

# 基于STM32和指纹识别的储物柜控制系统设计

周金芝, 杨明\*, 仝海燕

(亳州学院电子与信息工程系, 安徽 亳州 236800)

**摘要:**针对超市、购物中心、洗浴中心等公共场所的寄存服务, 基于单片机STM32F103ZET6和指纹识别技术, 设计了一款新型的储物柜控制系统。该系统由STM32单片机、指纹识别模块、TFT液晶显示器、四路继电器和电磁锁组成。将指纹识别应用于储物柜控制系统, 大大提高了储物的安全性, 拓宽了使用范围, 同时避免了环境污染和材料浪费, 更加方便用户的寄存。测试结果表明: 系统稳定、可靠, 具有较高的灵敏度。

**关键词:**STM32F103ZET6; 指纹识别; 储物柜控制系统; 四路继电器

**中图分类号:** TP274+.5; TP368.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-1891(2019)01-0080-04

## Design of Control System for Lockers Based on STM32 and Fingerprint Identification

ZHOU Jinzhi, YANG Ming\*, TONG Haiyan

(Department of Electronics and Information Engineering, Bozhou University, Bozhou, Anhui 236800, China)

**Abstract:** Based on MCU STM32F103ZET6 and fingerprint identification technology, a new type of control system for lockers is designed for checking service in supermarkets, shopping centers, bath centers and other public places. The system consists of STM32 MCU, fingerprint identification module, TFT LCD, four-way relay and electromagnetic lock. The application of fingerprint identification in the control system of lockers greatly improves the security of storage, widens the scope of use, avoids environmental pollution and material waste, and makes it more convenient for users to check in. The test results show that the system is stable, reliable and sensitive.

**Keywords:** STM32F103ZET6; fingerprint identification; control system for lockers; four-way relay

在各大中型超市、洗浴中心、购物中心等放置一些储物柜, 为顾客提供随身物品的寄存服务, 一定程度上保障了顾客和商场财物的安全, 方便了顾客; 另一方面, 也体现了这些场所的服务品牌形象<sup>[1]</sup>。在图书馆、阅览室等公共场所, 放置一些储物柜, 为读者提供寄存服务, 避免读者携带随身物品进入, 保障了借书、阅读环境的干净、整洁和安全。现有的储物柜多数是通过条形码的打印和读取识别来实现存取, 这种储物柜不足之处在于: 存在条码丢失或外泄、纸条失效、打印纸用完、事故管理等问题<sup>[1-2]</sup>, 还会带来环境污染和材料浪费。有些公共场所的寄存使用IC卡储物柜, 但这类储物柜使用范围有限, 仅适用于高校图书馆等公共场所, 通用性差, 同时存在IC卡容易丢失的问题<sup>[1-2]</sup>。针对现有储

物柜存在的问题和不足, 文献[1]给出了一种基于半导体指纹传感器进行指纹识别的储物柜控制系统设计方案, 其中的半导体指纹传感器具有体积小、识别率高等优点, 但其表层易受手汗、空气中盐分等的侵蚀而导致传感器失灵; 另外, 半导体传感器价格相对较高从而导致系统成本较高, 不利于推广。文献[2]设计了一款基于FPGA和指纹识别的、纯硬件电路实现的储物柜控制系统, 系统运行速度快, 但成本高、功耗大、占用空间大。本文以STM32F103ZET6单片机作为控制核心, 利用光学指纹传感器采集指纹, 设计实现了一款新型的储物柜控制系统, 系统灵活、成本低, 可广泛用于超市、酒店、图书馆、博物馆、展览中心、更衣室、机场等公共场所的物品寄存。

收稿日期: 2018-10-16

基金项目: 亳州学院2017年度院级质量工程项目: 机器人创客空间(2017cksy04); 安徽省2015年度省级质量工程项目: “电子信息工程技术”特色专业(2015tszy037); 亳州市创新创业领军人才科研团队项目: 自动化技术创新团队(亳组[2013]44号)。

