

IOT Access Control System Based on Biometric Recognition

基于生物特征识别的IoT门禁系统

产品手册

# 目录

0 项目简介.....	1
1 设计理念.....	2
1.1 机械锁存在固有的缺点.....	2
1.2 智能锁.....	2
1.3 智能锁的优势.....	2
2 应用场景.....	4
1.1 家居安全.....	4
1.2 便捷操作+IOT.....	4
2 技术方案.....	5
一、 机械部分.....	5
二、 算法部分.....	6
2.1 人脸识别.....	6
三、 嵌入式部分.....	8
Arduino1: .....	8
Arduino2: .....	8
Arduino3: .....	9
3 用户使用手册.....	10
一、 概要.....	10
1.1 简介.....	10
1.2 主要特点.....	10
二、 使用说明.....	11
2.1 基础信息设置.....	11

# 0 项目简介

本项目采用 3 块 Arduino 主控板+1 块 RaspberryPI 3B+作为中控, 结合工业摄像头、光学指纹传感器、触摸键盘等元器件, 基于 OpenCV 计算机视觉库、Adafruit 等 arduino 库, 写成了了一套可以识别用户生物特征 (人脸、指纹) 的门禁系统。

并通过 3d 打印、激光雕刻、手工打孔等方式, 采用亚克力板、树脂、和 3mm 内六角螺丝等材料, DIY 了适配该系统的房屋模型。

本系统可以实现指纹、人脸、密码三种开锁方式, 并对每次人脸开锁的信息综合汇总, 通过 SMTP 远程反馈开锁信息, 对陌生人脸及时向用户通报, 并保存所有人脸开锁信息, 方便后期查看。

# 1 设计理念

## 1.1 机械锁存在固有的缺点

如今，市面流行最广的还是原始的机械锁。然而，机械锁有着固有的缺点：

1. 机械锁需要机械钥匙，每个房门都需配一把或者几把钥匙，有点麻烦。
2. 机械锁易撬且易被技术开启，快的几秒钟或者十分钟左右就被开启，防盗系数差。
3. 普通机械锁防技术开启能力较低。
4. 钥匙容易丢失甚至被复制。
5. 日常忘带钥匙会造成不方便。

## 1.2 智能锁

智能锁 (Intelligent Lock) 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，智能锁是门禁系统中锁门的执行部件。鉴于市面上指纹锁已经占据一定市场，我们暂实现其基本功能，再进行相应创新。

## 1.3 智能锁的优势

### 一、 迎合行业发展趋势

不可否认，将锁具的性能特征全面改进，已经成为了锁具行业的发展趋势。锁具产品的智能化发展也是对当今市场环境的全面迎合。现如今，随着网络和人工智能的发展，以及智能家居的兴起，人工智能和物联网技术在锁具方面的优势

也凸显了出来，比如掌握了生物特征识别锁的设计理念和生产技术以后，则可以在人脸识别开锁、指纹识别开锁等方面表现出卓越的优势。

## 二、 安全性

防技术开启能力较高，安全性较高，普通机械锁钥匙可以复制，别人用后主人不放心。而指纹具有唯一性，全世界没有两个完全一样的指纹。人脸识别，利用人脸特征数据计算出特征值，也具有唯一性。一旦发生识别，自动辨别是否是陌生人，并向指定邮箱发送电子邮件。让您随时随地掌握开锁情况。

## 三、 方便性

操作安全便捷，不必随身携带钥匙，而且是永不丢失的钥匙，一个人的指纹终身不变，一次输入指纹，可以终身使用。而且一个人可以输入不同手指的指纹。触摸即开，一键上锁或者反提即锁。人脸识别更是省去了装钥匙和开门动手的不方便，门前一站即可开锁。

## 四、 可扩展性

可以容纳大量指纹和人脸，而且可以随意登记输入指纹人脸，删除指纹人脸，对指纹人脸的管理非常方便。与普通机械锁相比省去配制钥匙和收回钥匙的烦恼，特别适用于小区房、别墅以及办公用房和出租用房。

