

2019 Synopsys ARC 专项电子设计竞赛技术论文

论文题目：

基于 ARC IoTDK 的人脸识别系统

参赛单位：西安电子科技大学

队伍名称：芯起点

指导老师：马佩军老师

参赛队员：刘轩、苏昭伟、李林涛

完成时间：2019 年 07 月 25 日

基本情况表

队伍名称	芯起点			单位名称	西安电子科技大学
项目名称	基于 ARC IoT DK 的卷积神经网络人脸识别算法实现				
项目负责人	刘轩			联系方式	15202958125
指导老师	马佩军			职务	副教授
参赛 队员 信息	姓名	学历	证件号码	专业	分工情况
	刘轩	硕士	610122199601254953	微电子学与 固体电子学	软件， 视频拍摄
	苏昭伟	硕士	445321199506305297	微电子学与 固体电子学	软件 PPT 制作
	李林涛	硕士	330821199512044916	集成电路系 统设计	软件 文档撰写
项目时间	2018 年 12 月 15 日 - 2019 年 7 月 11 日				
队伍简介	本团队组员责任心上进心强，能力合理搭配，具有很好的团队协作能力与动手实践能力。				
参与项目	基于 FPGA 的激光风速雷达、基于 RISC-V 指令集的处理器的设计与验证				
获奖情况 (校级及以上)	2017.08	全国大学生电子设计竞赛（四川赛区）			一等奖
	2016.08	四川省 TI 杯电子设计竞赛			一等奖
研究专长	IC 数字电路设计				
其他	无				

摘 要

随着人工智能的兴起和深度学习的发展,基于卷积神经网络的人脸识别成为计算机视觉领域的研究热点。卷积神经网络实现了端到端操作,能够自动提取图像特征。通过深度机器学习卷积神经网络来实现人脸识别,人脸是图像识别中相对复杂的识别对象,提高识别精度相对困难,通过卷积神经网络可以有效地提高人脸识别精度,使其达到一个比较满意的程度。

在该设计中通过 OV7670 摄像头采集图像特征信息传输至 ARC IOT 处理器,经过算法识别获得该图像的人脸信息的位置并将人脸图像信息进一步简化减少数据存储,处理器将已经导入的参数和获得的图像信息进行处理,得到人脸识别结果并将其结果通过语音模块并通过语音合成模块和 LCD 显示屏对该次识别结果进行语音播报和文本显示。

与其他人脸识别的算法相比该次图像识别算法通过 TensorFlow 平台进行多组图片的训练,然后将训练得到的参数导入处理器,可以解决目前硬件板子在进行卷积神经网络算法的时候消耗的硬件资源过多的情况,并对卷积神经网络算法进行了进一步优化,使之在进行计算的时候节约大量的资源。

关键词: Synopsys ARC 板 人脸识别 卷积神经网络 TensorFlow

ABSTRACT

With the rise of artificial intelligence and the development of deep learning face recognition based on convolutional neural network has become a research hotspot in the field of computer vision. Convolutional neural network realizes end-to-end operation and can automatically extract image features. Deep machine learning convolutional neural network is used to realize face recognition. As a relatively complex object in image recognition, it is relatively difficult to improve the recognition accuracy. The convolutional neural network can effectively improve the face recognition accuracy to a satisfactory degree.

Through collecting OV7670 camera image characteristics in the design information transmission to the ARC IOT processor, the images are acquired through the algorithm to identify the location of the face information and to simplify the step face image information to reduce the data storage, processors will have imported parameters and image information processing, face recognition results and the results are obtained via voice module and speech synthesis module and OLED display on the time for speech recognition results and text display.

Compared with the other face recognition algorithm of the image recognition algorithm by TensorFlow platform more groups of training images, then import the processor parameters train, can resolve the hardware board conducts convolution algorithm of neural network in excessive consumption of hardware resources, and the convolutional neural network algorithm was further optimized, calculated in time to save a lot of resources.