作者简介: 周金芝(1982—), 女, 安徽碭山人, 讲师, 硕士, 研究方向: 单片机与嵌入式、数字图像处理与模式识别。\*为通信作者。

## 1 系统总体设计

整个系统由检测系统、中心系统和驱动系统3部分组成。检测系统对用户的指纹进行检测和识别;中心系统由通信模块、电源模块、STM32单片机及其外围电路组成,单片机为整个系统的控制核心;通信模块用于连接指纹识别模块和控制模块;电源模块为整个系统供电。驱动系统用来驱动液晶显示器显示信息,驱动储物柜电磁锁的开启与关闭。系统总体框图如图1。

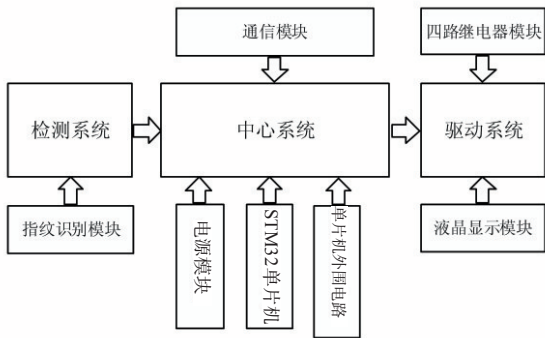


图1 系统总体框图

TFT液晶显示器用于显示各个储物柜的使用信息(是否存在用户),同时在液晶上有两个按键可以供用户使用。存物时,用户按下存物键,系统扫描所有储物柜的状态,若所有的储物柜都是满的,则在TFT液晶显示器上显示“对不起储物柜满”;否则,分配剩余空储物柜中序号最大的给该用户使用,进行用户注册,录入用户指纹,注册成功,则在相应的储物柜上显示满,并开锁,一段时间后自动关闭。取物时,用户按下取物键,录入指纹,系统扫描用户的指纹并与库中保存的指纹进行比对,若相似度 $\geq 80\%$ ,则在蜂鸣器“嘀”一声的同时打开相应的储物柜;否则,蜂鸣器会发出4声连续短促的鸣叫,同时显示器显示为“无效用户”。当需要对储物柜进行清理时,可以通过专用按键(一般是锁起来的)。触发后,系统会清除所有用户的信息,同时打开所有的储物柜。系统实物图如图2。



图2 系统实物图

## 2 系统硬件设计

### 2.1 单片机的选择

系统选用STM32F103ZET6单片机作为控制核心。STM32F103ZET6基于ARM Cortex-M3内核,是一款32位的低功耗、高性能的微控制器。与8位和16位的处理器相比,具有更高的性能和更强的专用性,最高工作频率可达72 MHz。拥有丰富的片上外设,可简化系统外围电路的复杂度。Cortex-M3采用Tail-Chaining中断技术,完全基于硬件进行中断处理,在实际应用中可减少70%的中断。使用单一的Thumb2指令集<sup>[3]</sup>,可减少45%的代码量,具有引脚多、功能强、应用广的特点。同时,Cortex-M3采用ARM v7哈佛架构,具有适合于微控制器应用的三级流水线,性能和功耗分别为1.25 DMIPS/MHz和0.19 MW/MHz,在具有32个物理中断的标准处理器上能够实现0.13 umMetro@50 MHz,达到了0.06 mW/MHz的突出能效比<sup>[4]</sup>,是一款可综合、高度可配置的处理器。

Cortex-M3处理器集成了大部分存储器控制器,能够在MCU外直接连接Flash,降低设计难度和应用障碍,很大程度地简化可编程的复杂性,从而使ARM架构成了各种应用方案的上佳之选。Cortex-M3是为功耗和价格敏感的应用领域(从低端微控制器到复杂SoC)而专门设计的<sup>[5]</sup>。

