

基于无线射频识别技术的超市快速结算系统的设计与实现

胡宏梅, 姜子祥

(苏州健雄职业技术学院 电气工程学院, 江苏 太仓 215411)

摘要: 针对超市购物结算速度较慢、步骤繁琐等问题, 提出一种基于无线射频识别 (RFID) 技术的超市快速结算系统的设计方法; 使用 RFID 读取商品电子标签信息并通过网络传输到收银客户端, 对接收到的数据信息匹配、处理、显示、打印、扣款和发送消费短信, 快速完成商品价格的计算汇总; 实验证明, 该方法能有效缩短购物时间、提高购物效率、方便快捷。

关键词: 无线射频识别 (RFID) 技术; 电子标签; 结算系统

Design and Implementation of Supermarket Rapid Settlement System Based on RFID Technology

Hu Hongmei, Jiang Zixiang

(Electrical Engineering Institute, Suzhou Chien-shiung Institute of Technology, Taicang 215411, China)

Abstract: In order to solve the problem such as the slow and complicated steps of supermarket shopping, we designed a fast settlement system based on RFID technology. Through the RFID to read the goods electronic tag information and transmitted to the cash register through the network, match the received data information, then processing, display, print, charge and send consumer SMS, quickly complete the calculation of commodity prices summary. Practice proved that the system can effectively shorten the shopping time, improve shopping efficiency.

Keywords: RFID technology; electronic label; rapid settlement system

0 引言

目前, 随着人口的增加及消费水平的提高, 超市给人们的生活带来了众多的便利, 但同时也带来了一些问题, 如购物结账排队过长所引起的等待时间过长、条形码结算效率低下、付款方式繁琐等问题, 如这种问题得不到及时解决, 必然会造成消费者购物满意度不高和超市经济效益的下降。针对以上现象, 本文利用 RFID 技术能实现快速扫描电子标签信息的优势, 设计实现了一种超市商品快速结算系统。

RFID (radio frequency identification) 技术又称无线射频识别^[1-3], 是一种无线通信技术, 可通过无线电讯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。传统条形码扫描只能通过扫描枪单件物品扫描, 若扫描枪与条形码之间有阻挡或扫描姿势不对, 则不能读取商品信息, 而 RFID 是一种无线技术, 它可以轻松透过各种非金属式物品读取到被阻挡的标签, 具有快速扫描、可重复使用、穿透性、数据记忆量大及安全性等特点。当电子标签进入磁场后, 接收读写器发出的射频信号。无源电子标签凭借被

动产生感应电流所获得的能量发送出存储在芯片中的产品信息, 利用 RFID 防碰撞算法还可以实现短时间内读取多个标签。

1 系统总体设计

超市快速结算系统配合 RFID 标签, 可以实现一次性读完商品信息的功能, 并计算出价格显示在 4.7 寸屏幕上, 用户可以通过 RFID 卡实现付款。此方案相比于传统手持式扫码器扫描商品条形码读取信息方案的最大优点就是节约时间, 避免用户购物结账时等待时间过长问题。用户付款成功后可获得 TTL 打印机所打印的购买信息收据单, 同时 RFID 卡所绑定的用户手机号也会收到相关消费信息短信。

本超市快速结算系统是基于 RFID 技术实现, 通过触控 4.7 寸电阻屏来控制标签读卡器读取商品标签信息, 并根据用户决定是否付款。当用户用射频卡付款成功后会打印出用户所购买的商品清单并通过 SIM900 模块将所扣款的信息发送给用户, 液晶屏同时也会显示用户购买的物品数量及总金额。在用户操作过程中, 当标签读卡器开始读卡时, 蜂鸣器会提醒用户读卡器正在工作, 在标签读卡器读取完毕后蜂鸣器也会提醒用户读取完毕。

如图 1 所示, 本超市结算系统是由 STM32 最小系统、SIM900 短信模块、4.7 寸电阻屏、蜂鸣器模块、商品 RFID 标签超高频读卡器、TTL 串口打印机、高频卡读卡器及扣款射频卡和商品 RFID 标签组成^[4]。

