

文章编号: 2096-1618(2020)01-0022-04

# “一握即开”活体指纹门锁系统设计与实现

廖明派<sup>1</sup>, 余常文<sup>2</sup>, 王英杰<sup>1</sup>, 王 婷<sup>1</sup>, 吴 锡<sup>1</sup>

(1. 成都信息工程大学计算机学院, 四川 成都 610225; 2. 深圳市汇顶科技股份有限公司成都分公司生物识别研发部, 四川 成都 610094)

**摘要:**针对市场上指纹锁存在着价格高、功耗高、功能繁复等问题,设计一种操作简单、安全可靠、价格低廉的智能指纹门锁系统,旨在实现“一握即开”功能。该系统由门锁终端系统和 WOKI 云端控制系统二大部分组成,实现指纹门锁终端“一握即开”,云端远程开锁,以及开锁相关信息的存储、查看及警示等功能。系统摒弃现有智能门锁繁琐的设计结构,降低了设计低成本和系统功耗,可以广泛用于普通家庭。

**关键词:**云服务;活体指纹;门锁;一握即开

**中图分类号:**TP23

**文献标志码:**A

**doi:**10.16836/j.cnki.jcuit.2020.01.004

## 0 引言

智能锁是指区别于传统机械锁,在用户识别、安全性、管理性方面更加智能化的锁具。智能锁通过感应卡、数字密码、指纹等方式实现开锁,给现代人的生活带来了极大的方便<sup>[1-3]</sup>。例如,出门不需反复检查自己是否忘带钥匙;上班或在外地可通过手机远程开锁;查看家人进出门情况;出租房屋可以添加或者清除租客指纹而不必换锁芯等等。指纹作为人独特的生物密码广泛运用在锁之上,让开门变得像用指纹打开手机屏幕一样方便,使得开锁更方便、更安全、更快捷<sup>[4-6]</sup>。

目前中国市场销售的智能锁包括感应锁、密码锁和指纹锁等,每个产品的功能原理、技术运用和价格都各有差异<sup>[7-10]</sup>。大部分智能门锁商家通常为寻求卖点,在智能锁中增设很多功能,比如在一把智能门锁中同时集成了感应卡、数字密码、指纹等功能。比较具有代表性的是三星指纹锁 P718,同时具备指纹、密码、刷卡、备用钥匙、遥控器等多种开门方式,增加了智能锁的成本和功耗,成本高,性价比低,不能普遍推广。此外,现市面上应用得较多的一种光学指纹锁<sup>[11-13]</sup>,其采集设备体积较大、干手指识别率低,对假指纹没有足够的分辨能力,且开锁步骤至少有两步,达不到“一握即开”的效果。相比之下,半导体电容式指纹传感器体积小,灵敏度高,系统安全性高<sup>[14]</sup>。如果将其直接集成到门把手上,在握住门把手的同时即可进行指纹识别并开门。由于传感器的识别速度快,开门的体验感基本是“一握即开”,方便快捷,一步到位。

基于 ESP-12F WiFi 模块设计了一种操作简单、安

全可靠、价格低廉的智能门锁系统该系统由门锁终端系统和 WOKI 云端控制系统两大部分组成。系统实现功能如下:指纹门锁终端“一握即开”;云端远程开锁;开锁相关信息的存储、查看及警示。测试结果表明,该系统能够实现“一握即开”,通过 Web 页面开锁不需要手机上安装 APP,可以作为智能家居的一部分,应用在普通家庭或办公场所中。

## 1 硬件模块设计

### 1.1 系统总体框图

系统主要包括两部分:门锁终端系统和 WOKI 云端控制系统,如图 1 所示。门锁终端系统包含控制模块、指纹模块、WiFi 通信模块、电源模块。WOKI 云端控制系统包括指纹管理、健康管理、日志管理、命令管理、Web Server、报警指示、摄像监控等模块。门锁终端系统以 ESP-12F 控制器为核心,通过驱动程序对外设模块进行控制;WOKI 云端控制系统接收门锁终端系统 WiFi 模块发送的开锁记录信息,然后对信息进行处理,保存到数据库中。用户可通过 Web 服务,远程登录 WOKI 云端控制系统,远程开锁、查看开锁消息、了解门锁终端系统健康状态、采集环境图像等。

