

文章编号: 2095-2163(2020)04-0097-04

中图分类号: TP271.5

文献标志码: A

基于人脸识别的智能阅读器

秦益辉, 周 华, 李玮峰, 王力强, 李文昊

(上海工程技术大学 电子电气工程学院, 上海 松江 201600)

摘要: 提出了基于人脸识别的智能阅读器, 依赖人脸这一生物特征作为快捷、高效的解锁方式。利用 Haar 算法提取图像特征; 使用经过训练的分类器对有效特征进行分类, 将得到的测试图像特征与库中特征进行匹配对比, 计算似然率值; 将图像似然率的最大值与阈值比较, 判别是否用户本人。实验结果证明, 人脸识别智能阅读器能够有效识别人脸、播报数据。

关键词: 树莓派; 人脸识别; 语音播报; OpenCV; 机器学习

Intelligent reader based on face recognition

QIN Yihui, ZHOU Hua, LI Weifeng, WANG Liqiang, LI Wenhao

(School of Electronic and Electrical Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

[Abstract] This paper proposes an intelligent reader based on face recognition, which relies on the biometrics of face as a fast and efficient unlocking method. Haar algorithm is used to extract image features. Then the trained classifier is used to classify the effective features, match and compare the obtained test image features with the features in the library, and calculate the likelihood rate value. Finally, the maximum likelihood ratio of the image is compared with the threshold value to determine whether the user is the user. The experimental results show that the smart reader for face recognition can effectively recognize faces and broadcast data.

[Key words] Raspberry pie; Face recognition; Voice broadcast; OpenCV. Machine learning

0 引言

人脸识别技术现如今已广泛应用于金融行业和安保行业^[1]。在金融行业, 通过刷脸进行支付已经进入了人们的日常生活; 在安保行业, 刷脸开门、扫脸签到逐渐取代了以往的打卡机。目前, 商用人脸识别系统已达到十万分之一的错误率, 可见人脸识别技术已经相当成熟。尽管人脸识别技术已经在诸多领域崭露头角, 但在隐私保护方面却少有相关的应用。

本文提出一种基于人脸识别的智能阅读器, 利用人脸特征的普遍性、唯一性和不可复制性, 将其作为密码来防止阅读笔记、书签的泄露。同时应用语音播报技术直观地向用户呈现人脸识别地结果, 并在阅读器基础上开发了脸部表情翻页功能, 在很大程度上提升了用户的阅读体验。

1 原理分析

阅读器主要由树莓派、摄像头模块、外部储存、语音模块、按键以及显示屏 6 个部分组成, 如图 1 所示。树莓派作为主控单元; 图像采集使用 Camera V2 摄像头模块, 用于拍摄人脸图像, 作为检测采集数据的输入; 语音模块用于信息播报; 按键用于指令输入; 外部储存用于保存人脸模型以及书签信息; 显

示部分为 LCD 液晶屏, 用于显示书籍文字, 以及测试结果。

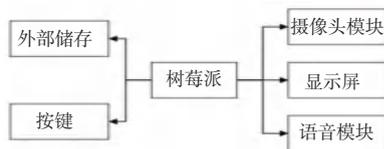


图 1 系统整体结构框架

Fig. 1 The overall structure of the system

将树莓派作为智能阅读器的载体, 在 40 个引脚上接入对应的摄像头模块、显示屏和简易键盘, 并在耳机孔上接入耳机或音响。阅读器采用 Camera V2 摄像头模块采集用户清晰正脸的照片, 输入至树莓派搭载的 OpenCV 软件中进行图像处理。在对图像整体进行降噪处理和特征向量的提取后, 把特征向量与数据库中样本进行比对, 比对结果反馈至树莓派。根据上述结论播报对应的内容, 使用 eSpeak 软件将文字转化为语音。语音内容包括读者上次阅读位置及书目名称等等。本系统还将人脸作为书本书签, 通过人脸识别后, 书本将自动跳转至上次阅读位置。为了便于用户进行表情翻页, 可预先在系统中导入脸部旋转的图像。使用阅读器时, 系统将实时检测人脸特征向量变化, 实现表情翻页功能。

