

# 基于双人指纹识别的家用保险柜控制系统设计

周金芝, 杨明

(亳州学院电子与信息工程系, 安徽 亳州 236800)

**摘要:**针对家庭公共财产及贵重物品的存放,设计了一款基于双人指纹识别的家用保险柜控制系统。系统由单片机最小系统、指纹模块、串行通信模块、电磁继电器模块、蜂鸣器模块和触摸彩屏模块组成,能够实现用户注册、开锁和注销功能。通过录入和验证双人的指纹,增强了系统的安全性。经测试,系统稳定、可靠,灵敏度高,达到设计要求。

**关键词:**控制系统;保险柜;双人指纹识别;家用

**中图分类号:**TP311.52 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2019)04-0061-05

## Design of Control System for Household Strongbox Based on Dual Fingerprint Recognition

ZHOU Jinzhi, YANG Ming

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

**Abstract:** A household safe control system based on dual fingerprint recognition is designed for the storage of household property and valuables. The system is composed of MCU minimum system, fingerprint module, serial communication module, electromagnetic relay module, buzzer module and touch color screen module, which can realize user registration, unlock and logout functions. The security of the system is enhanced by input and verification of dual fingerprint. The testing results show that the system is stable, reliable and sensitive, and can meet the design requirements.

**Keywords:** control system; strongbox; dual fingerprint identification; household

随着人们生活水平的提高和家庭财富的日益增多,保险柜成了家庭贵重物品存放的重要工具。传统的机械保险柜,其钥匙需要携带或保管,麻烦且存在钥匙丢失、他人仿制或私配钥匙、容易被开锁工具开锁的危险;密码式保险柜存在密码被遗忘、窃取或泄露的风险;IC卡刷卡式保险柜也会面临IC卡丢失和被盗,从而导致财物丢失的安全隐患。生物特征识别技术如指纹识别、虹膜识别、掌静脉识别等,是目前最为方便和安全的识别技术,被评为21世纪十大高科技之一。指纹因其便捷、稳定、唯一性及硬件造价低、易于推广等特点,被广泛用于身份认证和识别,成为目前使用最为广泛的安全认证方式。指纹保险柜是一种将指纹识别技术和保险柜结合在一起的高科技保险柜。现有的基于指纹识别的保险柜多为单指纹识别,本文基于嵌入式技术及指纹识别技术,设计了一套双人指纹识别的家用保

险柜控制系统,用于存放家庭的公共财物及贵重物品,安全性较单指纹识别增加了一倍。双人指纹验证,任何一人不在场均不能打开保险柜,避免因私自使用家庭财物而产生不必要的纷争。

### 1 系统总体结构及工作原理

基于双人指纹识别的家用保险柜控制系统总体上由单片机最小系统、串行通信模块、指纹传感器、电磁继电器模块、蜂鸣器模块、独立按键及液晶显示模块组成。单片机最小系统由STM32F103ZET6芯片、供电电路、时钟电路、复位电路、启动配置电路和程序下载电路构成。液晶显示模块采用TFT液晶显示屏,在显示屏上设置开锁、注册和注销3个按键可供用户操作。电磁继电器模块用于控制电磁锁的打开与关闭。图1为系统整体框图。

收稿日期:2019-05-15

基金项目:安徽省2015年度省级质量工程项目(2015tszy037);2018年度安徽高校自然科学研究重点项目(KJ2018A0818);亳州学院2017年度院级质量工程项目(2017cksy04);亳州市创新创业领军人才科研团队项目(亳组[2013]44号)。