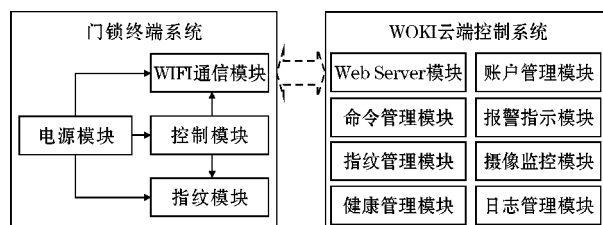


图1 系统功能框图

1.2 控制模块

ESP-12F 模块内置 Tensilica L106 32 位微型超低功耗 MCU。以该 MCU 为核心,外接指纹模块、门锁控制模块、WiFi 通信模块、电源检测模块。其电路图如图 2 所示。

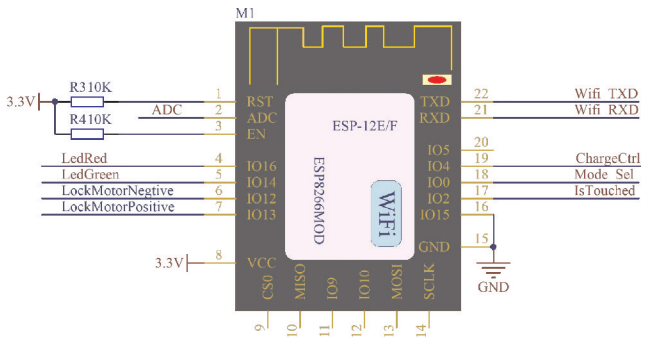


图 2 控制中心 ESP-12F 电路示意图

1.3 WiFi 通信模块

ESP-12F 包含一个 2.4 G WiFi 模块,实现云服务器端与门锁系统之间的数据交换。该 WiFi 模块内置 TCP/IP 协议栈;支持 802.11 b/g/n;支持 WPA/WPA2 安全模式;支持 STA/AP/STA+AP 工作模式;深度睡眠时电流为 10  $\mu$ A,关断电流小于 5  $\mu$ A。

1.4 指纹模块

指纹模块功能包括指纹数据采集、存储和识别,并将结果返回给控制中心系统。如果识别失败,则记录失败,并给出相应警示。如果识别成功,则驱动电机开锁。同时,针对开锁做日志记录,上传云端。

为了实现“一握即开”,将活体电容式指纹模块镶嵌在门把手的一端。旋转把手时,只需大拇指按压住指纹识别窗口,即可旋转开门(见图 3:1 把手;2 指纹感应面;3 锁盒;A 把手外侧;B 把手上侧;C 把手下侧;L 把手外侧中线;H 把手上侧中线。)