Keywords: Synopsys ARC board, face recognition, convolutional neural network, TensorFlow

目录

第一章 方案论证.....	1
1.1 项目概述.....	1
1.2 资源评估.....	1
1.3 预期结果.....	1
第二章 作品难点与创新.....	3
2.1 作品难点分析.....	3
2.2 创新性分析.....	3
第三章 系统结构与硬件结构.....	4
3.1 系统原理与结构.....	4
3.2 硬件实现.....	5
3.2.1 ARC 处理器.....	5
3.2.2 OV7670 摄像头.....	6
3.2.3 语音合成模块.....	8
3.2.4 图像显示模块.....	8
第四章 系统软件设计与流程.....	8
4.1 图像处理流程.....	8
4.2 卷积神经网络实现.....	9
4.1.1.Tensorflow 参数训练.....	9
4.1.2.C 建模与参数导入.....	11
4.3 识别模式与图像显示模式的交互.....	11
第五章 总结与展望.....	11
5.1 项目实现.....	11
5.2 项目展望.....	12
5.3 项目总结.....	12
参考文献.....	13

第一章 方案论证

1.1 项目概述

随着科技的进步和现代生活的发展,身份识别应用在越来越多的领域。传统意义的身份识别主要依靠人证比对等耗时耗力的手段,体验性较差、效率低下。在互联网+、人工智能的推动下,依靠生物识别技术实现身份识别或认证已经成为趋势。生物识别技术,是指利用虹膜、指纹、眼纹、语音、步态等长期不变的生理特征和特定行为特征,完成个人身份识别的技术。与传统的身份验证方法相比,生物识别技术更安全可靠,实用性更强,体验性更好。作为生物特征识别的重要分支,人脸识别以其直观、便捷、安全更容易被用户接受。人脸识别是将静态图像或视频图像中检测出的人脸图像与数据库中的人脸图像进行对比,从中找出与之匹配人脸的过程,最终达到身份识别与鉴定的目的。它利用人的脸部特征作为身份辨认的方式,通过人脸进行定位、预处理等与已知身份人脸进行比对,判断一个人的性别、身份、种族、年龄等属性,完成身份识别等。是作为人类最明显,最重要的生物特征之一。

1.2 资源评估

本作品是基于 ARC IOT 处理器的卷积神经网络人脸识别算法的实现,主要使用到的硬件资源有 ARC IOT Kit 开发板、OV7670 摄像头、GPRS 模块、电话卡等。利用 ARC 板上的 SD 卡槽对卡内程序进行编解码与运行,同时要求队伍成员熟练掌握 C 语言以及 python 等。

1.3 预期结果

该设备基于 OV7670 摄像头采集图像信息,自动提取人脸信息,进行卷积神经网络人脸识别,下面对其功能进行具体的说明:

- 1、驱动控制 OV7670 采取图像数据。
- 2、提取人脸部位有效信息并将有效图像数据提取出来。
- 3、将提取出来的数据进行卷积运算,得到匹配情况的结果。
- 4、发音及文本信息显示功能。将得到的结果通过语音播报的方式和文本显示

的方式展示出来。

第二章 作品难点与创新

2.1 作品难点分析

作品旨在设计一种能采集图像信息进行人脸识别，并将识别结果语音播放设备。通过查阅资料，本作品的实现有以下难点：

- 1、卷积神经网络需要用到大量的硬件资源，如果减少卷积核得到的图像识别效果会降低，需要合理在有限的硬件资源下最大的提高识别的精度。
- 2、该算法需要进行大量的计算，需要合理安排计算单元的重复利用率在合理的计算时间内，获得准确的识别结果。
- 3、本次设计是在 ARC IOT 板子上进行实现的，这类处理器开发板是最新发布的，难以找到相关的参考资料。
- 4、如何正确的识别人脸所在的位置，并获得的图像信息进行简化。
- 5、如何中断和多任务，使得各个程序之间能够协调工作。

2.2 创新性分析

我们的作品具有以下的创新点：

- 1、本作品能够准确地提取有效图像信息，并进行人脸识别，准确率高。
- 2、该设备的数据输入量小、速度快，实时性好。
- 3、对卷积神经网络算法进行了优化，针对 ARC IOT 处理器的一些资源情况和特性对算法进行了一定的调整，可以尽可能的提高资源的重复利用率降低整体硬件资源的消耗。
- 4、应用场景丰富，该作品不仅可以用于人脸识别，在改进后还可以应用于安全防护、家电的识别解锁等。