基金项目: 上海市大学生创新训练项目(CS1902012)。

作者简介: 秦益辉(1998-), 男, 本科生, 主要研究方向: 嵌入式系统设计、电子信息通信。

收稿日期: 2020-01-16

2 图像识别

摄像头采集得到的图片利用中值滤波算法进行降噪; Haar 算法提取得到图像中的人脸特征; AdaBoost 算法用来训练分类器。

2.1 图像预处理算法

在采集图像时,不可避免的会伴有一定的噪声,它使得图像质量受到影响。因此,为了得到较优质的图像,在使用图像前须对所采集到的图像实行降噪处理。降噪的方式有很多,其中中值滤波是目前应用较多的一种非线性滤波器。中值滤波主要是将像素四周点的像素值按从大到小的顺序进行排列,取出中间值。加入中值滤波后,能明显感受到人脸识别成功率显著提升。

2.2 Haar 特征提取算法

Haar 特征算法最先由 Paul Viola 等人提出,后经过 Rainer Lienhart 等扩展引入 45° 倾斜特征。OpenCV 所使用的 Haar 特征共计 14 种,其中包括:5 种 Basic 特征、3 种 Core 特征和 6 种 Titled(即 45° 旋转)特征。Haar 特征值反映了图像的灰度变化情况。脸部特征能由矩形特征简单的描述,如:眼睛比脸颊颜色深,鼻梁两侧比鼻梁颜色要深,嘴巴比周围颜色要深等。但矩形特征只对一些简单的图形结构,如边缘、线段较敏感,所以只能描述特定走向(水平、垂直、对角)的结构。算法表达式如下所示:

$$FeatureValue(x) = \sum_{Pixel \in all} Pixel \times weight_{all} -$$

$$\sum_{Pixel \in black} Pixel \times weight_{black}$$

Haar 特征值 = 整个 Haar 区域内像素和 \times 权重 + 黑色区域内像素和 \times 权重。

2.3 分类器训练算法

本文中选择 AdaBoost 分类器算法,主要考虑同一产品的使用者不会超过 10 人,AdaBoost 算法完全可以满足数据体量小、训练时间短的项目。

Adaboost 算法^[2](Adaptive Boosting 自适应增强)是一种迭代算法,将多个弱分类器,组合成强分类器。其自适应性在于:前一个弱分类器分类错误的样本权重会得到加强,在权重更新后的样本,将再次被用来训练下一个新的弱分类器。在每轮训练中,用样本总体训练新的弱分类器,产生新的样本权重、该弱分类器的话语权,一直迭代直到达到预定的错误率或达到指定的最大迭代次数。

若有 N 个样本,则每个训练的样本点开始时都被赋予相同的权重—— $1/N$ 。训练过程中,如果某个样本已经被准确地分类,则下一次训练中,它的权重就被降低;相反,如果某个样本点没有被准确地分类,那么它的权重就得到提高。同时,得到弱分类器对应的话语权。然后,更新权值后的样本集被用于训练下一个分类器,整个训练过程如此迭代地进行下去。各个弱分类器的训练过程结束后,分类误差率小的弱分类器的话语权较大,其在最终的分类函数中起着较大的决定作用,而分类误差率大的弱分类器的话语权较小,其在最终的分类函数中起着较小的决定作用。换言之,误差率低的弱分类器在最终分类器中占的比例较大,反之较小。最后训练得到的弱分类器将组合成强分类器。

