

可远程监控的刷脸开锁保险箱的研究与开发

刘 琨

(北京师范大学 珠海分校, 广东 珠海 519087)

摘要: 随着科技发展, 越来越多的企业、家庭使用刷脸开锁箱, 为使其更加安全及方便使用者管理, 提出可远程控制的刷脸开锁箱; 可远程监控的刷脸开锁保险箱基于面部识别技术, 利用硬件与软件结合的方式, 其中包括图像采集、电机驱动、视频及运动采集等, 通过上传到云端并且与终端设备连接, 达到远程监控的目的, 以此开发新型智能保险箱; 随着人脸识别技术的成熟和微型电脑的发展, 为设计这样的智能保险箱提供了较好的环境与条件; 经试验证明, 该保险箱基于 pcDuino 微型电脑开发平台展开研究与开发, 并通过 OpenCV 与 Face++ 云识别平台协作, 实现了远程监控、云端面部识别、控制开关的功能; 可远程监控的刷脸开锁箱可以为更多个人、企业及家庭提供帮助。

关键词: pcDuino; OpenCV; Face++; 人脸识别; 保险箱

Technical Research and Development of Remote Monitoring System of Face Recognition Safe Deposit Box

Liu Kun

(College of Information Technology, Beijing Normal University at Zhuhai, Zhuhai 519087, China)

Abstract: With the development of science and technology, more and more enterprises and families use the brush to open the box, in order to make it more secure and convenient for user management, remote control can be put on the face of the lock box. Brush face lock safe remote monitoring system based on face recognition technology, using a combination of hardware and software, including image acquisition, motor drive, video and motion capture, through the upload to the cloud and is connected with the terminal equipment, achieve the purpose of remote monitoring, the development of new intelligent safe. With the development of the face recognition technology and the development of the microcomputer, it provides a good environment and condition for the design of the intelligent safe. Experiments show that the safe pcDuino micro computer development platform based on the research and development, and through OpenCV and Face++ cloud recognition platform cooperation, realize remote monitoring, face recognition, cloud control switch function. Remote monitoring of the face of the lock box can be opened for more individuals, businesses and families to help.

Keywords: pcDuino; OpenCV; Face++; face recognition; safe deposit box;

0 引言

人脸识别技术是计算机技术和光学成像技术的融合, 于 20 世纪 90 年代后期真正进入应用阶段, 是近代兴起的新兴科学技术之一。20 多年时间的基础, 使其得到高速发展, 面部识别领域涌现出了多种的新型面部识别技术。目前人脸识别技术发展较为成熟的国家和地区为: 美国、日本, 德国和中国香港。近几年, 国内各大研究中心对人脸识别技术的引进和探究使得国内人脸识别技术也得到了飞速的发展^[1-2]。在集成人工智能、机器识别、机器学习、模型理论、专家系统、视频图像处理等多种专业技术的基础上, 结合中间值理论与实现, 使得生物特征识别得以新的应用, 在核心技术的实现中, 逐渐由弱人工智能转向强人工智能。因此, 面部识别也得到了拓展, 技术应用覆盖诸多领域。例如: 考勤、门禁、工业、建筑、银行、军事、社会福利保障、电子商务以及安全防务等领域。

目前人脸识别的技术手段主要可分为以下三类: 以几何特征为基础、以模板为基础和以模型为基础^[3]。主要的技术方法有: 基于主元分析的人脸识别方法、基于奇异值分解的人脸识别方法、非线性建模识别方法、基于隐马尔可夫模型的人脸识别方法、基于图像重建和图像融合的人脸识别方法^[4-6]。