第三章 系统结构与硬件结构

3.1 系统原理与结构

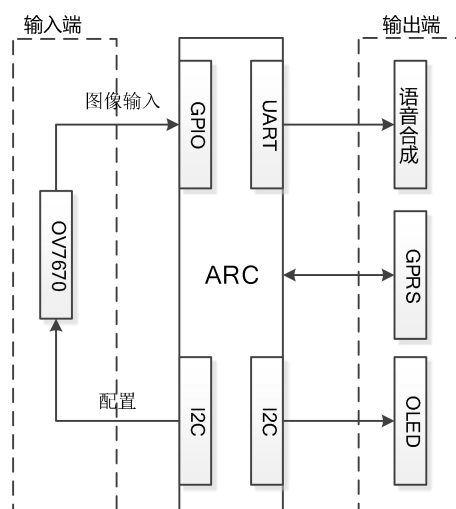


图 1 系统结构

如图 1 所示该系统由三个部分组成，分别为输入端、主控端和输出端，输入端包括 OV7670 摄像头进行图像采集，处理器通过 I2C 接口对 OV7670 进行配置，然后 OV7670 通过 GPIO 将获得的图像数据传入处理器，处理器进行卷积计算以后得到结果将结果传输到输出端进行输出。输入部分还包括按键的 GPIO 中断，每次按下按键进行一次图像采集以及识别分析。

主控端由 ARC 处理器构成，主要完成对图像数据进行筛选得到人脸信息并进行优化数据，并将人脸信息进行卷积计算得到识别的结果。

输出端包括语音合成模块、OLED 显示屏和 GPRS 模块，主控端对人脸识别完成后会控制语音合成模块发出相应语音，OLED 显示屏可以实时显示出识别结果。

如表 1 所示，为各模块和 ARC IOT 板子的连接方式。

表 1 ARC 和各模块连接方式

ARC 接口	设备名称	设备型号	连接方式
Pmod_B 与 Arduino	摄像头	OV7670	GPIO
Pmod_C	语音模块	SYN6288	UART
Arduino	显示屏	ILI9341	GPIO

3.2 硬件实现

3.2.1 ARC 处理器

ARC IoT DK 是一个多功能平台，包含必要的硬件和软件，可加速传感器融合，语音识别和人脸检测应用的软件开发和调试。硬件平台，包括 ARC 数据融合 IP 子系统（EM9D）的实现以及各种外设。embARC 开放软件平台使开发人员可以在线访问设备驱动程序，应用程序示例以及一套免费和开源软件，从而加速基于 ARC 的嵌入式系统的软件开发。强大的开发工具和软件生态系统，包括 Synopsys ARC MetaWare Development Toolkit 和开源 ARC GNU。（ARC IoTDK）是一个多功能平台，包括必要的硬件和软件，可加速传感器融合，语音识别和人脸检测设计的软件开发和调试。ARC IoTDK 包括 ARC 数据融合 IP 子系统的硅实现以及物联网设计中常用的丰富外设，如蓝牙，USB，模数转换器（ADC），脉冲宽度调制器（PWM）和板载九轴传感器。

ARC IoTDK 由强大的开发工具和软件生态系统提供支持，包括 MetaWare 开发工具包，可以开发和调试高度优化的高密度代码。embARC 开放软件平台使开发人员可以在线访问设备驱动程序，应用程序示例以及一套免费和开源软件，从而加速基于 ARC 的嵌入式系统的软件开发。

ARC 板子特点如下：

- 1、集成蓝牙模块；
- 2、基于 ARCV2 精简指令集；
- 3、DIP 开关进行配置 ARC 的 FPGA 映象；
- 4、有片上的 ICCM 和 DCCM 存储；
- 5、采用 3 级流水；
- 6、有 128M 的 DDR3 存储。

