

文章编号:1000-1638(2010)03-0346-05

基于 MSP430 的手持式 RFID 读写器的设计*

潘盛辉,郭毅锋,潘绍明,黄丽敏

(广西工学院电子信息与控制工程系,广西柳州 545006)

摘要:根据识别目标位置不固定不宜采用固定式系统的应用要求,设计了一种基于 MSP430 单片机的手持式 RFID 读写器.在介绍 RFID 读写器组成结构的基础上,重点介绍 MSP430F149 单片机采用 SPI 接口方式与 RF 收发芯片 FM1702SL 的硬件接口及相应软件的设计方法.应用表明,该手持式 RFID 读写器的设计达到相应的技术指标要求,具有良好的市场应用前景.

关键词:MSP430 单片机;手持式 RFID 读写器;FM1702SL;SPI 接口;低功耗

中图分类号:TP306 **文献标志码:**A

引言

射频识别 RFID(Radio Frequency Identification)技术是利用无线射频方式进行非接触式双向通信,以达到识别目标和交换数据的目的,实现对各种对象在不同状态下的自动识别和管理的一种技术. RFID 系统一般包含射频标签(或称射频卡)、读写器和应用管理系统组成.其中,射频标签具有扫描快,体积小、易封装,抗污染能力和耐久性,可重复使用,穿透性和无屏阅读,数据的记忆容量大,安全等特点.目前广泛应用于在身份识别和门禁管理、防伪、商业供应链、公共交通管理、物流管理、生产线的自动化及过程控制、动物的跟踪及管理、容器识别等领域^[1].

在门禁管理、生产线自动控制、封闭库房等领域中识别对象的位置相对固定或者所经路径相对确定,所使用的 RFID 系统一般可采用固定式读写设备,便于与计算机系统相连,并由计算机系统对识别对象进行管理.但在许多场合,由于使用环境特殊、安装布线不便等原因,读写设备难与计算机系统相连接使用,特别是被识别的目标是位置不固定,且路径不确定,需要在一定范围内移动读写设备,例如身份识别应用中 RFID 电子标签式的身份证随持证人而流动,车辆识别管理应用中 RFID 电子标签随车辆运行或停放而流动,防伪检查应用中商品因销售渠道而流动、动物跟踪应用中因动物的迁移而流动等,在这些应用场合中射频标签随被识别目标的流动而不断改变位置,固定式读写设备很难适应应用要求.

为适应不宜安装固定式 RFID 系统的应用环境的需要,RFID 读写器一般设计成手持式读写设备.同时,为满足不同的具体应用领域需要,本设计中的手持式 RFID 读写器是可进行二次开发的通用读写设备,接口功能齐全,便于根据具体应用的需要可进行相应的二次开发,具有比较大的灵活性.本文着重介绍手持式 RFID 读写器中 MSP430 单片机与射频收发模块接口的硬件设计方法,以及系统软件中主程序、RF 收发模块的初始化程序、射频卡的读/写操作程序的设计方法.

1 系统工作原理及性能指标

手持式 RFID 读写器通常由操作人员手持设备在某一区域内完成对射频标签相关信息的采集及

* 收稿日期:2008-11-12;修回日期:2009-10-22

基金项目:广西自然科学基金资助项目(桂科自 0832066);广西工学院科学基金资助项目(院科 04010)

作者简介:潘盛辉(1971-),男(侗族),广西柳州市人,副教授.

显示,并将相应数据存储于读写器的存储器中,待与计算机连接后通过串行通信接口或 USB 接口传送到本地计算机,也可通过网络接口传送到远程的网络计算机,以便计算机系统进行相应的数据处理及应用.

手持式 RFID 读写器不涉及具体应用领域,只是针对通用的 RFID 系统功能进行 RFID 读写器的设计,提供为二次开发所需的读写 RFID 标签的基本功能及相应接口模块. 主要性能指标如下:

通信协议:支持 ISO14443 typeA 协议

工作频率:13.56MHz

读写距离:>10mm

扩展集成存储器:2M Bytes 存储量

通信接口与速率:RS-232 接口,57600bps;USB 接口,2M ;以太网接口:10M/100M

支持射频标签类型:MIFARE 卡

防冲突功能:有,可用于寻卡操作

天线:内置式读写天线

显示:OLED 显示器,4 行中文

电源电压:AC 适配器、USB 供电、充电电池供电,电压+3.3V 及+5V

工作温度:-10~+65℃.