可远程监控的刷脸开锁保险箱的研究是基于围绕人脸识别技术手段为核心来展开研究。

可远程监控刷脸开锁保险箱的整体功能的实现主要分为以下几个部分: 图像采集、图像传输与编码、云端传输识别、Pc 端和手机端远程控制、驱动设计和机械与外观设计。

本文主要设计: 图像动态采集、云端传输识别、驱动设计和机械与外观设计。

1 刷脸开锁保险箱研究思路

本课题的主要功能目标就是人脸识别。在引言中论述了诸多人脸识别的类别及方法。但由于其技术门槛较高以及其需要强大的硬件支持, 所以我们引进云识别平台 Face++ 的人脸识别服务来实现人脸识别。

为了实现项目的整体基本目标功能, 首先需要对面脸信息进行采集^[7-8], 通过搭建 pcDuino 迷你计算机加上 OpenCV

收稿日期: 2017-04-15; 修回日期: 2017-05-04。

基金项目: 广东省教育厅育苗工程项目(2013LYM_0102)。

作者简介: 刘 琨(1980-), 女, 江苏常州人, 硕士研究生, 副教授, 主要从事物联网技术、车联网技术等方向的研究。

视觉库,对摄像头拍摄的图片进行脸部追踪,并采集脸部信息;其次,在开源的技术平台中,对采集到的图像信息进行预处理,通过 Face++ 提供的应用 url 接口传输到 Face++ 建立的人脸识别对比库中,与 Face++ 人脸库中已上传的人脸信息进行比对,提取相同的特征信息,计算相似度,当相似度达到一定值,反馈计算机一个返回值;最后 pcDuino 对返回值进行判断,步进电机做出响应:转动或者停止。采取了以 pcDuino+Ubuntu12.04 为底层,层层工作分配的金字塔形式思路方式来进行项目研究。

2 刷脸开锁保险箱硬件与软件基础

2.1 核心硬件

为了保证保险箱核心部件的安全性,易用性以及严禁性的同时降低成本是本课题的主要目标。核心硬件分为四大块,来匹配市面上最具性价比的硬件^[9-10]。

核心板:近几年来,随着 Raspberry Pi 和 Beagle Board 的面世,更是将 ARM 架构的迷你 PC 方向开源硬件热潮迎来的高峰。与此同时在开源软件方面同样激起了一股热潮。而 pcDuino 作为开源硬件的新贵,它完美地将迷你 PC 和 Arduino 的优势融为一体,打造了开源软件 Linux 和开源硬件 Arduino 生态系统。pcDuino 是一款可以通过 Arduino 接口完美兼容目前市面上所有的 Arduino shield 的产品。选用了 pcDuino3b 这款极具性价比和性能的微型计算机来当我们的核心电脑部件。其兼容 arduino 的特性更是极大地提高了保险箱的易用性。

图像采集:图像采集部分是整条人脸识别信息处理链的龙首,摄像头的选用起着至关重要的作用。考虑到清晰度、性价比、对焦速率等参数的限制,选用 usb 高清摄像头作为图像采集部件。

电机驱动:保险箱的动力输出无需太大,考虑到性能过剩,为了节约成本,因此选择了 5 V 的步进电机作为电机驱动。

可远程监控刷脸开锁保险箱是一个系统,该系统核心硬件主要由:微型计算机 PcDuino3b, 5 V/2 000 mA 电源, 32 GB 储存卡, pc 网络摄像头, 步进电机及电机驱动构成,如图 1 所示。

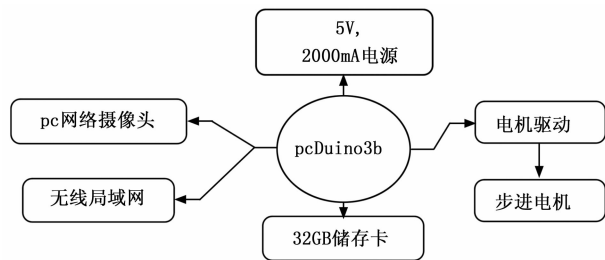


图 1 硬件系统结构图

为了搭建整个系统的整体,我们用到了 1 根 usbOTG 数据线,usb 端接电源插座,OTF 用于连接电源与 pcDuino,从而保证 pcDuino 的正常运作与供电。而 usb 摄像头与 pcDuino 的连接直接使用了 pcDuino 上的 usb 接口。步进电机与电机驱动用排线相连,电机驱动再通过跳线与 pcDuino 提供的电压引脚和脉冲信号引脚相连。