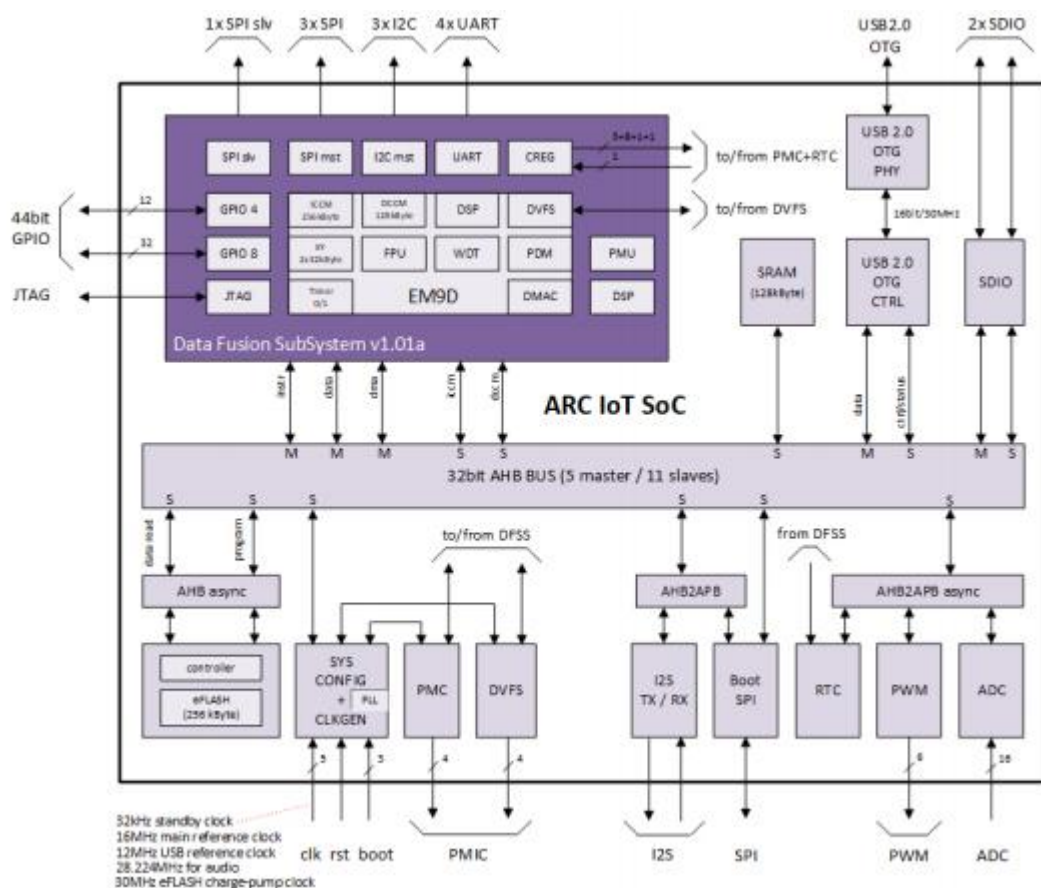


图 1 ARC IOT 硬件结构图

3.2.2 OV7670 摄像头

本设计采用 OV7670 摄像头进行图像的采集，OV7670 是 OVOMniVision）公司生产的一颗 1/6 寸的 CMOS VGA 图像传感器，如图 3-3 所示。该传感器体积小、工作电压低，提供单片 VGA 摄像头和影像处理器的所有功能。通过 SCCB 总线控制，可以输出整帧、子采样、取窗口等方式的各种分辨率 8 位影像数据。该产品 VGA 图像最高达到 30 帧/秒。用户可以完全控制图像质量、数据格式和传输方式。所有图像处理功能过程包括伽玛曲线、白平衡、度、色度等都可以通过 SCCB 接口编程。OmniVision 图像传感器应用独有的传感器技术，通过减少或消除光学或电子缺陷如固定图案噪声、托尾、浮散等，提高图像质量，得到清晰的稳定的彩色图像。



图 2 摄像头实物图

OV7670 的特点有：

- (1) 高灵敏度、低电压适合嵌入式应用；
- (2) 标准的 SCCB 接口，兼容 IIC 接口；
- (3) 支持 RawRGB、RGB(GBR4:2:2, RGB565/RGB555/RGB444), YUV(4:2:2) 和 YCbCr (4:2:2) 输出格式；
- (4) 支持 VGA、CIF，和从 CIF 到 40*30 的各种尺寸输出；
- (5) 支持自动曝光控制、自动增益控制、自动白平衡、自动消除灯光条纹、自动黑电平校准等自动控制功能。同时支持色饱和度、色相、伽马、锐度等设置。