## 五、 灵活性

可设置密码，满足不同场景需求。而且操作快、密码可随时更换

## 2 应用场景

智能门锁不仅仅是锁个门, 智能门锁的应用场景除了家居安全外还可以充分扩展其应用场景, 让智能门锁发挥出更多的使用优势。

### 1.1 家居安全

与传统的用钥匙开门相比, 智能门锁的安全性大大提高, 每个人的指纹, 以及面部特征都是独一无二的, 现已普遍应用于移动支付, 安全性毋庸置疑。而传统的用钥匙开锁, 一旦钥匙丢失, 就必须换一个门锁, 智能门锁随时可以更换密码, 这样大大减少了可能存在的风险成本。并且我们设想的门禁系统装配了工业摄像头, 一旦有异常开锁情况, 门锁可以与摄像头联动, 记录入侵者的面部信息, 并上传到云端保存, 大大提高了安全性。

### 1.2 便捷操作+IOT

智能门锁比传统门锁要便捷的多, 无论是密码开锁还是指纹抑或是人脸识别与传统的使用钥匙开门相比都要便捷了太多, 这样可以节省我们的时间, 也可以提高我们的居住体验。对一些身体有残疾 (例如: 断臂) 或者在一些不方便的情况下, 因为有人脸识别功能的存在, 可以很好的满足他们的需求, 解决他们的困难。所以说因为智能门锁便捷操作的特点, 它可以应用在许多的方面, 并不单单局限在家居安全上。智能门锁可以与其它 IOT 家居设备联动, 是打造智能家居生态系统不可或缺的设备。

## 2 技术方案

鉴于目前市面上智能门锁已经占有一定量的市场，不乏一些优秀的产品，所以我们暂用做掌握知识，先实现市面上常见智能门锁的基本功能，并加入人脸识别方案，建立人机交互界面，自己搭建房子模拟真实使用场景。

### 一、机械部分

	墙面	模块固定结构	门及其传动结构
数量	6	4	2
材料	亚克力板	树脂	树脂
制作	亚克力板定制	3D 打印	3D 打印
固定	角码，螺丝	3mm 螺丝	AB 胶

墙面及电子元器件固定结构，门及传动结构使用建模，绘制图纸，之后交由打印商打印。

门的传动结构采用齿轮传动。材料打孔是经过精确测量后使用直径 3mm 的手工钻制得。亚克力板切割是使用钩刀手工切割。

## 二、算法部分

### 2.1 人脸识别

人脸识别核心算法是基于 OpenCV3 实现的,在配置好 opencv 的树莓派(或 ubuntu) 上运行,分为数据收集和预处理、训练模型、人脸识别三大部分。分别存放于:

收集: 算法/face\_v3.0/core/collection/collection.cpp

训练: 算法/face\_v3.0/core/train/train.cpp

人脸识别: 算法/face\_v3.0/core/recongnition/recongnition.cpp 中

两个特殊说明:

算法/face\_v3.0/core/orl\_face: 用于存放人脸数据集 (有 40 组是 opencv 给出的一个数据集) 和生成 csv 文件的 python 脚本。

算法/face\_v3.0/main/main.cpp: 用于调用各个可执行文件, 用于用户的交互操作。

#### 2.1.1 数据收集和预处理

询问用户要录入人脸的标签与录入的次数, 收集 15 张照片, 对照片进行预处理, 调用 opencv 训练好的分类器, 分割出人脸, 将人脸存放在 orl\_face 对应的标签文件夹里。

#### 2.2.2 训练模型

用 train 里面的 python 脚本自动生成所有图片信息的 csv 文件。借助 opencv 中的 Facerecongnizer 类, 使用 opencv 的 fisherfaces 人脸识别算法生成 xml 文件。



