

文章编号: 2095-2163(2022)02-0120-04

中图分类号: TP391

文献标志码: A

# 基于 Jetson Nano 和 OpenCV 的智能门锁系统实现

周宇, 杨国平, 刘淼

(上海工程技术大学 机械与汽车工程学院, 上海 201620)

**摘要:** 中国的智慧化城市已经进入高峰期, 深度学习、5G 等技术为人们的工作和生活提供了便捷, 同时对于安全的需求也逐渐增加, 本文利用 Jetson Nano 和 OpenCV 两种技术相结合, 实现了一种新型的智能门锁, 利用 OpenCV 实现人脸识别算法, 并将其嵌入到 Jetson Nano 小型人工智能计算机; 利用 Jetson Nano 自带的 GPIO 接口来控制门锁。实验证明, 本文所提出的智能门锁系统能够正确的识别人脸, 并通过识别结果来控制门锁的开关, 既带来了方便又保障了安全性。

**关键词:** 智能门锁; 人脸识别; 安全性; OpenCV; Jetson Nano

## Intelligent door lock system based on Jetson Nano and OpenCV

ZHOU Yu, YANG Guoping, LIU miao

(Automotive Engineering college, Shanghai University of Engineering and Science, Shanghai 201620, China)

**[Abstract]** Smart city construction has met the peak in China. Deep learning, 5G and other technologies provide convenience for people's work and life, while the demand for security is gradually increasing. In this paper, the combination of Jetson Nano and OpenCV technologies is used to achieve a new type of intelligent door lock, in which OpenCV is used to realize face recognition algorithm and a small intelligence computer called the Jetson Nano is embedded to control the door lock with the GPIO interface from Jetson Nano. Experiments show that the intelligent door lock system proposed in this paper can correctly recognize the face and control the door lock switch according to the recognition results, which is convenience and ensure security.

**[Key words]** smart door lock; facial recognition; security; OpenCV; Jetson Nano

## 0 引言

智慧城市建设不断的推进, 智能化产品的安全性和便捷性的研究越来越受重视, 曾斌<sup>[1]</sup>设计了一种新型指纹门锁, 通过限位挡块实现门把手的换向开门; 袁进等<sup>[2]</sup>针对指纹智能门锁识别慢, 识别能力弱等问题, 提出了基于现场可编程门阵列 (FPGA) 的指纹识别优化方法。随着深度学习的兴起, 人脸识别等技术也逐渐应用到智能家居, 赵若禹、宋家松等人<sup>[3]</sup>利用人脸识别技术作为门禁系统的身份验证依据, 开发了一套智能门禁管理系统, 通过下位机完成人脸信息的采集, 通过上位机完成人脸识别; 刘廷泰、王斌等人<sup>[4]</sup>同样利用人脸识别技术远程控制门锁的开关。人脸识别技术的相关应用更是数不胜数, 于洋<sup>[5]</sup>针对人脸识别技术如何赋能医疗产业进行了研究; 周光权<sup>[6]</sup>对人脸识别犯罪的关键问题展开了综述; 修扬、曹天杰等人<sup>[7]</sup>研究了移动端使用人脸识别技术的安全性。基于人脸识别智能门锁识别存在速度慢, 识别率低等问题, 本文构建基于 Jetson Nano 和 OpenCV 的智能门锁系统, 设计一种新的智能门锁来解决上述问题。

## 1 系统开发环境

本文所构建的基于 Jetson Nano 和 OpenCV 的智能门锁系统包括硬件和软件两部分。

硬件包括: Jetson Nano、摄像头、数字门锁等。Jetson Nano 是 NVIDIA 的小型人工智能计算机, 提供了用于连接各种外接设备的接口、SD 卡插槽, 用于与外接设备接口的 40 针扩展接头、用于有线网络连接的千兆以太网端口, 用于监视器输出的 HDMI 端口等。开发系统所需要的主要硬件见表 1。

表 1 系统硬件表

Tab. 1 System hardware table

组件名称	参数
英伟达 JETSON NANO	MICRO - SD 卡插槽, 40 针扩展头, MICRO-USB 接口, 千兆以太网接口, USB3.0 接口, HDMI 输出接口, 直流枪管插孔, MIPI CSI 摄像机连接器
IMX219 -8MP 摄像头	光学尺寸: 1/4, 分辨率: 3 280×2 464
HDMI 线	1.8 M
SD 储存卡	64 GB
电源	5 V 4 A
门锁	普通数字门锁