3 设计与实现

本系统在研究中,应用了多个算法提取人脸特征,来判断是否与库中人脸相匹配;在硬件设计中,自行设计了树莓派电路,如图 2 所示。

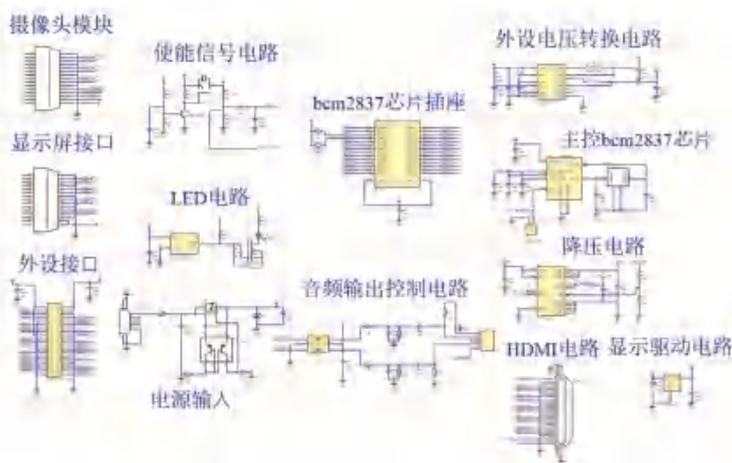


图 2 树莓派电路图

Fig. 2 Raspberry Pi circuit diagram

除了人脸识别功能外,本系统还包括书签跳转、语音播报以及脸部表情翻页功能,如图 3 所示。

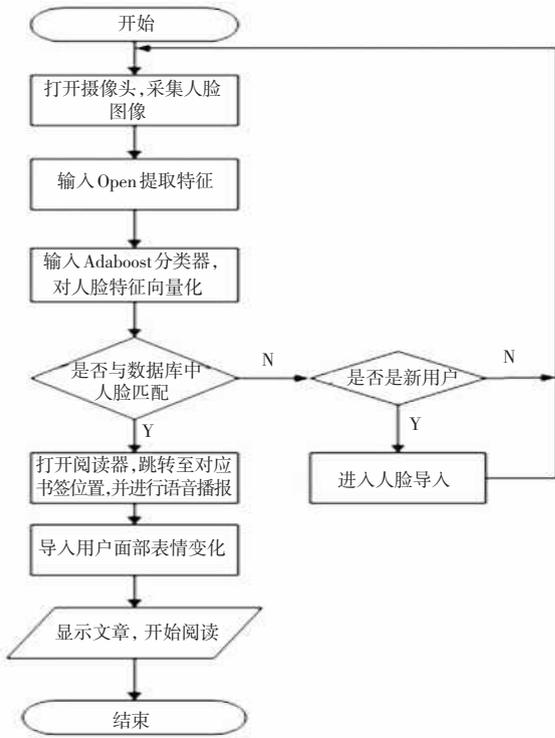


图 3 系统流程图

Fig. 3 System flow chart

3.1 摄像头模块

摄像头模块承担了本系统最重要的人脸识别功能,是后续所有功能实现的基础。本系统采用 Camera V2 树莓派官方原装的摄像头,装载有索尼 IMX219 感光芯片,具有 800 万像素,可拍摄出 3 280 像素 * 2 464 像素的静态图像,其接口电路如图 4 所示。