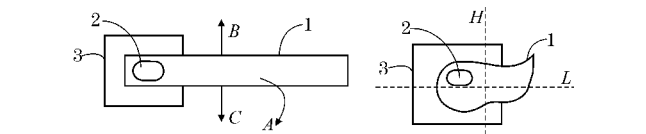


图 3 指纹模块安装和使用示意图

1.5 电源模块

电源模块包括稳压模块、充电管理模块和电源监测模块。稳压模块用于给各部分电路供电。充电管理模块负责内置 Li 电池的充电管理。电源监测模块监测电源波动和健康状态。

3.3 V 稳压采用 RT8059 芯片,电路如图 4 所示,通过设置电阻  $R_a$  和  $R_b$ ,设置输出电压。输出电压计算公式:

$$V_{out} = 0.6 \times (1 + R_a / R_b) \quad (1)$$

因此,  $R_a / R_b = 3.3 / 0.6 - 1 = 4.5$ 。

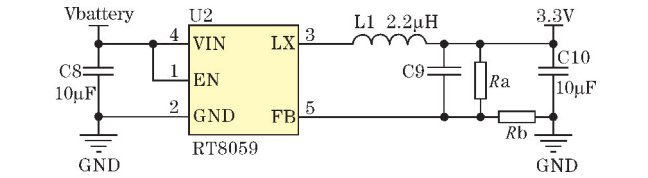


图 4 稳压电路示意图

1.6 门锁执行模块

门锁执行模块包括锁芯、弹簧、弹子、锁舌等门锁组件(插钥匙用)和电机驱动模块。电机驱动模块根据控制中心模块的信号驱动电机开锁。电机驱动电路如图 5 所示。

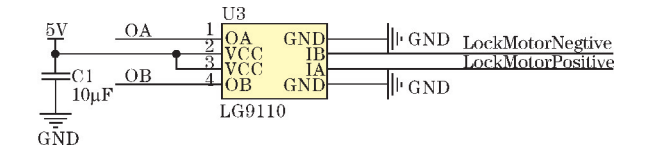


图 5 电机驱动电路示意图

2 软件系统设计

2.1 工作模式

门锁有 3 种工作模式:命令模式、识别模式、sleep 模式。

(1) 命令模式。管理员可通过本地按键和登陆云端两种方式进入命令模式。命令模式可关闭。命令模式下主要包括以下功能:开锁/关锁;打开摄像头/开启摄像/拍照/视频监控;发送报警信息;指纹管理:注册/删除指纹、锁定/解锁指纹;查看开锁记录;门锁健康状态监测。

(2) 识别模式。当指纹模块检测到指纹后,唤醒 MCU。如果识别失败,则记录失败,并给出相应警示。如果识别成功,则驱动电机开锁。同时,针对本次开锁做日志记录,上传云端。

(3) sleep 模式。门锁大部分时间工作在 sleep 模式,此时指纹检测模块处于低功耗工作状态。当有指纹识别事件时,门锁从 sleep 模式转换为识别模式;当接收到 WOKI 云端控制系统命令时,门锁从 sleep 模式转换为命令模式。

2.2 门锁终端系统

ESP1-12F 的 MCU 软件主要包括 Web Server 服务、指纹管理服务、日志记录服务、命令识别与解析服务、WiFi 通信 Interface、开锁驱动服务。Web Server 服务:支持管理员通过 Web 访问门锁;负责和 WOKI 云端控制系统通信。指纹管理服务:驱动指纹模块,实现注册、识别、删除等指纹操作。日志记录服务:记录开锁时间、开锁方式、指纹 ID 等操作日志。命令识别与解析服务:负责解析和执行 WOKI 云端控制系统的命令。WiFi 通信 Interface: HTTP 协议和报文实现接口。开锁驱动服务:驱动电机开锁、检测与反馈开锁状态。开锁流程示意如图 6 所示。

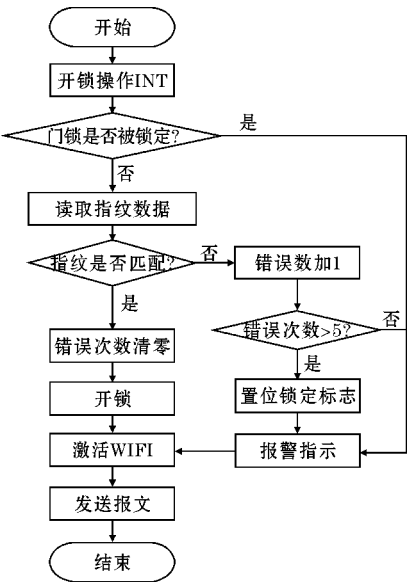


图 6 开锁流程示意图

2.3 WOKI 云端控制系统

WOKI 云端控制系统基于 Web Server 和数据库技术,使用 MVC 框架进行 Java Web 的开发。主要包括账户管理、指纹管理、健康管理、日志管理、命令管理、Web Server、报警指示、摄像监控等服务。账户管理:每一个门锁对应唯一的管理员账户。管理员通过设置的密码登陆门锁的 Web 页面。指纹管理:只有管理员账户有操作权限,负责指纹的增删改查功能。健康管理:定期/不定期/手动地执行监测系统运行状态,并提供异常警示功能。日志管理:包括系统运行日志和门锁操作日志,管理员可进行查看和管理。命令管理:当管理员在云端操作时,封装并发送操作命令,通过 Web Server 服务,将操作命令发送给门锁。Web Server:提供基于 HTTP 的通信服务。报警指示:包括异常开锁 Web 警示、门锁健康异常警示。摄像监控:当有