作者简介:周金芝(1982—),女,安徽砀山人,讲师,硕士,研究方向:数字图像处理与模式识别、单片机与嵌入式技术。

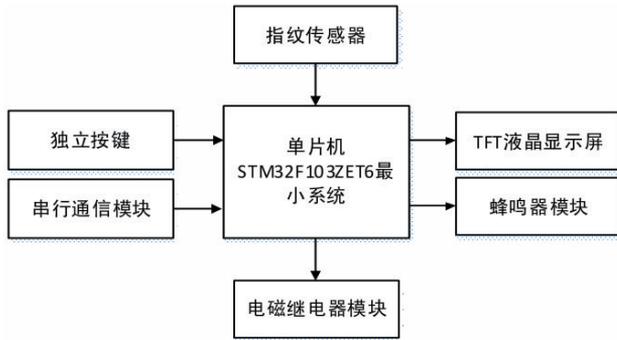


图1 系统整体框图

系统通电后,用户可根据2个指示灯的状态判断系统所处的状态和即将要进行的操作。当2个指示灯都在闪烁,说明系统此时处于无用户状态,用户按下注册键即进入注册模式,2个用户先后录入指纹即可进行注册。根据对应的LED灯的变化或蜂鸣器提示,可判断是否注册成功。系统上电或复位后,若第1个指示灯闪烁,第2个指示灯亮,说明2个用户已经在系统中注册,正等待验证第1个用户。此时用户甲将手指放在指纹传感器上,当对应的LED灯状态发生改变(或蜂鸣器提示)时,验证通过;接着验证用户乙,当2个用户的指纹与指纹库中的指纹皆比对成功后,则由单片机向电磁继电器模块输送低电平,电磁继电器模块电路导通,电磁锁打开;按下上锁键、复位或断电后,电磁锁重新上锁。当且仅当2个用户皆验证通过后,电磁锁处于开锁状态时,才可以按下注销键来注销之前注册过的用户信息,使系统回到无用户状态。

## 2 硬件系统设计

### 2.1 单片机的选择

系统选用STM32F103ZET6单片机作为系统的控制核心。STM32F103ZET6由意法半导体公司开发,是一款比较热门的32位微控制器,采用ARM Cortex-M3内核,具有功耗低、性能高的优点。和8、16位单片机相比,性能更高、专用性更强,具有引脚多、功能强、应用广的特点。STM32F103ZET6拥有72 MHz的最高工作频率,丰富的片上外设可使得系统外围电路的复杂度得到简化。

ARM Cortex-M3内核在中断处理中采用Tail-Chaining中断技术,完全基于硬件的中断处理,在实际应用中可使中断减少70%。单一的Thumb-2指令集<sup>[1]</sup>减少了45%的代码量。ARM v7哈佛架构、三级流水线、1.25 DMips/MHz和0.19 MW/MHz的性能和功耗、0.06 mW/MHz的突出能效比<sup>[2]</sup>,这一切使得Cortex-M3处理器是一款可综合、高度可配置

的处理器。同时,Cortex-M3处理器内部集成了大部分存储器、控制器,外部可以直接连接Flash,使得设计难度和应用障碍得到降低,可编程的复杂性很大程度上得到简化,使得ARM架构成了各种应用方案的上佳之选。ARM Cortex-M3内核是为功耗和价格敏感的应用领域而设计的,从低端微控制器到复杂的嵌入式系统芯片都有它的市场<sup>[3]</sup>。

### 2.2 指纹模块

#### 2.2.1 指纹传感器的选择

目前,市场上现有的指纹传感器主要有光学指纹传感器和半导体指纹传感器。

光学指纹传感器主要利用的是光的折射与反射原理。将手指按压在传感器的玻璃镜片上,从采集头发射出来的强光(红光或蓝光)照射到玻璃镜片上,光线在与指纹脊(凸起的部分)接触的玻璃表面上被漫反射,在与指纹谷线(凹下的部分)所对应的玻璃表面上被全反射,导致返回的光线明暗不同。反射回的光线经过三棱镜折射后,打在电荷耦合器件CMOS或CCD上,形成脊线呈黑色、谷线呈白色的数字化的多灰度指纹图像。

半导体指纹传感器上集成了数以万计的细小的半导体器件,它们充当着电容的一极,当手指接触传感器时,指纹就成了电容的另一极。由于指纹上的脊和谷距离半导体器件的距离不同,因此导致每一个半导体器件的电容值都各不相同。通过汇总不同的数值,就完成了指纹的采集。目前市场上主流的半导体指纹传感器是电容式指纹传感器<sup>[4]</sup>。