2.2 软件基础

基于云处理与云识别的功能要求,所以选用了国内最大的人脸识别云计算平台 Face++ 作为刷脸保险箱的云处理平台。Face++ 平台通过提供云端 API、离线 SDK。为智能保险箱提供了最有效的人脸识别服务^[11]。

3 刷脸开锁保险箱功能分析

保险箱可通过远程云端识别人脸,实现自动开启。如图 2 所示。如果刷脸失败,则不开启保险箱。工作过程主要包括以下 5 个部分的研究。

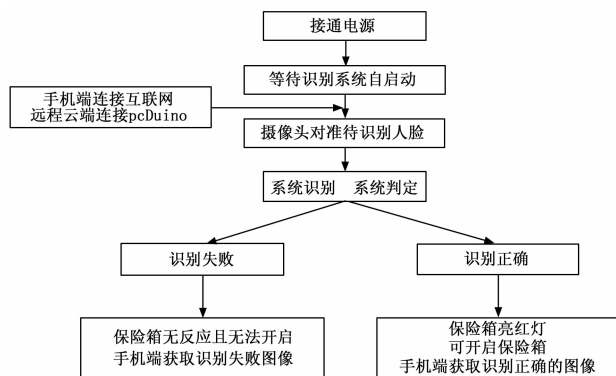


图 2 保险箱刷脸识别过程

1) 图像编码:摄像头采集到的图像信噪比很低,系统自带的图像压缩效果不佳,所以为了减少网络带宽的负重,以及本次存储空间优化,图像编码压缩是必不可少的功能要点。

2) 图像优化:直接拍摄的图像由于清晰度不高,间接影响人脸识别的效率,图像优化可以有效的提高识别精度。

3) 云端传输:从本地传输到云端,通过 Face++ 提供的 api 接口将本地已编码的图像上传至 Face++ 的云存储空间,考虑到保险箱的安全性,整个过程需要加密。所以云端传输的功能需求至关重要。

4) 云端识别:作为核心功能,云端识别是保险箱的心脏。云端识别的建立是最重要的环节。

5) 驱动设计:保险箱最重要的部件就是开关,电机的输入信号需要得有效的控制才能掌控保险箱箱门的开关。

4 刷脸开锁保险箱核心模块设计

4.1 图像动态采集

4.1.1 采集图像

利用 pcDuino3b 控制 usb 摄像头来采集图像,是整个系统硬件软件环境搭载好之后的第一步骤。摄像头是整个系统的眼睛,以下捕捉图像的算法以及步骤。

首先安装好 OpenCV,对摄像头的初始化;而后设置图像的宽度、高度、亮度和对比度。为了达到图像输出的最优效果,将图像的参数设置为 600 * 480 大小,亮度为 20,对比度为 10。

OpenCV 通过摄像头抓取一帧图像,然后保存图像到设置的文件中。最后释放资源,将摄像头停止调用。完整运行程序之后完成对摄像头的调用,并在指定文件夹中生成 .jpeg 图像文件,该图像即摄像头采集的格式为 600 * 480 的完整图像。

4.1.2 采集视频及运动检测

为了使摄像头的图像采集更加智能以及内存的空间的合理分配，所以摄像头感应拍照的功能必不可少。OpenCV 作为一个计算机视觉库而非视频流解码器，因此 OpenCV 的视频支持较为单一，只支持视频输出 avi 格式的视频，且只支持 avi1.0。Avi1.0 是 32 位储存制式，所以最大容量为 2GB，因此 OpenCV 所拍摄的视频也不能大于 2GB。