### 2.2 指纹传感器工作原理及模块电路设计

#### 2.2.1 光学指纹传感器的工作原理

光学指纹传感器主要利用光的折射和反射原理采集指纹图像,具有灵敏度高、抗静电能力强、系统稳定性好、能提供高分辨率的指纹图像(可以达到500 dpi)及使用寿命长的特点和优势。其工作原理为:将手指按压在指纹传感器玻璃平面的一侧,在玻璃的另一侧安装有LED光源和CCD摄像头,LED发出的光束以一定的角度照射向玻璃(三棱镜),摄像头用于接收从玻璃表面反射回的光线。手指上的脊线(指纹图像中具有一定宽度和走向的纹线)与玻璃表面接触,谷线(纹线之间的凹陷部分)不与玻璃表面接触,因此,照射在指纹脊线所接触部分的玻璃表面的光线被漫反射,而照射在指纹谷线所对应的玻璃表面的光线被全反射,从而在由CCD摄像头捕获的图像中,对应指纹脊线的部分颜色较深,对应指纹谷线的部分颜色较浅<sup>[6]</sup>。脊线和谷线经数字化和指纹设备算法处理后呈多灰度指纹图像。图3为光学指纹传感器的原理图。

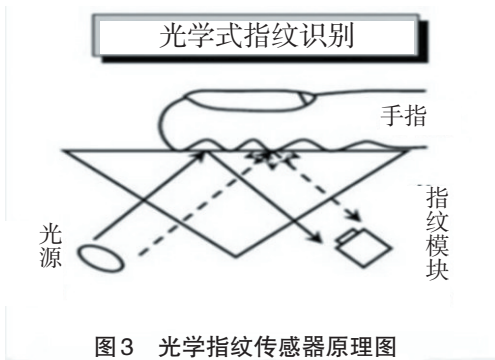


图3 光学指纹传感器原理图

### 2.2.2 指纹识别模块电路设计

模块通过串行通信接口,直接与3.3 V电源供电的单片机STM32F103ZET6进行通信。模块数据发送脚(2脚TD)与单片机的数据接收端(USART3\_RX)连接;模块数据接收脚(3脚RD)接单片机的数据发送端(USART3\_TX)<sup>[7]</sup>。当单片机的PD.12端口输出低电平时,指纹识别接口电路(图4)导通,即可实现指纹识别模块与单片机的连接通信。

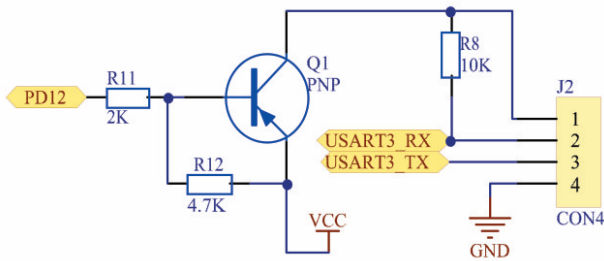


图4 指纹识别接口电路

### 2.3 蜂鸣器驱动电路

如图5所示,当用户录入指纹开锁时,若系统扫描的用户指纹与库中保存的指纹相似度 $\geq 80\%$ ,即判定用户指纹验证成功,则单片机的PA3口被赋予低电平(软件设置),三极管Q4(PNP型)导通,蜂鸣器发出“嘀”的一声蜂鸣,同时相应的储物柜被打开;否则,蜂鸣器会发出4声连续短促的鸣叫,提示为“无效用户”。

