

# 智能图像处理与应用设计实例

王 君<sup>1,2</sup>, 梁文威<sup>1\*</sup>, 麦淳铭<sup>1</sup>, 宋泽生<sup>3</sup>, 梁薇薇<sup>4</sup>, 蒲 磊<sup>1</sup>

(1. 中山大学南方学院, 广东 广州 510970;

2. 广州恒通智联科技有限公司, 广东 广州 510630;

3. 南昌大学, 江西 南昌 330027;

4. 重庆邮电大学, 重庆 400065)

**摘 要:**智能图像处理技术紧跟科技前沿,其算法被广泛应用于实际生产中,带来了很多的便利和经济价值,尤其是基于计算机视觉图像的识别技术。针对废旧手机堆积如山,造成大量资源浪费、污染环境的问题,以手机进行分类回收为例,文中利用机器视觉对手机完成快速分类,以便于提取贵金属、稀有金属,充分利用资源,节省人力成本。该方法基于Tensorflow算法,对手机进行图像训练分类,形成模板库,让待识别手机与模板库进行匹配,利用卷积神经网络分类识别方法进行识别,最终得以成功应用。以Linux系统的树莓派3B+为主控制器,32位ARMCortex-M3内核单片机为辅助控制器,实现舵机的转动,自动完成手机识别与分类回收。该方法能快速有效地识别和分类手机,节省分类手机的时间,且可以流水作业,便于贵金属和稀有金属的智能化回收利用。

**关键词:**智能图像处理;Tensorflow算法;卷积神经网络分类识别;手机识别;智能化回收利用;绿色环保

**中图分类号:**TP305

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2021)12-0217-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2021.12.036

## Design of Intelligent Image Processing and Application

WANG Jun<sup>1,2</sup>, LIANG Wen-wei<sup>1\*</sup>, MAI Chun-ming<sup>1</sup>, SONG Ze-sheng<sup>3</sup>, LIANG Wei-wei<sup>4</sup>, PU Lei<sup>1</sup>

(1. Nanfang College of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510970, China;

2. Guangzhou Hengtong Zhilian Technology Limited Company, Guangzhou 510630, China;

3. Nanchang University, Nanchang 330027, China;

4. Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, China)

**Abstract:** Intelligent image processing technology keeps up with the frontier of science and technology, and its algorithm is widely used in production, which brings a lot of convenience and economic value, especially the image recognition technology based on computer vision. Aiming at the problem of waste mobile phones piling up, resulting in a large amount of resource waste and environmental pollution, taking the classification and recycling of mobile phones as an example, we complete rapid classification of mobile phones according to machine vision, in order to extract precious metals and rare metals, make full use of resources and save labor costs. Based on Tensorflow, the proposed method carries out image training and classification on mobile phones to form a template library, and matches the mobile phones to be identified with the template library, and uses the convolutional neural network classification and recognition method to identify. Finally, it is successfully applied. The Raspberry Pi 3B+ of Linux system is used as the main controller, and the 32-bit ARMCortex-M3 kernel MCU is used as the auxiliary controller to realize the rotation of the steering gear and automatically complete the identification and classification of mobile phones. The proposed method can quickly and effectively identify and classify mobile phones, save the time of classifying mobile phones, and can be used in production line, which is convenient for intelligent recycling of precious metals and rare metals.

**Key words:** intelligent image processing; Tensorflow algorithm; convolutional neural network classification and recognition; mobile phone recognition; energy recycling; green environmental protection

## 0 引言

智能图像处理技术紧跟科技前沿,其算法被广泛

应用于实际生产中,带来了很多的便利和经济价值,尤其是基于计算机视觉图像的识别技术。由于手机性能

收稿日期:2020-09-22

修回日期:2021-01-25

基金项目:广东省“千名博士(后)”人才引进专项(2020GDASYL-20200103037)

作者简介:王 君(1987-),男,硕士,CCF会员(C8897M),研究方向为智能图像处理、机器视觉;通讯作者:梁文威(1999-),男,,研究方向为电气与自动化。

或者手机寿命等原因,产生了很多的弃用手机,废弃手机造成资源的浪费,污染环境<sup>[1-2]</sup>。而对手机检测和回收的机构企业较少,而且手机检测和回收的手段和技术相对落后,人工检测程度较低,客观性较差,难以提高检测回收速率,不能适应现代的自动化流水线<sup>[3]</sup>。