光学指纹传感器与半导体指纹传感器相比具有可靠性高、环境适应性较强、耐用性好、性能稳定、成本低的优点,用于家用保险柜控制系统较为合适。

#### 2.2.2 指纹模块接口电路

表1为指纹模块各引脚定义及功能描述。

表1 指纹模块各引脚定义及功能描述

引脚号	名称	类型	功能描述
1	Vin	in	电源正输入端(线色:红)
2	TD	out	串行数据输出,TTL逻辑电平(线色:绿)
3	RD	in	串行数据输入,TTL逻辑电平(线色:白)
4	GND	—	信号地,内部与电源地连接(线色:黑)

指纹模块通过串行通信接口,与单片机STM32F103ZET6进行通信。模块引脚2(数据发送脚)接单片机的数据接收端(RXD),模块引脚3(数据接收脚)接单片机的数据发送端(TXD)<sup>[5]</sup>,如图2。



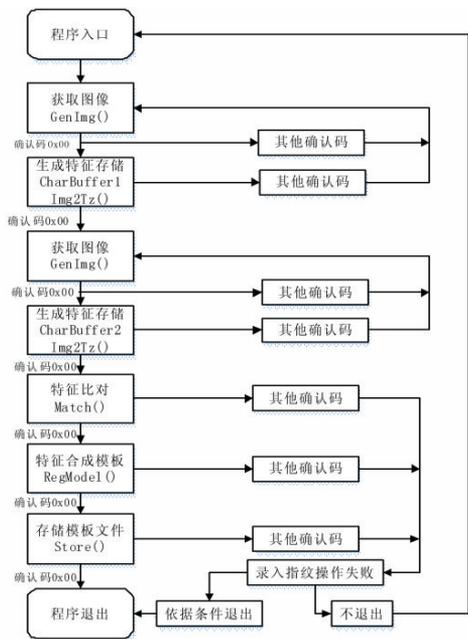


图6 指纹录入流程

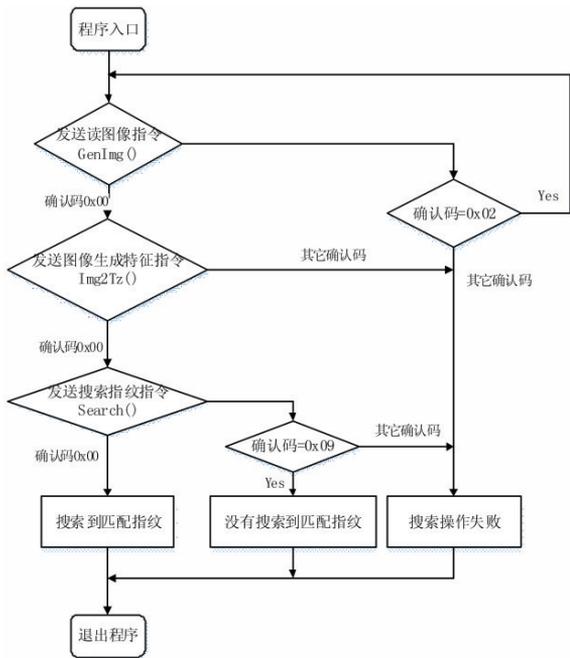


图7 指纹搜索流程图

若与多个模板进行匹配,即为指纹搜索(1:N),指纹模块将给出匹配成功或失败的结果<sup>[5]</sup>。指纹搜索流程如图7所示。

### 3.2 系统使用

当系统中没有用户(以开机或复位后2个指示灯的表现为依据),即可按下触摸屏上的注册键,进入用户注册模式,先后为2个用户进行指纹录入,每个用户采集指纹2次,合成指纹模板,保存在模块中。用户注册流程如图8所示。

当用户要打开保险柜时,需要先后匹配验证两个用户的指纹,若皆验证成功,则由单片机发送低电平信号给电磁继电器的驱动电路,驱动负载电路,打开电磁锁。当用户按下上锁键时,重新上锁。系统使用流程如图9所示。

### 4 系统测试及结果分析

对系统进行实际应用测试。测试结果表明,系统各模块功能正常,保证了用户注册、开锁及注销功能的实现,达到了预期设计目标。系统可以长时间稳定运行,可靠性和灵敏度较高,适用于家庭保险柜的控制。加上了双人指纹识别功能,使得保险柜的安全性得到了提高。系统实物如图10。

### 5 结语

基于单片机和指纹识别技术,设计实现了双指纹识别的家用保险柜控制系统。系统具有如下特点和优势:

(1)安全:由于指纹具有唯一性和稳定性的特点,因此,基于指纹识别的保险柜与其他类别保险柜相比,不会存在他人仿制钥匙开门或用专门解锁工具开锁的问题,相比之下,更加安全。

(2)方便:基于指纹识别的保险柜省去了保管钥匙的麻烦,不用随身携带钥匙,不存在忘带钥匙的烦恼,以指纹取代了钥匙,一定程度上方便了人们的生活。

(3)功能强大:基于指纹识别的保险柜还可增加其他许多功能,如开门记录、联网功能、远程遥控、智能报警、管理者级别等,这些功能对于复杂的现实社会来说都是很实用、很重要的。

(4)扩展性强:基于指纹识别的保险柜可依据人们不断出现的新需求进行扩展,具有较强的可扩展

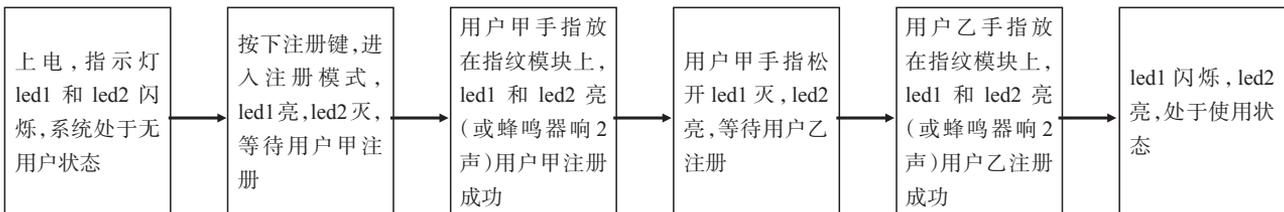


图8 用户注册流程图

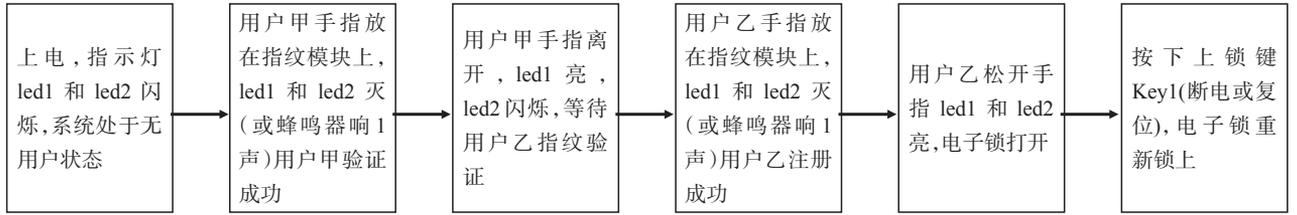


图9 系统使用流程图



图10 系统实物图

展性。

指纹识别尽管准确性不及虹膜识别和掌静脉识别,但其硬件造价较低,易于推广,再加上双人指纹识别,保密性和安全性较单指纹识别增强了一倍。当然,系统也存在一定的问题和安全隐患,比如手指的清洁度和潮湿度会影响指纹的录入和验证,存在着可以利用指纹膜开锁的风险,为此,后续我们将研究将指纹识别与其他的生物特征识别技术如虹膜识别相结合,或指纹识别结合时间编码器等等,使得系统更加安全可靠。

#### 参考文献:

- [1] YIU J. ARM Cortex-M3 权威指南[M].北京:北京航空航天大学出版社,2009:28-29.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 指纹传感器的选择和比较建议[EB/OL]. (2017-05-03).[2019-03-10].  
<https://wenku.baidu.com/view/74249a7eac02de80d4d8d15abe23482fb4da02cd.html>.
- [5] 指纹模块手册(中文版)[EB/OL].(2014-02-27).[2019-03-10].<https://wenku.baidu.com/view/f3ec99521eb91a37f1115ce9.html>.
- [6] 2.4寸 TFT 彩屏使用说明书[EB/OL]. (2018-08-02).[2019-03-10].  
<https://wenku.baidu.com/view/a539e919ac02de80d4d8d15abe23482fb4da02ed.html>.

(责任编辑:蒋召雪)