**作者简介:** 周宇 (1997-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 人工智能、视觉、大数据。

**收稿日期:** 2021-08-17

系统基于 Linux 操作系统,利用 python 语言完成。在 Jetson Nano 上下载并安装 Jetpack 映像文件,连接外接设备并启动 Jetson Nano,根据引导创建用户名、密码,最终登陆成功就完成了启动。

## 2 功能实现

### 2.1 系统特点与结构

本文所提出的智能门锁系统特点如下:

- (1)使用通用 CSI 相机捕获真实的人脸并收集深度学习模型的训练数据;
- (2) Jetson Nano 是配备 4 个 GPU (Graphic Processing Unit) 的小型人工智能计算机,用于在独立的智能门系统中快速训练图像数据;
- (3)使用 OpenCV 库进行实时图像处理;
- (4)使用 Harr Cascade 算法进行面部检测,该算法优点是检测速度快,准确率高;
- (5)面部识别使用 OpenCV 库中的 LBPH (Local Binary Patterns Histograms) 算法,该算法能够快速处理特征;
- (6) Jetson Nano 和数字门锁的连接依赖于 Jetson Nano 中的 GPIO 端口。

CSI 摄像机通过移动行业处理器接口 MIPI (Mobile Industry Processor Interface) 连接到配备了深度学习库的 Jetson Nano 嵌入式系统,通过 GPIO (General Purpose Input Output) 接口连接,最终识别到人脸特征,系统整体结构如图 1 所示。

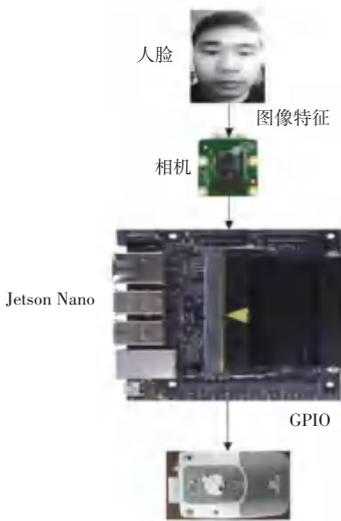


图 1 系统整体结构

Fig. 1 Overall structure of system

### 2.2 功能开发

模型的开发分为训练和预测两步。

- (1)通过相机收集图像进行训练,使用基于管

道的多媒体框架 GStreamer 连接到 Jetson Nano 的 CSI 摄像机捕获视频,该框架能够实现各种媒体功能,如:音频和视频播放、流式传输和编辑,但在使用之前需要完成设置,包括获取视频的分辨率、显示分辨率、帧速率和视频输出模式;Haar 级联分类器是 OpenCV 提供的一种基于深度学习的对象检测算法,用于对摄像机图像中的面部进行分类,将 Haar 级联分类器应用于所捕获图像的一个图像帧,对面部图像进行分类和存储,重复该过程用以收集目标面部的图像来进行训练。

(2)预测,通过读取训练数据来训练人脸识别模型,这些训练数据为真实的人脸图像。人脸识别模型使用 OpenCV 的 LBPH (Local Binary Patterns Histograms) 算法,从训练的人脸图像中提取特征,同时也可以通过该算法提取到一张不在训练数据库中的人脸图像特征,并计算该人脸特征和在库中的特征相似度,通过将新面部图像的特征与训练面部图像的特征进行比较并测量可信度来进行面部识别。

需要识别的人脸图像输入模型可以得到置信度,将预测的置信度与阈值进行比较,如果阈值高于参考值,则打开门锁,如果阈值小于参考值,则关闭门锁。使用 Jetson Nano 的智能门控制程序的流程如图 2 所示。