图像识别饮料瓶智能回收系统以搭载 Linux 系统的树莓派 3B+ 作为主控制器,以 32 位 ARM Cortex-M3 内核单片机为辅助控制器,构成具有上下位机交互的完整系统。上位机树莓派 3B+ 主要为系统提供图像识别技术功能支持,对放入系统中的物体进行图像识别,判断其是否为瓶子。下位机通过分析上位机所识别的结果以及识别的数量进行金额换算,进而将金额数据传输到云数据库中。用户在手机 APP 端就可以刷新查看到当前自己用户账号的账户金额的变化。

## 1 机器视觉的回收系统研究

对于可回收再利用资源,应加强对其的回收利用。回收系统可以降低人工分拣过程的劳动程度,提高整体工作效率,从而降低生产成本。用机器视觉对流水线上的手机实现不同类型的识别分类,用以实现将海量非智能手机和智能手机的分类处理回收,以提取贵重金属和稀有金属<sup>[4-5]</sup>,充分利用资源。一般的机器视觉回收系统会采集回收物图像,经过图像处理可以得到其形状和尺寸的数据,最后按比例算出图中物体的长度信息并和标准范围作比对。机器视觉的手机识别与回收系统流程设计如图 1 所示。

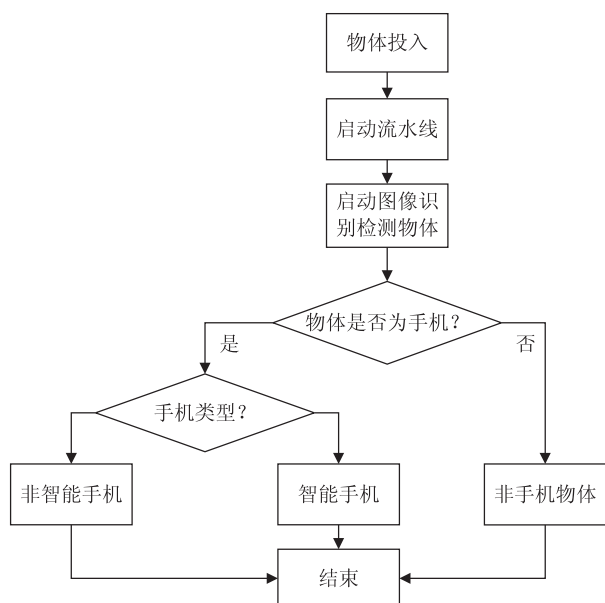


图 1 机器视觉的手机识别与回收系统流程

### 1.1 搭建机器视觉的手机识别与回收系统平台

机器识别分拣<sup>[6]</sup>,摄像头的摆放、光照、角度,都会影响检测的准确率<sup>[7-13]</sup>。基于机器视觉的手机识别与回收系统,以搭载 Linux 系统的树莓派 3B+ 作为主控

制器,以 32 位 ARM Cortex-M3 内核单片机为辅助控制器,构成具有上下位机交互的完整系统。上位机树莓派 3B+ 主要为系统提供图像识别技术<sup>[14]</sup>,用两个摄像头,分别配以辅助补充光源,对放入系统中的物体进行正反面的识别,以相似度分类识别手机<sup>[15-17]</sup>,如图 2 所示。

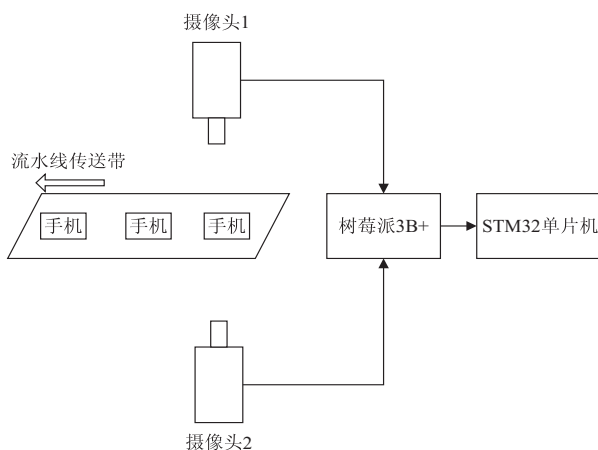


图 2 基于机器视觉的手机识别与回收系统位置

### 1.2 树莓派和控制模块

树莓派 3B+ 是基于 ARM 的微型电脑主板,外形比较小,却具有电脑的所有基本功能。基于云技术的数据传输与存储功能的设计,以树莓派 3B+ 控制摄像头通 TensorFlow 来检测图像中的物体是否为手机。随后将所识别到的图像数据传输至 OneNET 云服务器上,判断该物体是否为非智能手机/智能手机,同时 OneNET 云服务器记录相关数据。流程如图 3 所示。