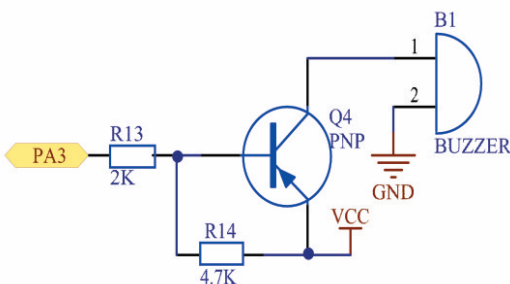


图5 蜂鸣器驱动电路

### 2.4 电磁锁及四路继电器电路

电磁锁是整个系统的执行机构,它的核心为继电器控制的电磁铁,通过电磁铁产生磁力实现开关触点的吸合与断开<sup>[8]</sup>。

图6为四路继电器电路。当用户指纹验证成功,系统赋予单片机PF12引脚一个低电平,此时三极管Q5(PNP型)导通,集电极变为高电平,继电器线圈处于导通状态,产生磁性吸合衔铁,使常开触点闭合,从而电磁锁驱动电路接通工作,电磁锁打开;断电时,继电器的电磁铁磁性消失,弹簧把衔铁拉起,从而动静触点分离,驱动电路断开,重新上锁。其中的二极管D4起到反向续流的作用。系统利用四路继电器电路即四路电磁锁驱动电路实现4个储物柜电磁锁的驱动控制。

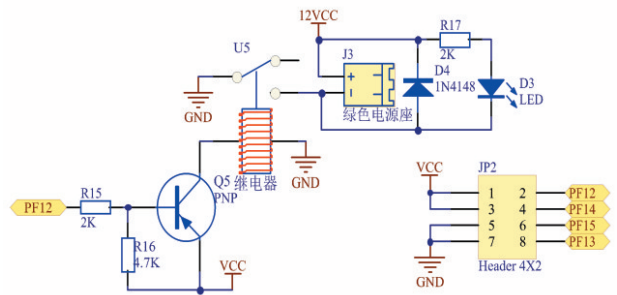


图6 四路继电器电路

## 3 系统软件设计

系统软件开发采用Keil5作为编译工具,使用C语言作为开发语言。指纹识别控制储物柜的操作分为存物和取物两种情况。存物时,用户按下存物键,系统扫描所有储物柜的状态,若所有的储物柜都是满的,则在TFT液晶显示器上显示“对不起储物柜满”;否则,分配剩余空储物柜中序号最大的给该用户使用,进行用户注册,录入用户指纹,注册成功,则在相应的储物柜上显示满,并开锁,一段时间后自动关闭(图7)。取物时,用户按下取物键,录入指纹,指纹识别模块将指纹传感器采集的指纹与库中的指纹进行对比,若相似度 $\geq 80\%$ ,则判断指纹验证成功,从而打开对应的储物柜,一段时间后关闭,删除相应的用户记录;若指纹验证不成功,则在液晶显示器上显示“无效用户”(图8)。当需要对储物柜进行清理时,可以通过专用按键(一般是锁起来的)。触发后,系统会清除所有用户的信息,同时打开所有的储物柜。

