3 软件整体结构图

Fig. 3 Overall structure of the software

2.1 RFID 模块的软件实现

手持设备选择 u-boot 引导操作系统 uclinux 内核和根文件系统,在软硬件环境搭建好的情况下,进行 RFID 驱动程序的设计。RFID^[6-10] 的驱动主要是对 MFRC 配置寄存器进行设置,并将发送接收数据的字

节、地址和工作模式等写入 MFRC 寄存器。RFID 对标签进行数据读取的流程图如图 4 所示。

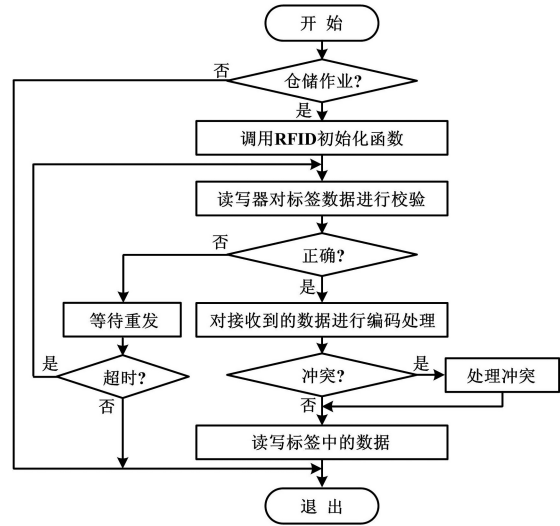


图 4 RFID 阅读器采集标签数据流程图

Fig. 4 Flowchart of tag data acquisition of RFID reader

2.2 WiFi 模块的数据传输过程

WiFi 无线终端的数据通信方式是主从通信方式。当通过 SDIO 对工业现场的数据进行读取时,WiFi 作为主机;当传送读取的数据时,WiFi 又会作为 AP 接入点的从机。无线通信采用网络套接字进行编程。WiFi 传输数据的具体流程图如图 5 所示。

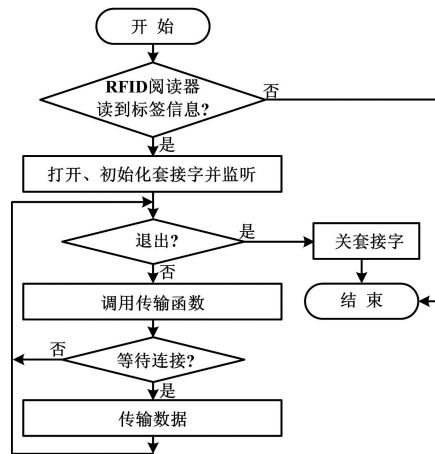


图 5 WiFi 传输数据流程图

Fig. 5 Flowchart of WiFi data transmission

3 功能测试

RFID 功能的测试主要是测试手持设备的 RFID 模块能否对标签信息进行读写等操作。首先将 RFID 驱动加载到手持设备上,然后通过串口终端 secreue CRT 输入命令 cat /dev/rfid,即可得到标签信息的读写

结果。

WiFi 功能测试主要是测试手持 WiFi 能否接入到无线网络 skd-office。通过串口终端 secur CRT 即可查看测试结果。首先使用 ifconfig eth0 up 命令激活 WiFi 模块,然后使用 iwlist eth0 scan 命令搜索无线网络。在终端通过命令 iwconfig eth0 essid "skd-office" 选择 skd-office 网络,再执行 iwconfig eth0 ap auto;将 ifconfig eth0 10.250.32.233 netmask 255.255.224.0 作为目标板指定 IP 地址和默认网关,此时可以看到 WiFi 模块的 LED 指示灯亮起;用 iwconfig eth0 查看无线网络连接状态,即可成功接入“skd-office”无线网络。由于手持终端的 IP 地址和测试所用 PC 机的 IP 地址在同一网段,所以可以用 ping 命令验证无线通信功能。PC 机的 IP 地址是 10.250.32.174,使用 ping 10.250.32.174 来检验 WiFi 功能是否已经成功实现。

4 结束语

本文所设计的手持终端采用 RFID 无线射频识别技术,通过无线电信号识别特定目标并读写相关数据,而无需识别系统与特定目标之间建立机械或光学接触。该手持终端具有非接触、读取数据及时准确等特点。仓储作业管理应用表明,该终端减少了人力资源