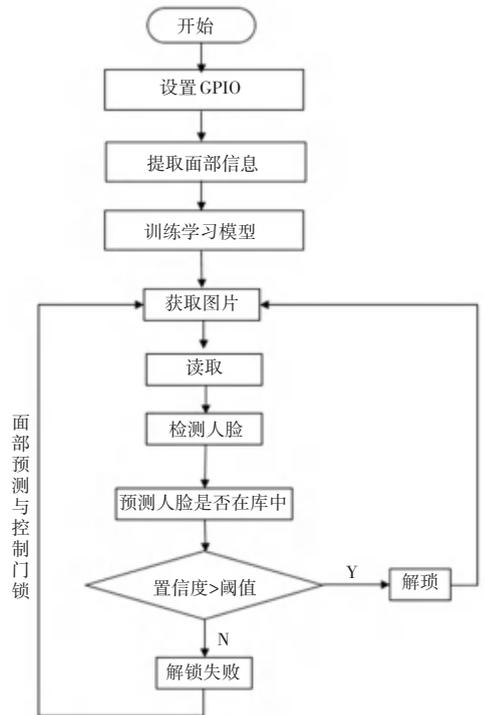
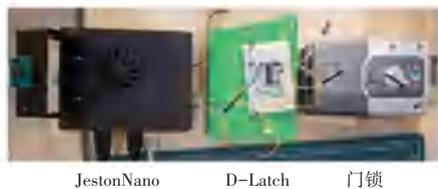


图 2 智能门锁控制流程图

Fig. 2 Flow chart of controlling smart door

Jetson Nano 通过 GPIO 接口控制数字门锁,从

摄像机图像中读取实时捕获的图像,检测并分析人脸,通过分析结果来控制门的打开和关闭。Jetson Nano 的 GPIO 接口和门锁通过 D 型门锁连接,通过 D 型锁通过电子方式连接或断开门锁开关的两端来打开和关闭门。基于 Jetson Nano 的智能门锁实物如图 3 所示。



JetsonNano D-Latch 门锁

图 3 Jetson Nano 控制门锁

Fig. 3 Door lock controlling with Jetson Nano

### 3 智能门锁系统实验

收集目标面部的 100 张图像进行训练,以用于解锁门锁。首先,从摄像机图像中读取一帧并将其转换为黑白图像,通过将 Har Cascade 面部分类器检测出方形的面部区域;从框中切出的脸部的大小与被检测区域的大小一样,裁剪的脸部区域被规格化大小为  $200 \times 200$ ,转换为黑白图像并保存。重复此过程 100 次,收集到 100 个训练目标图像。面部图像进行训练和收集样本的过程,如图 4 所示。



图 4 面部图像训练和收集的样本过程

Fig. 4 Face images collection and training process

门锁的开关由人脸识别模型的分析结果控制,人为设定阈值,系统从相机图像中检测出一张新脸,并使用经过训练的 AI 模型进行预测。计算预测结果的置信度,即将预测图像的结果与所有注册过的人脸模型进行匹配,分别求出相似度,取最大的相似度为置信度,并将其与人为设置的阈值进行比较,本文中阈值设置为 80%,如果置信度大于 80%,则会通过 Jetson Nano 的 GPIO 接口输出锁释放信号,将门锁解锁,由于具有一定时间延迟,使门锁在一定时间内保持解锁状态。

选一位已经注册好人脸数据的人物进行了两次测试,将面部数据输入到模型中,计算置信度 87%

和 89%,可以打开门锁。如图 5 所示。



(a) 置信度 87%

(b) 置信度 89%

图 5 解锁门锁

Fig. 5 Unlocking the door

另外一组实验采用了两种方法,一种是前面的面部数据用贴图的方式遮盖住,输入模型并计算置信度;另外一种是一个未注册人脸数据的人物,将其面部数据输入模型并计算置信度,结果分别为 73% 和 74%,小于设定的阈值 80%,门锁并未打开,如图 6 所示。



(a) 置信度 73%

(b) 置信度 74%

图 6 锁门锁

Fig. 6 Locking the door

### 4 结束语

本文针对人脸识别智能门锁识别速度慢,识别效率低等问题,构建了基于 Jetson Nano 和 OpenCV 的智能门锁系统,将人脸识别功能成功嵌入到普通智能门锁上,通过设置阈值,计算置信度的方法来控制门锁的开关,本系统具有以下特点:

- (1) 使用 100 张真人照片作为深度学习模型训练数据,更加贴近真实环境;
- (2) 使用已经经过验证且表现优异的深度学习模型进行人脸识别;
- (3) 通过电脑端连接现有的数字门锁进行控制。

使用基于特征的面部检测算法和面部识别算法对系统进行了实验,本文所提出的基于 Jetson Nano 和 OpenCV 的智能门锁系统能够有效提高识别的快速性、可靠性及准确性,具有一定的参考及实用价值。

(下转第 125 页)