收稿日期: 2017-06-02; 修回日期: 2017-10-25。

基金项目: 2015 太仓科技计划重点支撑项目 (TC2015SF10); 2017 年“三级联动”科研基金项目自然科学类课题 (2017SJLD15)。

作者简介: 胡宏梅 (1982-), 硕士研究生, 讲师, 主要从事无线通信技术方向的研究。

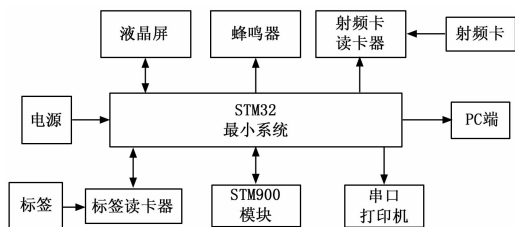


图1 系统框图

项目所要求的指标如下:

- 1) 货架电子标签电压 $<6\text{ V}$, 静态电流 $<0.1\text{ mA}$, 温度 $-10\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$, 低功耗工作模式下电池寿命 >5 年。
- 2) 货架电子标签节点单一自组网数量 $>65\ 000$ 个, 通信距离 $>2\text{ km}$ 。
- 3) RFID商品电子标签读写器工作频率为 915 MHz , 有效读写工作距离 $1\sim 8\text{ m}$ 可调。
- 4) 无线定位精度 $<0.5\text{ m}$ 。
- 5) 软件系统具备移植性, 可在嵌入式和PC机同步运行。

2 系统硬件设计

系统硬件电路包括USB转串口一键下载电路、液晶屏电路、稳压电路、存储电路、字库电路、复位电路、晶振电路、蜂鸣器电路、按键电路,并引出供TTL串口打印机、SIM900模块、RFID标签超高频读卡器、RFID高频读卡器所使用的接口^[5-6]。其中,液晶屏为4.7寸电阻式TFT触摸屏,用户可以通过该屏幕清楚看见自己所购物品的数量及总金额,并可以通过触控屏实现信息交互。由于使用的是TFT液晶屏,考虑到字库文件较大,故设计了字库电路,将TFT液晶屏的多个字库封存在了W25X16 flash芯片中,主控芯片通过SPI接口来读取字库信息。同时为避免停电、跳闸时超市快速结算系统出现数据丢失的问题,本设计中增加了存储电路,其使用的是IIC通讯接口的AT24C02存储芯片,用于存放商品信息、用户信息、标签号等。

超市快速结算系统的主控芯片采用增强型STM32F103^[7],属于中低端的32位ARM微控制器,其内核为ARM Cortex-M3、时钟最高可达到72 MHz,具有5个USART接口、3个SPI接口、2个IIC接口和11个定时器等,可以满足本系统的设计要求。

2.1 短信发送模块

短信发送模块采用的是SIM900A模块,属于双频GSM/GPRS模块,工作频率为900 MHz和1 800 MHz,其供电电压为5V,需要SIM卡。具备收发短信、拨号接听、GPRS数据等功能,其外部通讯口为TTL串口,通过AT指令进行操控。在本系统中由主控芯片通过串口发送AT指令操控,AT指令是主控芯片STM32F103与SIM900之间的通信协议,完成对SIM900的控制,负责发送扣款短信给消费顾客。

2.2 标签读卡器

标签读卡器是小型UHF-RFID超高频读写读卡模块^[8],如图2所示。它支持ISO18000-6C/EPC C1G2标准协议。工作电压5V,可读取0~30cm间的RFID标签,其外部通讯接口为TTL串口/RS232,为方便使用,本设计中使用TTL串