视频采集需要一个程序动态的过程，首先传入一个参数作为视频输出文件的路径，然后初始化了一个结构体用于从摄像头捕获视频，0 表示默认的摄像头，最后获取视频帧的宽度和高度。

运动检测是一种计算机视觉感应的应用。一个物体相对于视觉感应终端产生位移、大小等物理变化的感应状况。利用 OpenCV 可以实现这一功能。其原理就是利用摄像头连续采集图像，并对比相邻图像的变化，当变化比值达到一个数值的上限，则计算机判断为图像变化。

摄像头采集到第 1 帧画面存储至本地，采集到第 2 帧时储存至本地，同时调用第 1 帧图像与第 2 帧图像进行对比，计算对比的差值占整图的空间占比，得出一个数值，当数值大于定义参数即可判定为图像动态确认，从而采集图像而上传。

4.2 云端传输识别

由于本地搭建识别功能会有资源占用、精度不高的缺点。因此搭建一个运用云识别的平台显得极其重要，但云识别的前提是有无线网络的连入，而 pcDuino3b 正好有无线网络连接的接口，给云识别平台提供了良好的搭建环境。

利用免费云端人脸识别服务：Face++ 来实现这个功能。要完成云端人脸识别并不复杂，只需要本地调用 Face++ 的 http 请求就可以调用云端的程序，而后云端把调用结果反馈给 pcDuino 本地平台。

由于 Face++ 官方没有提供 c++ 的开发 SDK，在不考虑 C++ 的 SDK 情况下，直接构造符合规定的 http 请求调用 Face++ 的识别服务达为云识别功能提供了方便性和实用性。

4.2.1 创建 person

Person 作为 Face++ 云平台中提供给用户的人脸识别库，要想运用识别人脸服务首先要调用 Face++ 的创建 person 接口，一个 person 只能对应一个人物的多张图片。

调用接口之后，Face++ 会返回一个 JSON 字符串，通过解析字符串而得到调用结果。接口的调用较为便捷，只需通过 C++ 程序访问合法的 http 请求即可完成调用。

首先创建个 .sh 文件，在其中定义好 Face++ 应用中提供的 API-KEY 和 API-SECRET。我们通过调用 CURL 的网址就能调用生成 person 的服务。

4.2.2 构建 Face-id 库

云端识别的基础在于对人脸参数的分析，构建 face-id 库使云端产生记忆，从而达到识别目的与效果。

首先准备同一人的图片库，并将图片通过 Face++ 的云端算法处理，从而获取 face-id，每张图对应一个 face-id。在调用接口之后，Face++ 会返回这批图片的 face-id，并保存所有图片的 face-id，并且将其输出到 output-face-ids.txt。构建构建 face-id 库最重要的环节就是为 person 添加 face，person 是 face-id 的容器。

4.2.3 云端识别

云端识别所需要调用训练接口、查询接口、识别接口。识别阶段分为训练和识别反馈两个步骤。

第一步训练，调用训练接口，训练的调用较为便捷，只需提供 person 的名字即可调用，如接口中所示为 abc。因为这是一个异步调用的接口，所以无法立即获取结果，需要查询才能获取结果。查询也有相应的接口：其中的 session_id 由训练接口调用后的返回值中获得。训练结束之后。需将待识别的图像进行图 3 中的步骤获得待识别图像的 face-id。

第二部进行识别，直接调用识别接口。最后 Face++ 会返回一个相似度比值以及 Face++ 的判断 true 或者 fake。增加或者删除 person 的 face 信息应重新训练该 person 的数据。