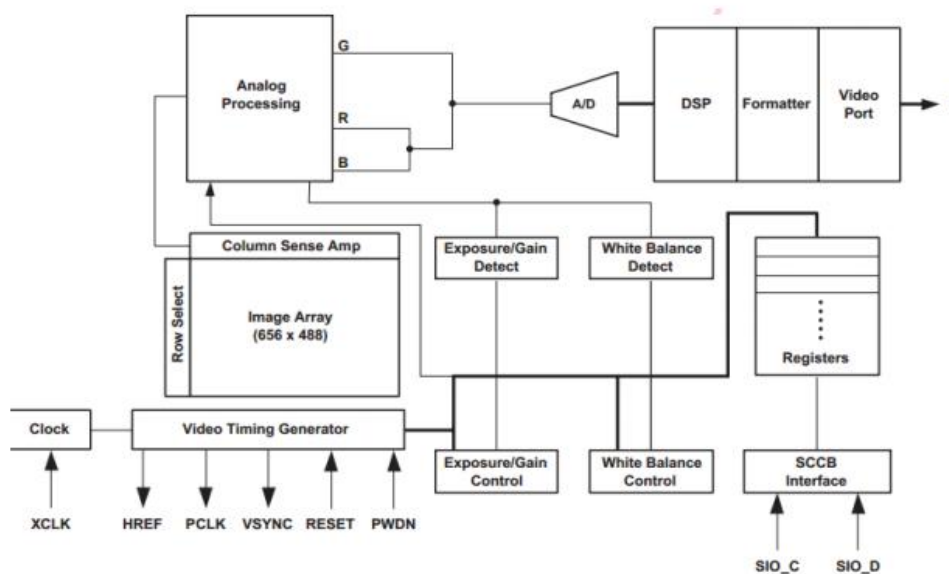


图 3 OV7670 内部结构

3.2.3 语音合成模块

设计中选取 SYN6288 中文语音合成芯片。通过异步串口(Universal Asynchronous Receiver Transmitter, UART)直接同主控制器通信。SYN6288 是一款性价比高、效果自然的中高端语音合成芯片。该芯片通过异步串口通信方式接收待合成的文本数据，实现文本到语音的转换。SYN6288 芯片采用 SSOP28L 贴片封装，硬件接口简单、低功耗、音色清凉圆润，在识别文本、数字、字符串方面更智能、更准确，语音合成自然度更好，可懂度更高。该芯片的具体工作方式如下图所示。