口作为通讯口。标签采用RFID技术,其具有读取速度快、读取距离远、抗干扰能力强、穿透性强、安全性高等优点,其最大的优点是RFID读卡器可以在短时间内对多个RFID标签进行读取的功能,这是传统扫码枪所不具备的。利用该技术可以在短时间将用户所购买的商品信息快速的读取并计算出来,从而减少用户的等待时间。RFID标签为Alien H3电子标签,具有64位ID号,其内部协议为ISO/IEC 18000-6C & EPC global Class 1 Gen 2,工作频率为860~960 MHz,由于该频段在全球的定义是不相同的,在亚洲规定为868 MHz(该频段波长大概在30 cm左右),所以这里选型采用型号H3-9662,它具有很高的数据传输效率,能在很短的时间内被读写,常应用于生产线自动化管理、航空包裹管理、集装箱包裹管理等。

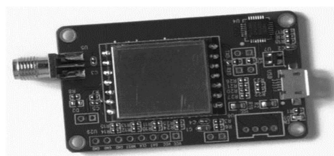


图2 标签读卡器

2.3 射频IC卡读卡器

RC522射频IC卡读卡器是一种常见的读卡器^[9-10],如图3所示。RC522芯片是应用于13.56 MHz非接触式通讯中高集成度的读卡器芯片,支持14443A协议。支持的卡类型:mifare1 S50、mifare1 S70、mifare UltraLight、mifare Pro、mifare Desfire。RC522模块是基于SPI通讯,由主控板模拟SPI接口控制,主控板通过防碰撞协议使RC522射频IC卡读卡器工作,然后读取标准S50空白卡,标准S50空白卡在本系统中模拟用户消费扣款卡。

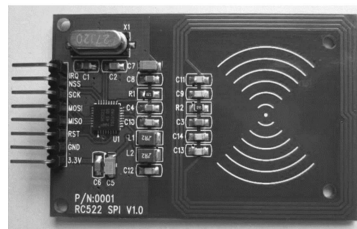


图3 RC522射频IC卡读卡器

2.4 TTL串口打印机

TTL串口打印机是一种嵌入式微型热敏打印机,它其与普通打印机最大的区别是使用串口进行数据传输,通过打印头上安装有半导体加热元件,打印头加热并接触热敏打印纸后就可以打印出需要的内容。主控板仅需通过串口打印出一定格式的内容,热敏打印机即可打印出来。在本系统中用于打印消费者购买清单。

2.5 超市快速结算硬件系统实现

本系统主控板PCB采用双层电路板设计,主要使用SMT贴片元器件,大大节省了板子面积。在布局方面,充分考虑到实际情况,将整块PCB大小压缩到与TFT液晶屏大小相同,所有元器件放于TFT屏下面,一方面节省了板子面积,另一方面也增加了美观度。因主控系统需连接多个外围模

块，所以将预留端口放于板子周围，方便接线调试。其中，SIM900 短信模块可直接插于该电路板反面后座上，减少一定接线工作。如图 4 与 5 分别是该本系统硬件主控板电路 PCB 板的正反面。

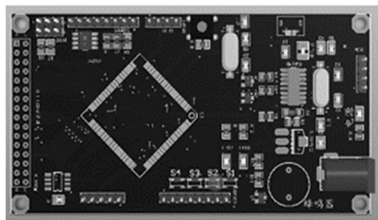


图 4 PCB 板图（正面 3D）



图 5 PCB 板图（反面 3D）

硬件实现中主要是 RFID 读卡器识别商品上的标签，将采集到的数据网络传输给收银端和后台服务端，后台服务端接受到数据后开始进行分析和处理，并将处理结果传输到前台，前台接受到数据后显示并打印出付款明细。

3 系统软件设计

图 6 是超市快速结算系统程序流程图。当主控电路板上电后，首先 STM32 初始化，初始化 STM32 的串口、定时器、模拟 SPI、模拟 IIC；当 STM32 内部资源初始化好后通过相关接口与外部模块进行通讯并初始化外部模块。当用户需要扫描自己购买的物品时，仅需将贴有 RFID 标签的商品放于 RFID 标签读卡器上，并点击 TFT 触摸屏上的“计算”按键，随后 STM32 将发送一组指令给 RFID 标签读卡器，RFID 标签读卡器收到指令后通过防碰撞算法将所有标签的 ID 号读取出来并封装成包发送给 STM32，STM32 根据收到的数据包进行解析，与 24C02 中存储的商品信息进行匹配，并计算出价格与商品数量显示在 TFT 液晶屏上。