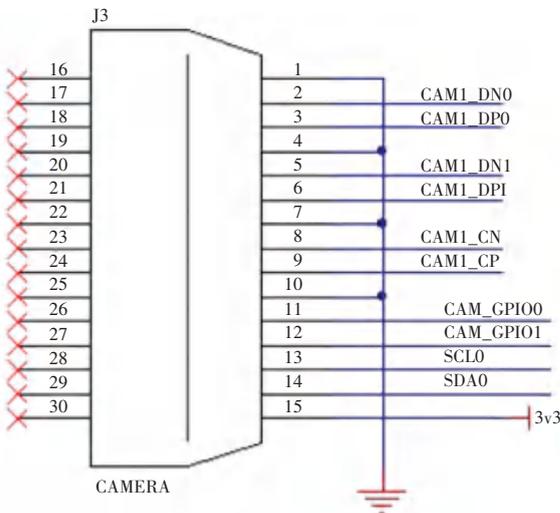


图 4 树莓派摄像头接口电路图

Fig. 4 Raspberry Pi camera interface circuit diagram

树莓派与摄像头的连接线采用了柔性扁平电缆 (FFC),一种用 PET 绝缘材料和极薄的镀锡扁平铜线压合而成的新型数据线缆。具有柔软、厚度薄、体积小、连接简单、拆卸方便、易解决电磁屏蔽等优点。很好的解决了连接线体积大,不易弯折等问题,给用户使用带来了极大的便利。

3.2 书签跳转实现

书签跳转位置的信息以人脸文件名的方式进行储存。当人脸配对成功时,书签将按照文件名上的字节数进行跳转。在用户打开书签时,系统会先将书签按照字节长度数进行分页,并实时记录当前的字节数。当需要保存书签时,储存当前位置的字节数,并通过命令进行命名。

3.3 语音播报功能

书签页码以及书目名称通过语音的方式读出。为此,本文在树莓派上安装 eSpeak 开源软件,便于将文字转为语音读出。其中 espeak_txt_chinese 命令是将指定文本中的内容通过 eSpeak 软件语音读出。如:使用命令行 `espeak -vzh "编程"`,就可以让树莓派读出中文一词“编程”。

3.4 脸部表情翻页功能

脸部表情翻页是本系统最具特色的功能。由于 Haar 特征值算法将人脸轮廓、眼睛、嘴作为人脸特征的主要依据,当人脸发生一定角度转动时,系统将无法识别其侧脸,并将其作为一张全新的人脸来处理。本系统正是利用了侧脸和正脸人脸识别结果的不同,实现了摇头翻页的功能。但当人脸转动角度过大时,系统将彻底无法识别人脸,即超出了测量范围,也就不存在翻页了。当用户阅读时,系统摄像头将处于实时检测的模式中,当侧脸被检测到时,就意味着翻页指令运行。以此来实现摇头翻页功能。

4 结果验证

(1) 验证环境: 树莓派 3B+ 为核心控制器,并在 SD 卡预先储存人脸识别数据库(真人模型数据)及电子书籍。

(2) 验证过程:

① 使用树莓派上摄像头的拍摄,用以捕捉人脸信息。

② 对照片信息进行数字化处理,再将其与数据库信息进行对比。

③ 对比信息正确时,在树莓派的 LCD 屏上显示该用户信息(已阅读书目、书签位置等),同时跳转到该页面。对比无此人时,新建人脸信息。

- ④对比完成后,使用语音模块对结果经行播报。正确时树莓派控制语音模块说出书名与页码。
- ⑤使用树莓派摄像头,储存侧脸照片。拍摄多组,多角度侧脸照片以提高成功率。
- ⑥转头并还原至正脸位置,观察是否翻页成功。翻页效果如图5所示。

(3)验证结果:经过反复测试,正脸正确识别率高达95%以上,语音播报功能运行良好,书签功能正常进行。由于受树莓派本身性能限制,人脸识别实时检测时有较大延迟,摇头翻页功能实现效果一般。当两张人脸在同一摄像头画面中出现时,系统发生错误识别等情况。