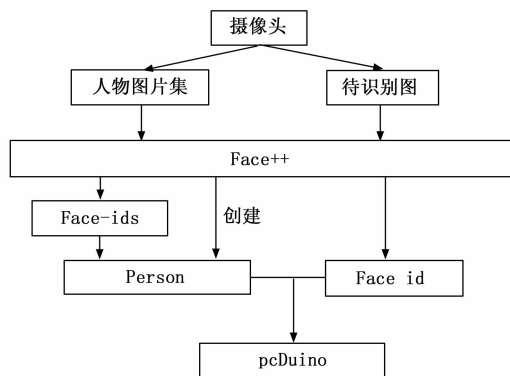


图 3 人脸识别过程

4.3 刷脸开锁保险箱驱动设计

驱动部分主要是，PcDuino3b 给步进电机提供电压以及脉冲信号使步进电机得到运作 [12]。这个环节需要用到步进电机、步进电机驱动板、跳线和 pcDuino 上自带的引脚。

转速控制问题非常重要，转速要尽可能的小而稳，否则转速太快容易对器械造成损伤引起不必要的损失。因为保险箱的开关需要，所以步进电机的驱动不仅仅要考虑转速还要考虑转动的方向。

4.3.1 整体测试

硬件软件搭载完成之后，系统测试成为保险箱发开的最重要的环节。在硬件进行运行前，对硬件性能、运作过程以及接口对接等各方面都要把关。软件方面有需求分析、设计和编码各阶段产品的最终检查。这些都是为了保证系统的准确性、连贯性和完整性。因为硬件和软件已经成为一个密不可分的整体，所以测试的内容不分软硬件，其中包括硬件模块协调工作、主要功能测试、容错能力测试、模块间的关联测试等等。依据保险箱的正常使用步骤完成单元测试、边缘测试、整体测试。通过测试，及时发现存在于系统中的软硬件错误并根据测试结果对硬件进行替换或对程序进行修改，从而确保产品的正常运行。

将 pcDuino 的 HDMI 接口连上显示器，接上电源后显示器开始显示程序运作，同时准备一台 pc 与 pcDuino 连入同一局域网，并可远程访问 pcDuino。测试流程如图 4 所示。

1) 动态图像采集测试：摄像头开始启用，使摄像头对着单一静止的物体，消除光线、灰度、动态的干扰。同时通过 pc 远程访问 pcDuino 的内部储存，在图像采集文件夹查看采

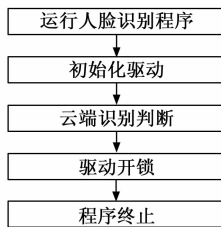


图 4 测试流程图

集到的图像, 查看图像, 并对图像的高度、宽度、对比度、亮度等参数进行确认, 确认结果即可得知图像采集参数设置的运行程序是否正常。然后查看图片内容和图片数量, 此时摄像头处于静态视野, 图片采集应不超过两张, 一张是开机样本图, 一张是摄像头瞬时视角图。如采集图像不超过 2 张则运作正常, 反之则运行失败。



图 5 动态采集图像

将摄像头面前的物体进行位移产生动态运动, 观察显示器窗口的数据反馈。再次访问图像采集文件夹, 观察图像, 图像增多且显示为运动后的摄像头视野图片则运作正常, 反之则运作冲突。如图 5 所示为测试动态采集的图像。

2) 云端识别测试: 登入 Face++ 网站, 进入后台管理平台查看之前所添加的 person 是否完整。完整的 person 的才能对采集的图片进行识别。

云端识别测试在摄像头测试成功的基础上才能进行, 访问 http 请求的程序, 返回成功信息。

3) 驱动测试: 驱动测试作为系统测试的最后一个步骤, 必须建立在判断识别正确的基础上而展开测试。而判断测试成功的依据较为简单, 人脸识别成功之后, Face++ 返回 true, 触发驱动电机开门程序, 驱动电机开始运作并将保险箱门锁开启则视为测试成功, 反之则为失败。

后期对采集的样本库进一步优化, 使得用户可以更加方便的将需要的测试样本添加进去, 使得多种不同环境下, 对用户样本进行更加精细的对比和识别输出。

总结多种不同的识别情况, 样本相似度百分比设置及正确率识别, 在室内正常光照强度下进行实际阈值调整并训练学习后再测试。通过对相似度百分比进行调整, 实际测得的数据经过整理后进行进一步分析。