### 2.2.3 识别人脸

加载 opencv 给出的人脸检测器, 加载上一步训练好的人脸模型, 分割人脸, 将分割出的人脸与人脸模型里面的对比, 返回人脸标签。

将人脸标签与用户所存储的标签进行对比, 若不符合即认定为 stranger, 连续 10 帧画面都检测为 stranger 就保存人脸照片, 向用户邮箱发送警告信息; 若为用户认定过的人脸, 识别到 5 帧以上就保存人脸和当前时间信息, 发送邮件。方便用户之后查看, 并通过 RaspberryPi 中 linux 的串口通信向 arduino 主控板发送开门信息。

### 2.2.4 邮件发送

邮件发送是通过 sh 脚本自动检测识别结果的文件, 若有变动就发送文件内容。实现最基本的 IOT。

### 三、嵌入式部分

嵌入式系统设计部分采用 3 块 arduino 主控板，一块树莓派 3b+，结合了 oled、工业摄像头、舵机、蜂鸣器、红外解码、TTP229 触控键盘、光学指纹识别模块等多种元件。通过两种输入方式，实现用户对门锁的基本操作，包括录入、删除指纹人脸，设置初始密码、解锁等具有一系列反馈功能的人机交互，实现密码、指纹、人脸开锁的基本功能。

具体三块主控板功能分配如下：

**Arduino1：**主要负责传统密码识别的控制、以及为其他操作输入键值。

电路连接：TTP229 触控键盘，红外接收头，5v 供电线，GND，与 Arduino3 同步的 reset 线，与 Arduino3 通信的 RX 与 TX 线。

通信波特率：9600（软串口，与 arduino3 连接）、115200（硬串口）

通信输入输出：

TX：(0-9, A-E) 键值，命令（O：开门，L：锁定，P：初始密码设定完毕）

RX：控制两种输出模式：

R/K：密码存储，输出密码匹配结果，控制是否开门

@：输出一个键值，用于用户选择菜单与输入 ID

**Arduino2：**主要负责对指纹模块的命令控制，并作为桥梁传输从树莓派发送来的人脸识别结果。

电路连接：指纹识别模块，输入 5v 供电线，GND，与 Arduino3 通信的 RX 与 TX 线，与树莓派连接与总供电的串口。

通信波特率：9600（软串口，与 arduino3 连接）、57600（软串口，与指纹模块连接）、115200（硬串口）

通信输入输出：

TX：显示命令（96：输入标号，92：按手指，93 拿：起手指，94：再次按，95:录入成功，96：失败，123：删除成功，124：删除失败）

【均为 ASCII 码值】、操作命令（O：开门）

RX：来自 arduino3（N：新录入指纹，M：删除指纹，Z：查看指纹数量）、来自树莓派（O：向 arduino3 发送 O）

**Arduino3：**中控模块，主要负责对其他 arduino 主控板的调度与图像、声音反馈处理，控制门开关。

电路连接：oled、蜂鸣器、舵机、与 arduino2、3 通信的 RX、TX。

通信波特率：9600（硬串口连 arduino2，软串口连 arduino3）。

TX/RX：参照 arduino2、3 的 RX/TX。

# 3 用户使用手册

## 一、概要

### 1.1 简介

基于人脸识别的 IOT 智能门禁系统是为了提高家居安全以及便捷操作的新一代门锁系统，该系统采用密码，指纹，人脸识别等先进技术，并且具有 IOT 功能可以实现与外部其他系统的无缝对接。性能稳定，安全可靠，成本低，使用范围广泛。

### 1.2 主要特点

#### 1.2.1 多元化

该门禁系统拥有密码，指纹，人脸识别三种不同的开锁方式，功能多样化，用户可以根据自己的不同的需求选择不同的开锁方式，可以很好的满足绝大多数人的需求，适用范围非常广泛。