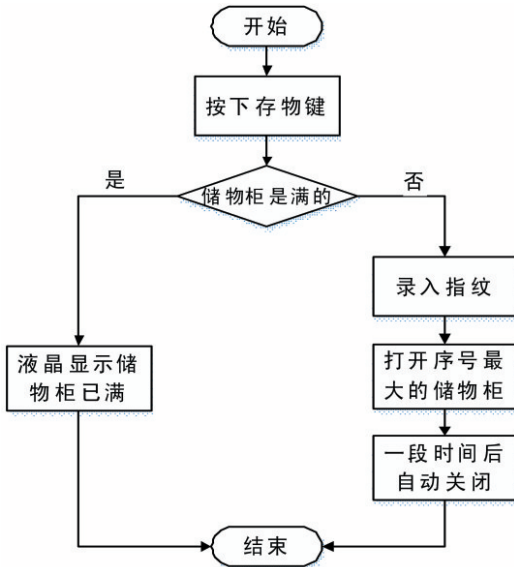


图7 存物流程图

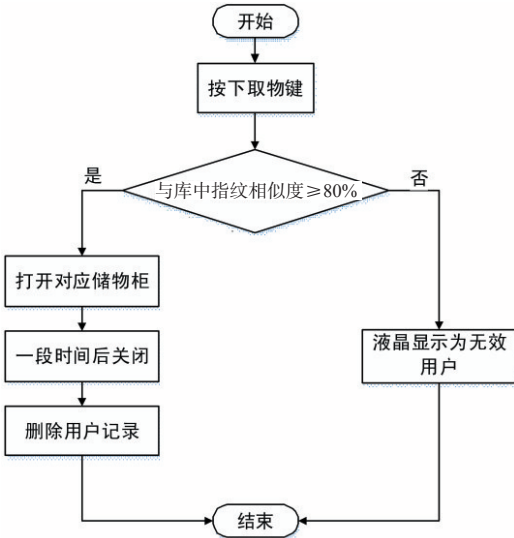


图8 取物流程图

### 4 系统测试及结果分析

为验证系统的灵敏度和可靠性,对系统进行了多次测试,测试结果如表1。

表1 系统测试记录

次序	指纹录入时间/s	指纹识别时间/s
第1次	9.8	3.2
第2次	7.3	2.4
第3次	8.2	1.8
第4次	6.4	3.0
第5次	7.5	2.5
第6次	6.8	2.4
平均值	7.6	2.5

6次测试结果得出了指纹录入的平均时间为7.6 s,指纹识别平均时间为2.5 s,表明系统具有较高的灵敏度和可靠性。

### 5 结语

本文设计了一款新型的储物柜控制系统,可用于超市、购物中心、洗浴中心、大型商场、图书馆、展览馆等公共场所物品的临时存放。系统基于嵌入式技术和指纹识别技术进行储物柜的控制,与传统的钥匙开锁、条形码识别解锁及IC卡储物柜相比,具有如下优势:

(1)更环保。相较于传统的条形码储物柜,不需要后期维护,不用更换打印纸和墨粉,不存在环境污染和材料浪费,因而更环保。

(2)更安全。不存在因钥匙、IC卡的丢失、条形码的丢失或泄露而导致物品被别人取走的安全隐患。

(3)应用范围更广。可广泛用于超市、酒店、图书馆、博物馆、展览中心、工厂更衣室、机场、车站、旅游景点及监狱看守所等不允许或不便随身携带物品、需要临时存放物品的场所。

(4)价格具有竞争性,与传统的条形码储物柜价格相当。

基于STM32和指纹识别的储物柜控制系统,是传统储物柜、寄存柜、文件柜、更衣柜的更新换代产品,后期将会对系统进行扩展并实际应用。

### 参考文献:

- [1] 姜科,徐杰生,吴霞.新型智能指纹识别储物柜控制系统的设计与应用[J].产业与科技论坛,2016,15(6):77-78.
- [2] 吴霞.基于FPGA和指纹识别的储物柜控制系统设计[J].科技通报,2017,33(5):162-166.
- [3] 辛光,伍仁辉.基于DSP的高速动车组车内噪声测试系统设计[J].中国测试,2013,39(3):84-87.
- [4] 文先仕.基于ARM Cortex-M3的智能监控器的设计[D].成都:西华大学,2010.
- [5] 王永虹,徐炜,郝立平. STM32系列 ARM Cortex-M3微控制器原理与实践[M].北京:北京航空航天大学出版社,2008.
- [6] 与非网.指纹传感器工作原理及提高匹配性能的方法[EB/OL]. (2015-07-28).<http://www.eefocus.com/sensor/347619>.
- [7] Xuekefan. FPM系列指纹模块通信协议 [EB/OL].(2016-02-26).<https://wenku.baidu.com/view/190566a502768e9951e738db.html>.
- [8] 马文来,术守喜.民航飞机电子电气系统与仪表[M].北京:北京航空航天大学出版社,2015:22-26.

(责任编辑:蒋召雪)