数据分析如图 6 所示, 可以看出, 在相似度 50% 左右时, 识别正确率达到最优值 (95%), 因此选择 50% 作为用户的默认阈值。可以根据用户对安全性的实际需求环境进行进一步调整和测试。同时也可以更加不同的光照环境进行调整以达到最优识别效果。

5 总结

在成功实现远程刷脸控制系统之后, 也发现一些有待改

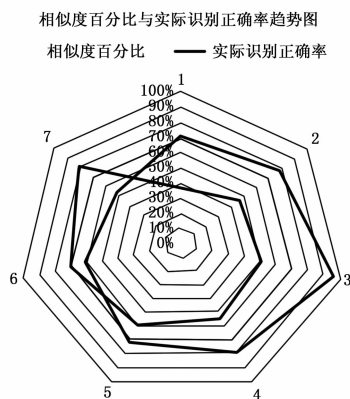


图 6 相似度百分比调整与识别正确率对应关系趋势图

进的不足。比如: 云端人脸识别云端处理速率不可控的, 且带宽要求较高所以在低带宽的网络环境下会间接导致人脸识别的反馈速度较慢。pcDuino 计算能力较大时, 发热量也随之增大。

通过研究和改进, 重新定义采集图片大小的方式来压缩本地采集的图像, 这样减轻带宽的负担的同时不会对识别精度造成太大影响。在保险箱底部 pcDuino 板放置处保持底部悬空优化散热结构设计。

下一步将在用户交互、摄像头调校、对焦及识别精度方面进一步改进, 完善和改进智能保险箱的用户体验。

参考文献:

- [1] 黄华盛, 杨阿庆. 基于 PCA 算法的人脸识别 [J]. 电子科技, 2015, 28 (8): 98-101.
- [2] 首照宇, 杨晓帆, 莫建文. 基于改进的 RPCA 人脸识别算法 [J]. 电子技术应用, 2015, 41 (9): 157-160.
- [3] 穆新亮, 周水生, 郑颖. 基于 p 范数的 QR-KPCA 人脸识别算法 [J]. 西安理工大学学报, 2015 (1): 100-105.
- [4] 陈立潮, 张秀琴, 潘理虎, 等. 煤矿考勤系统中人脸识别算法的研究 [J]. 工矿自动化, 2015, 41 (4): 69-73.
- [5] 谢佩, 吴小俊. 基于 Shearlet 变换和均匀局部二值模式特征的协作表示人脸识别算法 [J]. 计算机应用, 2015, 35 (7): 2056-2061.
- [6] 周全, 魏昕, 陈建新, 等. 一种基于稠密 SIFT 特征对齐的稀疏表达人脸识别算法 [J]. 电子与信息学报, 2015, 37 (8): 1913-1919.
- [7] 潘禹岐, 江铭炎, 张振月. 基于流形的局部加权协从表示人脸识别 [J]. 计算机应用研究, 2016, 33 (7): 2206-2209.
- [8] 董文或, 冯瑞, 郭跃飞. 基于均匀 LBP 和稀疏编码的人脸识别算法 [J]. 计算机应用与软件, 2015, 32 (1): 175-178.
- [9] 陈莉, 赵峰. 基于支持向量机的局部二值模式加权算法在人脸识别中的应用 [J]. 科技通报, 2015 (7): 111-114.
- [10] 赵继东, 李晶晶, 鲁珂, 等. 一种鲁棒的多态人脸识别算法 [J]. 电子科技大学学报, 2015 (2): 278-282.
- [11] 万源, 李欢欢, 吴克风, 等. LBP 和 HOG 的分层特征融合的人脸识别 [J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2015 (4): 640-650.
- [12] 廖延娜, 马超. 基于稀疏表示的人脸识别系统设计与实现 [J]. 电子设计工程, 2016, 24 (17): 153-155.