2 系统硬件设计

2.1 系统硬件总体设计

为满足不同领域的应用需求及可针对具体应用进行二次开发设计需要实现各种功能的要求,手持式 RFID 读写器主要由主控制模块、RF 收发模块、显示模块、实时时钟模块、扩展存储模块、USB 接口模块、串行通信模块、以太网接口模块、键盘模块及电源系统等组成,其硬件组成结构图如图 1 所示.

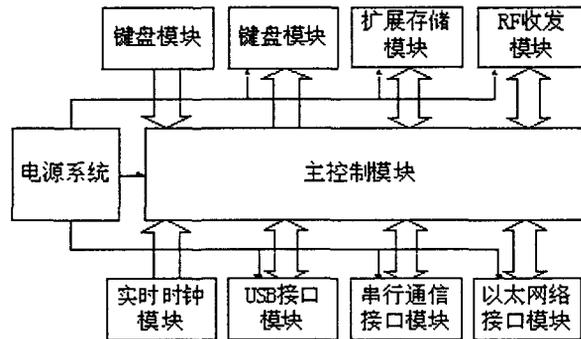


图 1 RFID 读写器组成结构图

Fig. 1 Block diagram of RFID reader

2.2 主控模块

主控模块负责执行读写器命令、对发送信号进行编码和对接收信号进行解码,完成射频标签的正确识别. MCU 选用具有超低功耗特性且功能强大的 MSP430F149 单片机,具有易于控制的 5 种低功耗工作模式,工作电压为 1.8~3.6V^[2-3]. 为优化系统的低功耗特性,在手持式 RFID 读写器设计中在相应程序中可根据不同的工作状态,MSP430 可由软件选择不同的时钟源和不同频率作为系统程序运行工作时基、FLASH 读写操作时基、实时时钟和低功耗的的备用工作时钟频率^[4-5].

MSP430F149 提供了 6 个通用并行端口 P1~P6,其中 P1、P2 具有中断功能、P3、P5 支持同步通信(SPI)模式的接口功能,一个看门狗定时器 WDT、两个 16 位定时器模块 TA 及 TB、两个串行通信模块 USART0 及 USART1 等,可以满足外围模块的接口需要.

2.3 RF收发模块及其接口

射频收发模块由天线、射频读写芯片及其相应外围电路组成,以实现控制器与射频卡的通信.本设计中射频读写芯片采用复旦微电子公司的基于ISO14443标准,支持13.56MHz频率下的typeA非接触通信协议,支持MIFARE标准加密算法的专用芯片FM1702SL.该芯片内部高度集成了模拟调制解调电路,只需最少量的外围电路,数字电路具有TTL/CMOS两种电压工作模式.数字、模拟和发射模块都有独立的电源支持宽电压(3V-5V),功耗低,具有硬件电源关闭、软件电源关闭及待机等三种省电工作模式,包含512字节的EEPROM、64字节的FIFO,支持SPI接口模式,具有一个中断处理器.特别适用于ISO14443标准下需进行数据读写系统的读写器的应用.

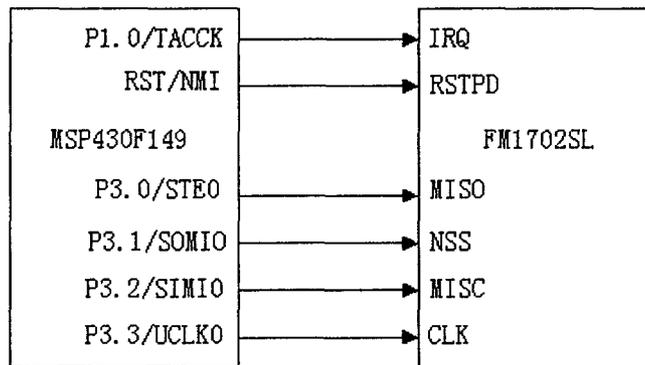


图2 MSP430F149与FM1702SL接口原理图

Fig.2 Interface of MSP430F149 and FM1702SL

MSP430F149单片机与FM1702SL芯片的接口原理图如图2所示.MSP430F149的P3.0~P3.3用作SPI接口与FM1702SL进行连接,负责完成RF收发通信的数据读写操作,其中FM1702SL作为SPI从设备必须满足相应的SPI时序要求.相应的射频信号匹配电路包括EMC低通滤波电路、接收电路、天线匹配电路及天线等,其中低通滤波电路用于晶振输出的高频谐波的滤波以满足国际EMC规则的规定要求.为了优化系统性能,天线匹配电路设计时要考虑天线的电阻、导体的厚度、线与线之间的距离、保护层材料的使用等因素.