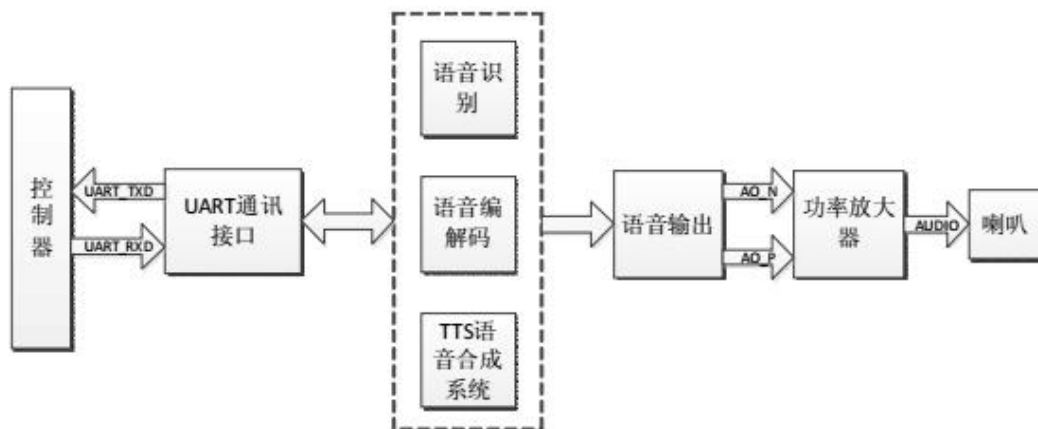


图 3-4 SYN6288 芯片工作方式

3.2.4 图像显示模块

该部分硬件选取 ILI9341 LCD 串口显示屏，其尺寸为 2.8 寸，分辨率为 240*320，包括一个 720 通道源驱动程序，一个 320 通道门驱动程序。通信接口为 SPI，共有 11 个管脚。在此次的人脸识别系统中，只用其显示功能，共使用 GND, VCC, MOSI, RES, DC, CS1 等管脚。ILI9341 显示屏支持并行 8-/9-/16-/18 位数据总线 MCU 接口、6-/16-/18 位数据总线 RGB 接口和 3-/4 线串行外围接口(SPI)。可以在内部 GRAMby 窗口地址功能中指定运动图像区域，可选择性地更新指定的窗口区域，从而可以独立于静止图像区域同时显示运动图像。此显示屏内部集成驱动芯片 ILI9341 和触摸芯片 XPT2046。

第四章 系统软件设计与流程

4.1 图像处理流程



- ◆ 由 ov7670 采集到的 320*240 的 rgb565 图像存入 IOT ARC 板，并且实时更新图像数据
- ◆ 同时，LCD 将采集到的图像数据实时显示出来
- ◆ 当需要进行人脸识别时，将图像数据传入到 10 层卷积神经网络的输入端，输出分类数据（IOT ARC 协调控制处理）
- ◆ 利用 SYN6288 语音合成芯输出语音判断

4.2 卷积神经网络实现

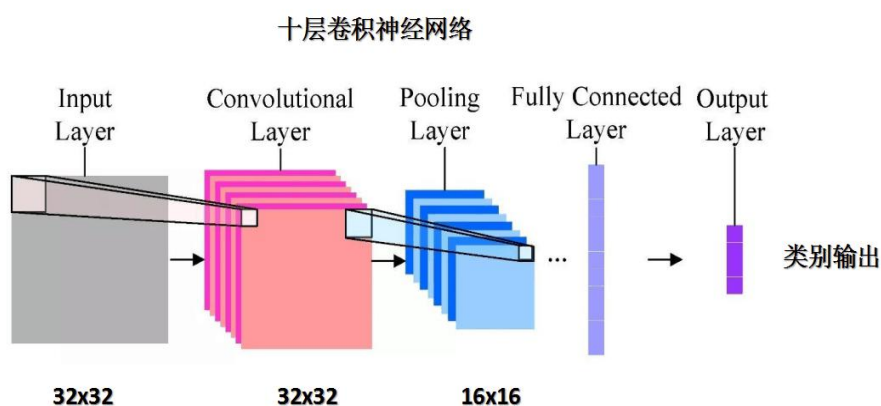


图 4.1 卷积神经网络架构图

十层卷积神经网络包含以下几层：

输入层：用于将数据输入到神经网络中

三层卷积层：使用卷积核提取特征

三层池化层：卷积得到的特征图进行稀疏处理，减少数据量

两层全连接层：在网络的末端进行重新拟合，恢复特征，减少特征的损失

输出层：输出分类结果

4.1.1.Tensorflow 参数训练

TensorFlow 是一个基于数据流编程（dataflow programming）的符号数学系统，

被广泛应用于各类机器学习（machine learning）算法的编程实现，其前身是谷歌的神经网络算法库 DistBelief。Tensorflow 拥有多层级结构，可部署于各类服务器、PC 终端和网页并支持 GPU 和 TPU 高性能数值计算，被广泛应用于谷歌内部的产品开发和各领域的科学研究。