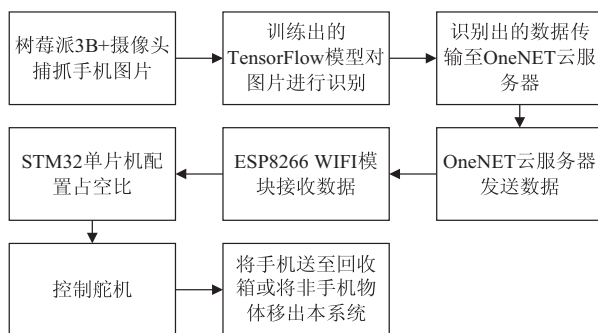


图 3 图像识别模块和控制模块流程图

## 2 识别方法的设计

### 2.1 图像预处理

图像预处理将收集的图像数据灰度化,依据灰度图像直方图,采用自动增强对比度算法进行图像增强。然后,通过阈值分割提取目标二值图像,并通过均值滤波进行平滑去噪,对滤波后的目标图像求最小外接矩形,可以得到其形状和尺寸的数据特征和轮廓特征。

### 2.2 卷积神经网络算法

卷积神经网络算法是模仿脑神经元连接实现感性

思维。神经网络是一种模仿动物神经网络行为特征,进行分布式并行信息处理的算法数学模型。卷积神经网络是借助卷积核对输入特征进行特征提取(卷积、批标准化、激活、池化、舍弃),再把提取到的特征送入全连接神经网络进行识别预测。

本研究采集大量手机图片(输入特征,标签)数据对构成数据集→再把数据集投入到搭建好的神经网络结构→神经网络通过反向传播,从后向前逐层求损失函数对每层神经元参数的偏导数,而迭代优化参数得到模型→模型读取新输入的特征→输出识别结果,见图4和图5。

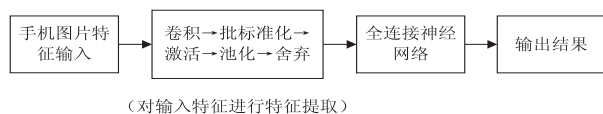


图4 手机图片识别的神经网络搭建

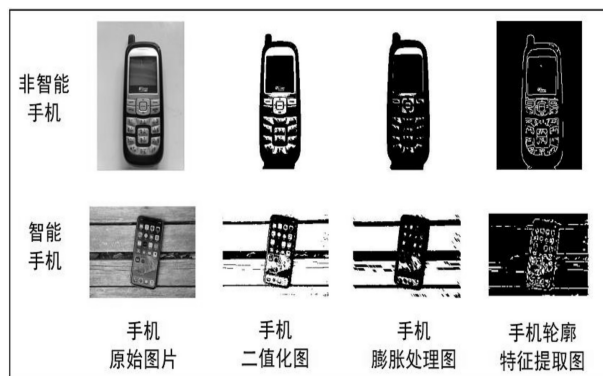


图5 非智能手机/智能手机轮廓特征提取图

通过神经元计算模型(MP模型)的全连接网络,可得输出结果 $y = \text{输入特征} x * \text{权重} w + \text{偏置项} b$ ,见图6。

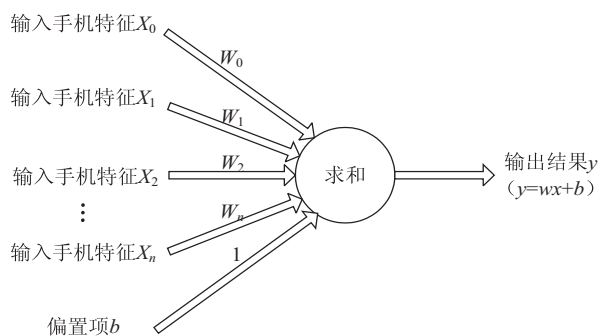


图6 简化的MP模型

运用梯度下降法,沿损失函数梯度下降的方向寻找损失函数最小值,得出最优参数权重 $w$ 和偏置项 $b$ 。梯度下降法更新参数计算公式见式(1)和式(2),其中 $\text{lr}$ 为学习率,是一个超参数,是损失函数梯度下降的速度。学习率不能设置的过大或过小,当学习率设置的过小时,参数更新速度会变慢;当学习率设置的过大时,参数更新会跳过最小值。一般先设置较大的学习率,快速得到一个较优解,然后逐步减小学习率,使得

模型在训练的后期趋向于稳定。

$$w_i + 1 = w_i - \text{lr} * \frac{\partial \text{loss}}{\partial w_i} \quad (1)$$

$$b_i + 1 = b_i - \text{lr} * \frac{\partial \text{loss}}{\partial b_i} \quad (2)$$