#### 1.2.2 人脸识别

该门禁系统具有先进的人脸识别功能，该功能极大的提高了操作的便捷性，以及安全系数。

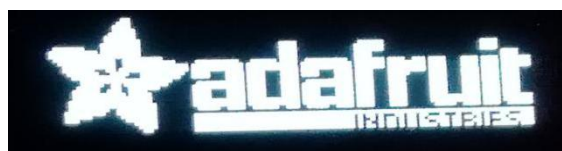
#### 1.2.3 IOT

该门禁系统具有 IOT 功能，可以很好的接入智能家居系统，实现用户对门禁系统的远程和智能操控，进一步提高用户的居住体验。

## 二、使用说明

### 2.1 基础信息设置

初始化界面如下：

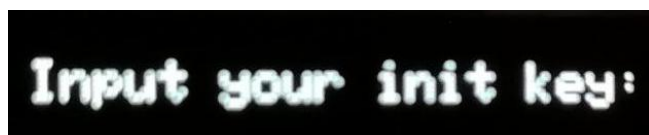


#### 2.1.1 初始密码设置

选择 1.选择遥控器 2.选择键盘



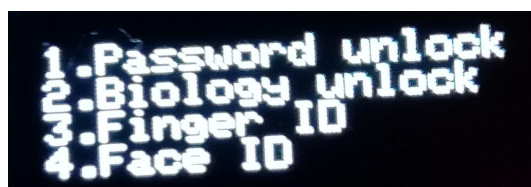
之后会出现提示【请输入初始密码】(如下图所示)