我们在 TensorFlow 上搭建基于卷积神经网络的人脸识别架构，并且导入自己的图片以及网络大量的图片样本进行训练。

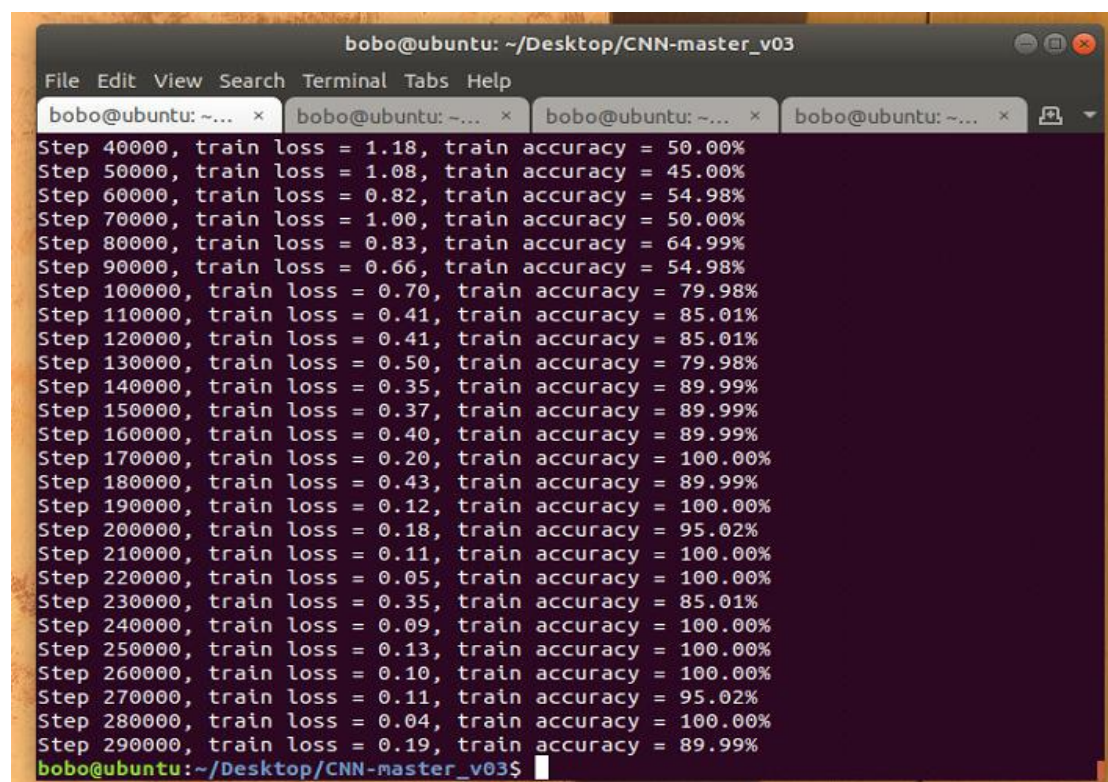


图 4.2 在 TensorFlow 运行的图像训练

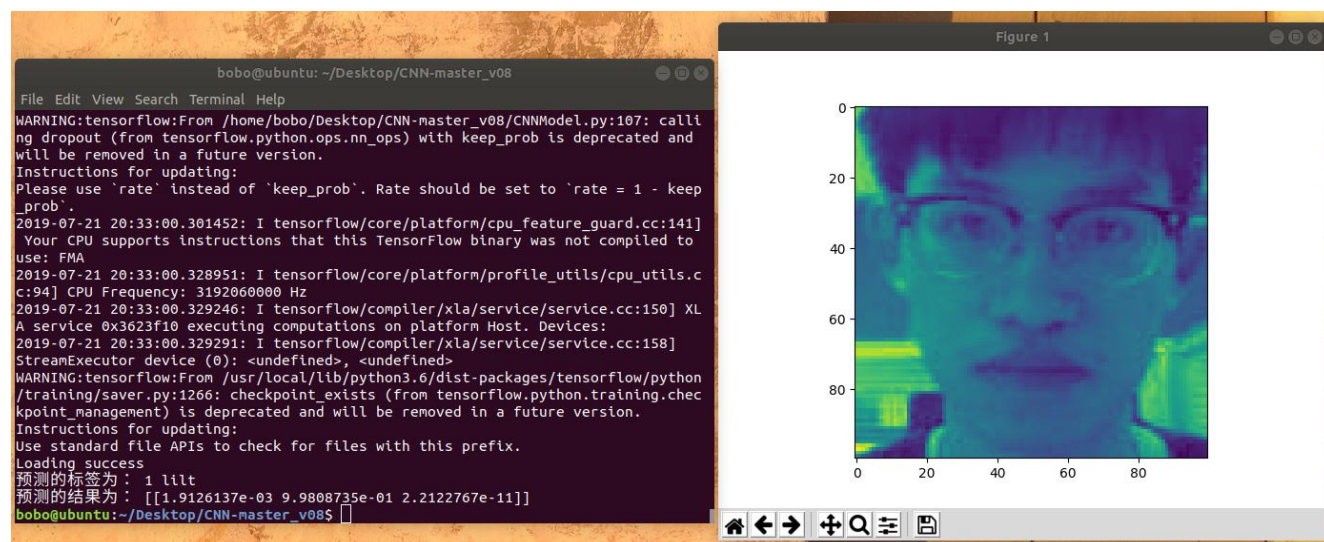


图 4.3 在 TensorFlow 运行的图像测试

4.1.2.C 建模与参数导入

利用 TensorFlow 的函数将训练好的架构保存下来，并且输出架构的完整参数信息,如下:

- Softmax_linear
- Conv1/biases&weights
- Conv2/biases&weights
- Conv3/biases&weights
-

建立多个 C 数组保存参数信息，以及在 ARC IOT 各个运算层的连接，引出输出的判断到语音模块内。

4.3 识别模式与图像显示模式的交互

正常情况下，ov7670 实时采集获得的动态图像，传输到 ARC IOT 处理器并且实时更新数据；

当系统的识别按键按下，处理器采集完当前的一帧图像后，停止图像采集，并且把图像数据传输到 CNN 卷积神经网络架构的输入层，经过识别系统的运算后，按照一定的判断规则对获取的图像进行判断，语言输出判断结果。

第五章 总结与展望

5.1 项目实施

基于 ARC IoT DK 的卷积神经网络人脸识别算法完成以下三点的内容：

- 使用 ARC IOT 动态采集图像数据；
- 在 ARC IOT 实现卷积网络的优化以及图像数据卷积运算；
- 语言输出运算结果；
- 通过传感器和图像处理算法，控制识别模式与图像采集模式交替工作，相互配合共同实现了人脸识别系统。



图 5.1 项目总结图

5.2 项目展望

项目的展望从横向以及纵向来展开：