用户查看信息后可决定是否付款，当点下“付款”按钮后，STM32 启动 RC522 射频卡读卡器进入读卡模式并等待用户刷卡。用户将自己的消费卡放置射频卡读卡器读取范围内，射频卡读卡器通过防碰撞算法读取到用户消费卡的卡号，与 24C02 中存储的用户信息进行匹配。当用户确认付款并且匹配成功后，STM32 会对用户信息中的金额进行更新，由 TTL 打印机打印出用户所购买的物品清单，打印完后将发送用户消费信息短信给用户，用户手机号事先与消费卡号绑定写入存储芯片中；若用户确认付款但匹配没有成功，STM32 也会通过液晶屏来告知用户；若用户确认付款并且匹配成功但是卡内余额不足，STM32 也会通过液晶屏来提示用户，此时用户只能通过重新读取标签计算价格，并重新付款。

void RFID_READ_id (void) 函数是 RFID 标签反馈数据包解析代码程序，RFID 标签读卡器将读取到的 RFID 标签 ID 号封装成包发给 STM32，STM32 解析其中的 ID 号并与存储器中的 ID 号进行匹配，匹配成功后将进行金额累计与数量累计，并通过屏幕显示给用户。

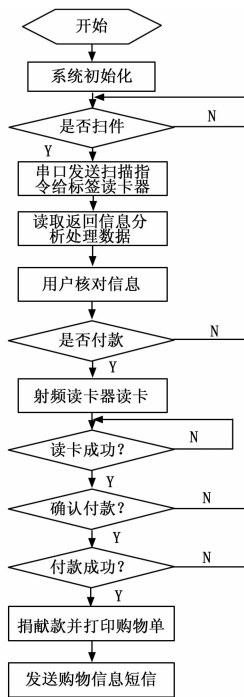


图 6 程序流程图

主要核心代码如下：

```

void RFID_READ_id(void)
{
    int i,j,z,k;//定义变量
    float money = 0.00;
    unsigned long b;
    unsigned char c[6];
    BSP_USART_OUT(USART2,Read_Card,7);//发送读取指令
    delay_ms(1500);//等待处理
    BSP_USART_OUT(USART1,Rec_Buf1,100);//发送至电脑端
    for(i=6;i<1024;i+=24)
    {
        for(j=0;j<8;j++)//与数据库核对
        {
            for(z=0;z<14;z++)
            {
                if(Rec_Buf1[i+z]==Card_database[j][z])
                    k++;
            }
        }
        if(k==14)
        {
            money += commodity_price[j];
            number++;
        }
        k=0;
    }
}
  
```

```

}
for(i=0;i<1024;i++)//清空接收数组
Rec_Buf1[i] = 0;
buf_num1=0;//清除接收计数
b = (unsigned long)(money * 100);
c[0] = b/10000%10+0;
c[1] = b/1000%10+0;
c[2] = b/100%10+0;
c[3] = 1;
c[4] = b/10%10+0;
c[5] = b%10+0;
BSP_USART_OUT(USART1,c,6);//回复收到数据
USART_printf(USART1,"\r\n");
POINT_COLOR=BLACK;
Show_Str(30,60,300,32,"数量",32,1);
Show_32number(161,60,300,number);
    
```

```

Show_Str(260,60,300,32,"个",32,1);
Show_Str(30,90,300,32,"金额",32,0); Show_32double(126,
90,350,money);
Show_Str(260,90,300,32,"元",32,1);
}
    
```