设置初始密码之后



之后会出现选择界面



选择【Password unlock】即密码解锁



再次出现选择键盘还是遥控器的选择界面

之后会出现【请输入密码】的提示（见下图）



输入你设置的密码

如果正确，开门，出现以下提示：

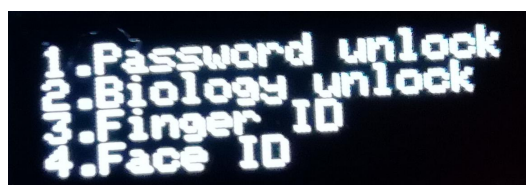


如果错误会出现以下提示：

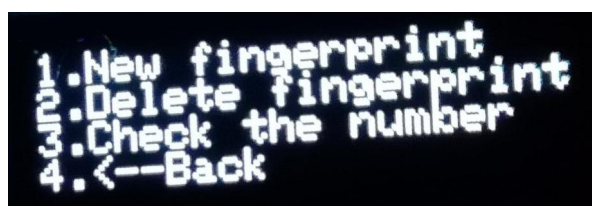


正确输入密码后，设置完成。

### 2.1.2 指纹信息采集



在初始界面选择【Fingerprint ID】，之后会跳出以下界面，



选择【New fingerprint】，即创建一个新的指纹。

会出现以下界面，请你输入你的序号



输入你的序号后，即开始指纹录入，会出现以下界面



这就代表开始指纹录入。

为确保录入指纹的准确性和完整性，再录入指纹的过程中，会出现重复录入的情况，这时会出现以下提示



即【请移开你的手指】，【请按压手指】，这时按照提示继续操作。



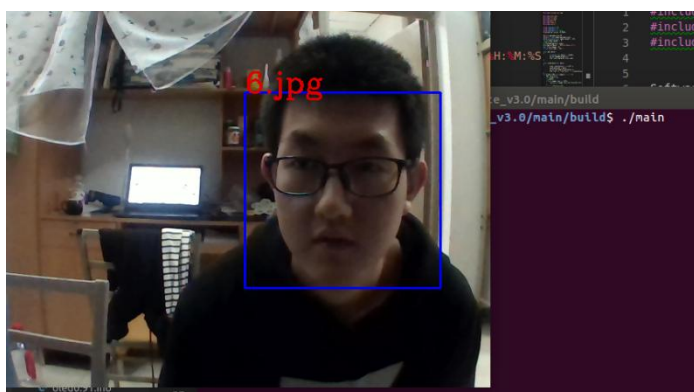
当出现如上图所示的字样时即代表指纹录入成功。

### 2.1.3 人脸信息采集

首先进入指定路径，打开可执行文件 main，如下图所示



之后输入对应的【人脸序号】以及【录入次数】，之后会开始录入人脸，在这个过程中会录入 15 张图片。



之后会根据已经录入的人脸进行【训练】，这个过程会持续不到一分钟的时间。

```

rjl@rjl-X555BP: ~/桌面/中大计赛/算法/face_v3.0/main/build
.../orl_faces/s20/9.pgm;s20
.../orl_faces/s33/4.pgm;s33
.../orl_faces/s33/7.pgm;s33
.../orl_faces/s33/6.pgm;s33
.../orl_faces/s33/3.pgm;s33
.../orl_faces/s33/5.pgm;s33
.../orl_faces/s33/8.pgm;s33
.../orl_faces/s33/10.pgm;s33
.../orl_faces/s33/2.pgm;s33
.../orl_faces/s33/1.pgm;s33
.../orl_faces/s33/9.pgm;s33
.../orl_faces/s13/4.pgm;s13
.../orl_faces/s13/7.pgm;s13
.../orl_faces/s13/6.pgm;s13
.../orl_faces/s13/3.pgm;s13
.../orl_faces/s13/5.pgm;s13
.../orl_faces/s13/8.pgm;s13
.../orl_faces/s13/10.pgm;s13
.../orl_faces/s13/2.pgm;s13
.../orl_faces/s13/1.pgm;s13
.../orl_faces/s13/9.pgm;s13
creat csv complete
training...

```

录入完成后会出现提示，如下图所示。

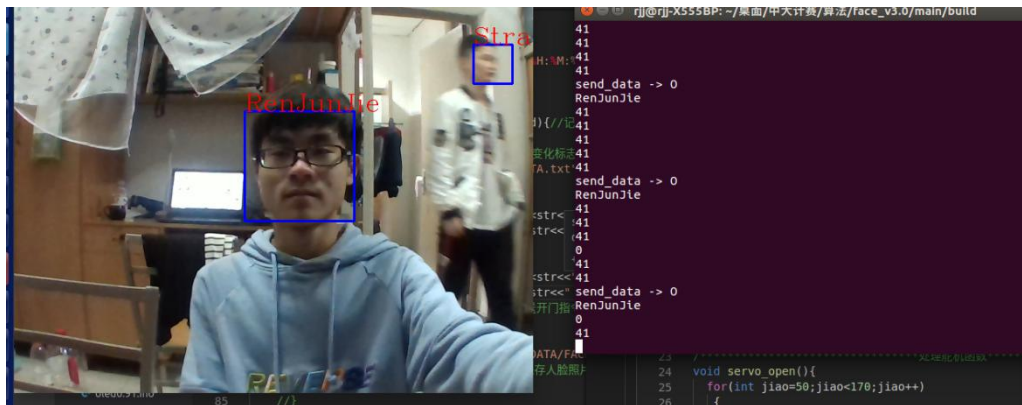
```

rjl@rjl-X555BP: ~/桌面/中大计赛/算法/face_v3.0/main/build
.../orl_faces/s33/5.pgm;s33
.../orl_faces/s33/8.pgm;s33
.../orl_faces/s33/10.pgm;s33
.../orl_faces/s33/2.pgm;s33
.../orl_faces/s33/1.pgm;s33
.../orl_faces/s33/9.pgm;s33
.../orl_faces/s13/4.pgm;s13
.../orl_faces/s13/7.pgm;s13
.../orl_faces/s13/6.pgm;s13
.../orl_faces/s13/3.pgm;s13
.../orl_faces/s13/5.pgm;s13
.../orl_faces/s13/8.pgm;s13
.../orl_faces/s13/10.pgm;s13
.../orl_faces/s13/2.pgm;s13
.../orl_faces/s13/1.pgm;s13
.../orl_faces/s13/9.pgm;s13
creat csv complete
training...
Complete the training
录入完成了,请输入对应序号选择:
1. 录入人脸
2. 开始人脸识别
请选择:

```

即可以选择开始人脸识别。





当检测到已经录入信息的人脸时，会在对应的人脸上标明信息（如上图中央部分人脸所示），这时就会自动开门，并且会向之前设置的邮箱中发一个标明具体人物，详细时间，进入房子的邮件。

当检测到未录入信息的人脸时，会在相应的人脸上标明【stranger】即陌生人标识，这时就会向，邮箱中发一个警告邮件，提醒有陌生人出现。