- 性能优化

将优化的 CNN 卷积神经网络架构固化到处理器电路中，形成系统的芯片化，有效地提高图像采集的流畅度以及识别的运算效率，当人脸库更新的时候，只需要对应地与 PC 连接更新参数即可。异构处理：将卷积神经网络传入都专门的运算单元（DSP 等），控制由主处理器执行，并行处理数据，实现性能的提高。

- 场景应用

人脸识别市场潜力大。应用场景逐渐增多，布局人脸识别的生态从而也更丰富。从日常生活场景中的门禁识别、工作打卡等，针对性对特定部分人群进行人脸识别，建设智能

5.3 项目总结

随着人工智能的兴起和深度学习的发展,基于卷积神经网络的人脸识别成为计算机视觉领域的研究热点。作为一种具有巨大应用的技术，相关的理论研究也取得了很大的进展并逐渐应用于实践。尤其在图像处理技术和智能计算机技术飞速发展

的今天,人脸识别技术越来越智能化和精确,开始展现其巨大的价值。卷积神经网络实现了端到端操作,能够自动提取图像特征。通过深度机器学习卷积神经网络来实现人脸识别,人脸是图像识别中相对复杂的识别对象,提高识别精度相对困难,通过卷积神经网络可以有效地提高人脸识别精度,使其达到一个比较满意的程度。在不久的将来人脸识别、人脸支付等会成为一种在生活中随处可见的技术。

参考文献

- [1]陶勤勤. 基于卷积神经网络和改进支持向量机的人脸检测[D]. 合肥工业大学,2016.
- [2]吕永标. 深度卷积神经网络的改进及其应用[D]. 中国计量大学,2017.
- [3]杨心. 基于卷积神经网络的交通标识识别研究与应用[D]. 大连理工大学,2014.
- [4]张雪媛. 基于卷积神经网络的交通标识识别研究及应用[D]. 重庆交通大学,2017.
- [5]罗均,吴克松,廖红华.基于 NIOS II 的图像采集和显示的实现[J].电子技术应用,2007(2):24-2