超市快速结算系统实物图 7 (a), 将相关程序下载到结算系统各模块中, 便可实现价格读取、用户支付、清单打印及发送短信, 具体实现效果如图 7 和 8 所示。

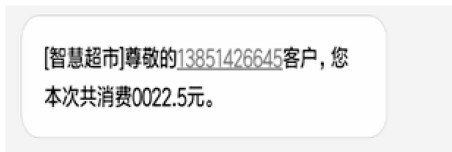
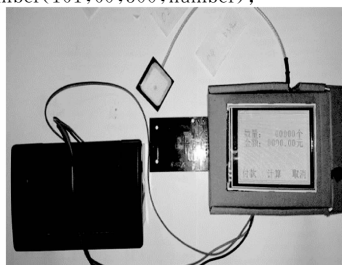
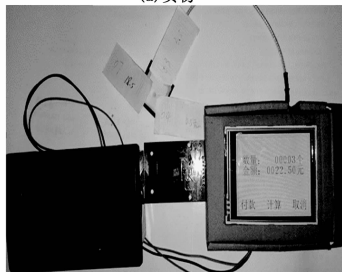


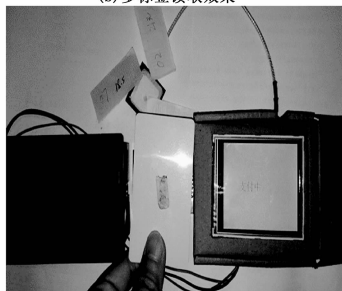
图 8 消费短信反馈效果



(a) 实物



(b) 多标签读取效果



(c) 支付效果



(d) 打印效果

图 7 超市快速结算系统实现效果

4 试验结果与分析

本系统经过测试验证, 可同时无差错识别 20 件商品 RFID 标签的信息, 通信距离最远为 10CM, 相关硬件抗电磁干扰的效果良好, 稳定性较高。此外, 系统人机交互界面简洁明了, 可满足不同用户的结算需求。

5 总结

本文利用 RFID 技术具有的快速扫描电子标签的功能设计了一种超市快速结算系统, 该系统由 RFID 标签超高频读卡器、RFID 高频读卡器、TTL 串口打印机及短信发送等模块所组成, 可实现商品价格的读取、数据的匹配、处理、显示、购物清单的打印及消费短信的发送等功能。实验证明, 该系统能较快地完成商品价格的汇总, 缩短顾客的购物时间, 在与超市后台结算数据库对接后, 将极大的提升顾客的购物效率和超市的智能化管理水平。

参考文献:

- [1] 李明娟, 李海龙. 单片机和 RFID 技术的智能门禁系统设计 [J]. 实验室研究与探索, 2016 (35): 123-126.
- [2] 郭凤鸣, 李 兵. 基于 RFID 技术的方向感知方法研究 [J]. 华东师范大学学报 (自然科学版), 2016 (2): 73-80.
- [3] 杨公建, 刘 勇. 室内 RFID 网络跟踪算法研究 [J]. 计算机工程与应用, 2010 (36): 114-117.
- [4] 马旭平, 马金舟. 超市快速智能结算系统的实现 [J]. 电脑知识与技术, 2016 (12): 151-181.
- [5] 胡宏梅. 基于 ZigBee 技术的超市货架商品标签系统的设计与实现 [J]. 电子技术, 2017 (3): 40-42.
- [6] 张志涛, 殷 业. 一种基于契合度模型的室内定位方法 [J]. 计算机工程, 2016 (3): 295-300.
- [7] 贾阳静, 邹念育. 基于 Android 和 WIFI 通信的智能家居系统设计 [J]. 大连工业大学学报, 2016 (1): 67-70.
- [8] 浦灵敏. 基于物联网技术的智能家居实训教学平台的设计 [J]. 信息技术, 2016 (5): 84-90.
- [9] 丁利伟, 李 勇. 一种基于新型标签识别的购物导航系统 [J]. 光电工程, 2015 (1): 51-57.
- [10] 丁 磊, 蒋东园. 语音识别技术在电子货架标签系统中的应用 [J]. 计算机测量与控制, 2016 (10): 186-193.