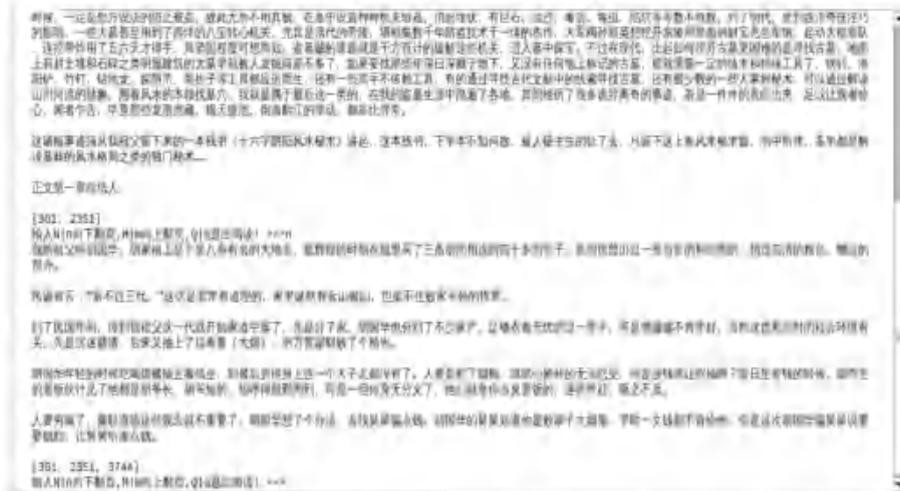


图5 书本翻页效果图

Fig. 5 Book turning page renderings

5 结束语

本项目的灵感来源于人脸识别的兴起,从视觉感知层面,对日常生活中的设备进行智能化的设计,很好地满足了现代人对于快捷、保密性良好的电子阅读设备的需求。目前系统还有较大的提升空间,如当储存大量人脸模型时,整个嵌入式的系统识别率还有待提高,与其他设备如何兼容等问题。

参考文献

- [1] 陆畅,陈东焰,俞浩. 基于 OpenCV 视觉库和树莓派的人脸识别门禁系统[J]. 科技创新导报,2019,16(2):158-160+162.
- [2] 江鹏宇,杨耀权,彭璐. 一种用于电力监控的行人运动检测与跟踪算法[J]. 电力科学与工程,2019(6):31-36.
- [3] 孙玉兰. 数字图像处理技术的应用现状与发展研究[J]. 电脑知识与技术,2014,10(26):6228-6230.
- [4] 王姮,游斌相,刘桂华,等. 红外视频图像的行人检测算法[J]. 自动化仪表,2017(7).
- [5] 陈勇,林颖. 基于特征脸的主成分分析人脸识别[J]. 计算技术与自动化,2017,36(2):122-124.

(上接第96页)

从模型的参数估计和假设检验结果中发现,故障频次与季节、时间、客流量正相关,即夏冬季节早晚高峰时段内,客流量越高的线路越容易发生故障。由此,维保人员需要根据设备的故障规律,在冬夏两季及早晚高峰时段做好防护工作;在大型节假日期间重视大客流对地铁设备也会带来的巨大压力,需要重视。而对于开通年限较长的线路,要及时更换老化现象严重、超出使用年限的设备。

4 结束语

本文通过故障数据,进行泊松分布模型的建立,并分析各影响因素对通号系统设备故障影响的重要程度,以 ATC 系统故障为例,对故障预警做出合理的分析和预测,为地铁安全运行提供支持。本文所建模型能较好的根据外部因素对故障频次进行预

测,从而方便地铁人员根据频次数据进行有差别的设备检查及保养维护工作,对保障城市轨道交通系统的安全运营以及提高企业的运营效率具有一定的实际意义。

本文的研究中还存在着许多不足,在后续的研究中拟考虑从地铁公司预计服务水平出发,结合国际轨道交通故障频次等级划分标准,建立预警指标计算方法,确定相应的预警阈值及等级。

参考文献

- [1] 赵婕. 地铁事故分析及预防对策[J]. 科技信息,2011,(3):369-411.
- [2] 詹坤生. 城市轨道交通乘客伤害事故分析与对策[J]. 铁道运输与经济,2013,35(2):87-92.
- [3] 陈颖雪,石志峰,刘志钢. 基于零膨胀回归模型的城市轨道交通触网故障频次研究[J]. 数学的实践与认识,2019(9):22.