强制破解门锁操作时,抓拍环境图像,保存至云端,并推送给管理员。

3 实验结果

3.1 开锁

经过验证,解锁率为99.4%,平均开锁时间为 216 ms。相比市面上销售的指纹门锁,开锁时间更短,时间上可满足“一握即开”操作,见表 1。

表 1 开锁时间测试结果				ms
次数	开锁时间	次数	开锁时间	
1	224	6	234	
2	205	7	208	
3	223	8	205	
4	205	9	210	
5	227	10	219	

3.2 网页功能

网页界面如图 7 所示,能够实现一键开锁、账户管理、指纹管理等功能。



图 7 门锁 Web 页面示意图

4 结束语

系统通过采用活体指纹识别技术控制防伪操作,实现安全管理;同时,将指纹模块设置在门把手的一端实现“一握即开”功能;并且引入 Web 服务,免去安装 APP 的需要;最后系统删除了刷卡、密码等不常用的解锁方式,保留了安全快捷的开锁方式,节约了成本。

致谢:感谢 2017 年度大学生创新创业训练计划项目 (201710621020) 对本文的资助

参考文献:

[1] 何晓红,陈杰. 智能门锁系统的设计与实现[J]. 安徽建筑大学学报,2004,12(1):56-58.

- [2] Han D, Kim H, Jang J. Blockchain based smart door lock system [C]. 2017 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC), Jeju, 2017:1165–1167.
- [3] Hadis MS, Palantei E, Ilham AA, et al. Design of smart lock system for doors with special features using bluetooth technology [C]. 2018 International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT), Yogyakarta, 2018:396–400.
- [4] 杨前邦. 智能锁的技术发展趋势[J]. 中国公共安全, 2008(5):126–130.
- [5] Park YT, Sthapit P, Pyun J. Smart digital door lock for the home automation [C]. TENCON 2009 – 2009 IEEE Region 10 Conference, Singapore, 2009:1–6.
- [6] Kavde S, Kavde R, Bodare S, et al. Smart digital door lock system using Bluetooth technology [C]. 2017 International Conference on Information Communication and Embedded Systems (ICICES), Chennai, 2017:1–4.
- [7] 林岚岚. 门锁行业的市场现状及其发展趋势[J]. 中国建筑金属结构, 2011(12):40–44.
- [8] 黄平生. 我国电子智能锁发展现状及未来趋势[J]. 五金科技, 2012, 40(5):32–34.
- [9] 沈旭江. 一种基于网络接入的智能指纹识别锁设计[J]. 科研, 2016(11):42.
- [10] Aman F, Anitha C. Motion sensing and image capturing based smart door system on android platform [C]. 2017 International Conference on Energy, Communication, Data Analytics and Soft Computing (ICECDS), Chennai, 2017:2346–2350.
- [11] 陈淑静, 马天才. 基于 FPC1011F 的指纹识别系统[J]. 山西电子技术, 2009, (5):32–33.
- [12] 恽奕翀, Asep Budianto, 李鸿鑫. 基于 Arduino 平台的压电式智能门锁系统设计[J]. 电子世界, 2019(12):170–171.
- [13] 王志勇. 智能门锁控制系统的设计与开发[D]. 杭州:浙江理工大学, 2018.
- [14] 孟建军, 吴庆立. 基于 FPS200 的指纹门锁控制系统设计与实现[J]. 核电子学与探测技术, 2008, 28(3):671–676.

## Design and Implementation of Living Fingerprint Door Lock System—Fast Open

LIAO Mingpai<sup>1</sup>, YU Changwen<sup>2</sup>, WANG Yingjie<sup>1</sup>, WANG Ting<sup>1</sup>, WU Xi<sup>1</sup>

(1. College of Computer Science, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China; 2. Shenzhen Goodix Technology Co., Ltd. Chengdu branch, Chengdu 610094, China)

**Abstract:** Due to the high price, high power consumption and redundant functions in the fingerprint door lock sold on the market, this project designs a smart fingerprint door lock system with simple operation, safety, reliability and low price to realize the function of fast opening while touching. The system consists of two parts: the door lock terminal system and the WOKI cloud control system. It implements the functions of fast opening while touching, remote unlocking from the cloud, as well as the storage, viewing and warning while unlocked. The system abandons the cumbersome design structure of the existing smart door locks, reduces the design cost and system power consumption, and can be widely used in ordinary family.

**Keywords:** cloud server; living fingerprint; door lock; fast open