2.4 电源系统

为便于针对具体应用场合与应用系统计算机的数据通信的需要,还提供了USB接口、串行通信接口、以太网络接口等通信接口,二次开发时可根据需要适当选择是否需要保留.同时,为扩大手持式RFID读写器的可工作范围以适应不同场合的应用,手持式RFID读写器电源系统采用了USB电源、AC电源以及电池供电相结合的模式,以便为RFID系统进行供电、充电.

2.5 其他模块

扩展存储模块是用于在某些数据存储量大的应用中因单片机的存储器容量有限,而手持式读写器单独使用时保存读取射频标签的数据,以便于连接到计算机上后上传数据,同时也可以保存用于显示的用户字库,选用AT45DB161B串行FLASH存储器.键盘与显示模块用于输入或显示相关的射频识别系统的相关信息,实现用户操作所需的人机界面,显示模块及驱动芯片选用P13501显示模块(含内置驱动芯片SSD1303),通信模块用于与计算机进行通信,其中USB接口选用IPS1582,串行通信接口选用MAX3232,网络接口模块选用ENC28J60.实时钟模块用于记录特定事件记录和操作的日期时间,为应用系统提供准确的日期时间.

3 系统软件设计

手持式RFID读写器的软件包括系统各模块的初始化程序、射频卡读/写程序、数据存储/处理程序、各种通信程序、键盘/显示程序、实时时钟程序等,相应的程序及数据可分别安排保存于单片机片内FLASH及扩展的FLASH中,便于二次开发或应用中进行软件更新.下面重点介绍主程序及RF

接口初始化程序的设计方法及射频卡读/写操作流程.