的浪费,有效避免了错误率的发生。与此同时,结合 WiFi 技术对阅读器采集到的数据进行实时传输,可以有效解决传统仓库中布线难、实时性要求高、干扰较强的问题。

参考文献

- [1] 孙红,任杰.全新理念的仓库管理模型设计[J].仪器仪表学报,2006,27(6):2542-2543.
- [2] 罗春彬,彭龔,易彬.RFID 技术发展与应用综述[J].通信技术,2009,42(12):112-114.
- [3] 杜亚江,雷斌,离博.仓储管理中 RFID 系统的研究与设计[J].兰州交通大学学报:自然科学版,2007,26(6):92-95.
- [4] 赵臣.基于 RFID 的仓储管理应用研究[J].企业技术开发,2009,28(1):122-123.
- [5] 朱伟.S3C2440X 控制 LCD 的设计与实现[J].电子科技,2006,7(3):63-66.
- [6] 白兴文,张亚君.基于 RFID 天线阻抗自动匹配技术的研究[J].电子器件,2010,33(2):205-208.
- [7] 陈华君,林凡,郭东辉.RFID 技术原理及其射频天线设计[J].厦门大学学报:自然科学版,2005,44(6):312-315.
- [8] 李颀,胡海强.基于 PXA322 的 RFID 手持终端的研究与设计[J].物流技术,2012,34(9):429-433.
- [9] 周鹏,侯立刚,彭晓宏.基于 ARM 嵌入式系统的 RFID 驱动程序设计与实现[J].电子技术应用,2011,37(8):32-35.
- [10] 熊春如.基于 RFID 的智能数据采集终端的研究与设计[J].电气自动化,2008,30(5):54-56,65.

(上接第 63 页)

控制器监测温度为实例,建立马尔可夫模型,分别运用 3 种不同的极限概率(即稳态概率)计算方法求解马尔可夫模型。经过对比得出,直接代数法是最快并且最符合实际(误差最小)的求解方法。

在可维修系统中,随着时间段的增加,概率值的变化越来越小,最终概率值逐渐到达稳态。此时就可以得到系统的稳态可用率,该稳态可用率为日后维修和检测提供了安全保证^[9]。目前,在系统设计时,为了得到最优方案,必须综合考虑设计约束条件,控制系统的安全性和可靠性是重要的设计约束条件;在优化过程中,则需要考虑安全性和可靠性的量化指标和定量评估方法,通过马尔科夫模型的建立与求解该模型,则可定性分析系统的安全性与可靠性。相信有了统一的控制系统^[10-12]设计的安全性和可靠性参数,就能真正实现对控制系统安全、可靠的设计。

参考文献

- [1] 陈高翔,冯冬芹.安全仪表系统硬件失效概率的评估方法[C]//第八届工业仪表与自动化学术会议集(上),2007.

- [2] 田泽.嵌入式系统开发与应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2005:208-619.
- [3] 程韬波,曾敏,吕小青,等.磨具多路温度控制器的研制与分析[J].机电产品开发与创新,2004,17(5):81-83.
- [4] 史健芳.智能仪器设计基础[M].北京:电子工业出版社,2012:216-278.
- [5] 周昕,林轶翠,崔远智.基于实时控制的多路温度检测系统[J].控制系统,2004,20(8):64-71.
- [6] 刘志勇.工业控制器可靠性若干问题的研究与开发[D].杭州:浙江大学,2012.
- [7] 胡慧芳,沈元隆.硬软件交互的可靠性建模及应用[J].微型机与应用,2011,30(5):64-66.
- [8] Goble W M.控制系统的安全评估与可靠性[M].北京:中国电力出版社,2008:95-239.
- [9] 林澜,马坚勇.智能仪表中运用抗干扰措施的体会[J].自动化与仪表,2004(5):23-27.
- [10] 马中梅,马广云,徐英慧,等.ARM 嵌入式处理器结构与应用基础[M].北京:北京航空航天大学出版社,2002:60-89.
- [11] 刘建昌,于红磊,辛红,等.S7-00/400 PLC 工业网络通信技术指南[M].北京:机械工业出版社,2009.
- [12] 王啸东.PLC 控制系统设计方法解析[J].自动化与仪器仪表,2011(1):43-48.