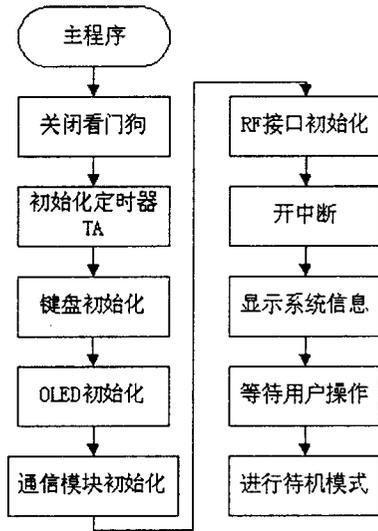


图 3 RFID 读写器的主程序流程图
Fig. 3 Main flow chart of RFID reader

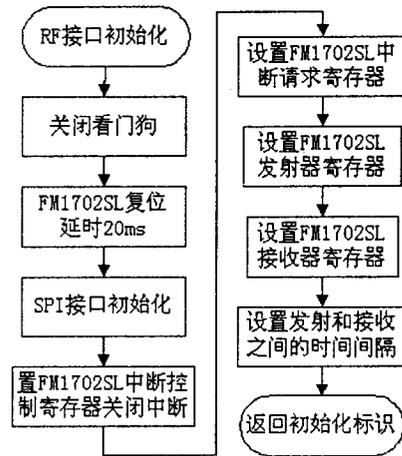


图 4 FM1702SL 初始化流程图
Fig. 4 Initialization flow chart of FM 1702SL

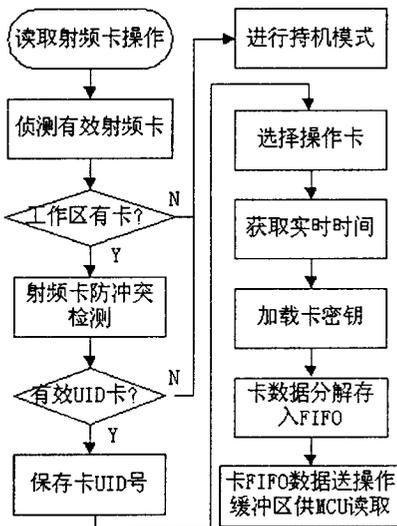


图 5 读射频卡流程图
Fig. 5 Flow chart of RF card reading

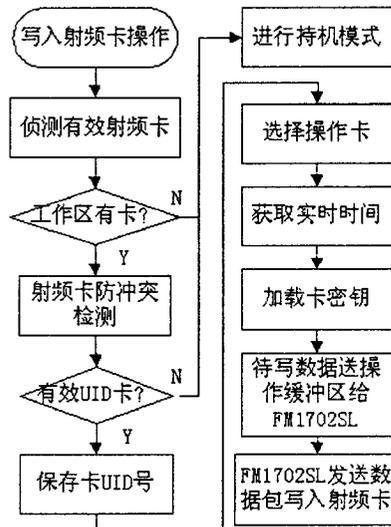


图 6 写射频卡流程图
Fig. 6 Flow chart of RF card writing

3.1 主程序及 RF 接口初始化程序设计

主程序主要完成 MSP430F149 及其相应外围模块接口所需的初始化工作,并等待用户通过键盘操作完成相应的软件更新、射频卡读/写,信息显示、数据通信等操作.读写器在完成初始化后,由用户设置工作模式,其中射频模式下读写器通过发射天线发送一定频率的射频信号,当附着标签的目标对象进入发射天线工作区域时会产生感应电流,射频标签凭借感应电流所获得的能量发送出存储在芯片中的信息,或主动发送某一频率的信号;射频标签将自身编码等信息通过内置发送天线发送出去;系统接收天线接收到从射频标签发送来的载波信号,经天线调节器送到读写器,读写器对接收的信号进行解调和解码后,进行相关处理.主程序流程图如图 3 所示.

FM1702SL 支持可编程启动配置,其启动过程是在上电复位或复位管脚 RSTPD 加高电平使其

进入硬件掉电模式阶段,随后自动进入复位阶段,部分相应寄存器由硬件预置,复位后进行初始化,由软件完成相应的寄存器设置.其初始化流程图如图4所示.

3.2 射频卡读写程序设计

FM1702SL支持ISO14443 typeA通信协议,其C语言开发的底层函数库中提供了基本命令函数,便于实现射频卡的侦测(REQUEST)、防冲突检测(ANTICOLLISION)、选卡(SELECT)、密码认证(AUTHENTICATION)、读卡(READ)、写卡(WRITE)及持卡(HALT)等操作.射频卡信息的读取、写入操作流程图分别如图5、图6所示.在相应的读写操作后还要对所选射频卡发送持卡命令,使其退出工作.

4 结束语

手持式RFID读写器采用了具有低功耗的MSP430F149单片机及FM1702SL射频收发芯片为核心进行低功耗设计,实现了支持ISO14443标准的射频卡读写、人机界面操作等基本功能,并提供了USB、RS232、网络通信接口.软件开发采用C语言,提高软件开发的工作效率及程序的可靠性、可读性和可移植性.经应用证明,本系统的设计达到相应的性能指标,并具有功耗低、便于二次开发成不同的射频识别应用系统等特点,具有良好的市场应用前景.

参考文献:

- [1] 郎为民. 射频识别(RFID)技术原理与应用[M]. 北京:机械工业出版社,2006.
- [2] 胡大可. MSP430系列FLASH型超低功耗单片机[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2001.
- [3] 沈健华,杨艳琴,翟晓曙. MSP430系列16位超低功耗单片机实践与系统设计[M]. 北京:清华大学出版社,2005.
- [4] 张挺,熊璋,王剑昆,等. 一个面向低功耗设计的RFID系统研究与实现[J]. 小型微型计算机系统,2006(11):2090-2093.
- [5] 李和平,黎福海. 基于MF RC500的Mifare射频卡读写器设计[J]. 电测与仪表,2007(9):61-64.

Design of Handheld RFID Reader Based on MSP430

PAN Sheng-hui, GUO Yi-feng, PAN Shao-ming, HUANG Li-min
(Department of Electronic Information and Control Engineering,
Guangxi University of Technology, Liuzhou 545006, China)

Abstract: To meet the requirement of different applications that the fixed RFID reader is not suitable to be installed for identified objects in unfixed position, a handheld RFID reader is designed based on MSP430F149 MCU and FM1702SL RF transceiver. The software and the hardware interface using SPI mode for MSP430F149 to control FM1702SL are presented in detail. The application indicates that its technical parameters meet the design requirements, and it will have the good market application prospect.

Key words: MSP430 MCU; handheld RFID reader; FM1702SL; SPI mode; low power consumption