当损失函数最小时,则参数权重 $w$ 和偏置项 $b$ 会出现最优值,使得前向传播的预测值和实际的标准值无限接近,从而得到一个误差率最小的手机识别训练模型,提高手机识别的准确率。

### 2.3 关于 Tensorflow 机器学习

Tensorflow 训练法是比较有效的识别方法。Tensorflow 是一种深度学习的框架,支持 MacOS、Ubuntu、Window 等多系统运作,支持 GPU、CPU 运算。Tensorflow 是一个人工智能学习系统,是用来实现神经网络的内置框架学习软件库,该系统被广泛用于图片识别等多个领域。

## 3 识别流程和结果

本研究需要收集大量的手机照片作为输入数据。选取1000张不同的手机图片,分别是非智能手机500张和智能手机500张,并且把这1000张图片以10:1的比例分为训练、测试的图片集。同时在选择手机的图片时,必须要保证所选取的图片有一定的清晰度并具有多样性。

使用labelImg软件对选取的手机图片进行标记。当对一张照片完成标注时,所标注的图片会生成一个XML文件,图片和XML文件都是1:1相对应的。XML文件是一种用于标记电子文件使其具有结构的标记语言,XML记录了标注文件的信息,如长度、宽度和像素等信息,XML文件对于要标注的识别物体的信息有非常重要的作用。

识别手机的类型如图7所示。



图7 识别手机的类型(非智能手机/智能手机)

如表1所示,经过对手机实物进行实际识别操作,手机识别准确率为90%以上,与预测值的准确率较为接近。总体上识别准确率较高,满足设计基本需求。个别手机识别不出来的原因为:手机图片输入进卷积神经网络的特征数量仍然不够,可以适量增加训练的样本,以提高模板库的特征;但为了满足单片机的实际

应用要求,也要控制训练样本的数量。

表 1 非智能手机与智能手机的识别准确率

手机类型	检测目标 数/个	检测目标 成功数/个	准确率/%
非智能手机	200	184	92
智能手机	200	180	90

最后,用 STM32 单片机的 PWM 信号是通过配置占空比来配置脉宽的输出配置,使能定时器和相关 IO 口时钟,初始化 IO 口为复用功能输出,初始化定时器 ARR、PSR 等,初始化输出比较参数,使能定时器 TIM,通过不断改变比较值 CCRx,控制占空比效果,从而控制舵机将识别出的手机送至回收箱。

#### 4 结束语

以手机分类识别为例,具体展示了智能图像处理方法的实用性和方便性。分类识别中,用 Tensorflow 算法对手机的特征信息和标准模板库作范围比对,实现了手机图像识别,并以 Linux 系统的树莓派 3B+ 作为主控制器,以 32 位 ARM Cortex-M3 内核单片机为辅助控制器,完成手机识别与回收。测试证明,该系统稳定且手机识别准确率较高,识别稳定快速。该系统成本低廉,可节省分类的人力,且可流水作业,便于贵重金属和稀有金属的智能化回收利用,减少环境资源浪费。随着智能图像处理的广泛应用,必将极大提高生活品质。

#### 参考文献:

- [1] 王成军,严晨. 机器视觉技术在分拣系统中的应用研究综述[J]. 制造技术与机床,2020(5):32-37.
- [2] 李文龙,成巍,马庆增,等. 基于图像处理技术的轮毂智能检测系统[J]. 激光杂志,2020,41(7):58-62.
- [3] 王君,何新宇,蒲磊,等. 浅析 5G 的现状发展和前景趋势[J]. 科学技术创新,2020,27(19):73-74.
- [4] QIU Jinli, ZHENG Wenting, YUAN Ranran. A novel 3D nanofibrous aerogel-based MoS<sub>2</sub>@Co<sub>3</sub>S<sub>4</sub> heterojunction photocatalyst for water remediation and hydrogen evolution under simulated solar irradiation[J]. Applied Catalysis B: Environmental,2020,264:118514.
- [5] GANZOURY M A, CHIDIAC C, KURTZ J, et al. CNT-sorbents for heavy metals; electrochemical regeneration and closed-loop recycling[J]. Journal of Hazardous Materials, 2020,393:122432.
- [6] 徐赤,王志平,凌永祥,等. 基于智能视觉系统的饮料瓶缺陷检测技术[J]. 自动化与仪器仪表,2011(5):163-167.
- [7] MAKOVSKAYA O Y, SHEVCHUK A P, ANIKIN Y V. Perspective method for regeneration of spent solutions from printed circuit boards etching[J]. Materials Science Forum, 2020,989:548-553.
- [8] MOOSAKAZEMI F, GHASSA S, SOLTANI F, et al. Regeneration of Sn-Pb solder from waste printed circuit boards: a hydrometallurgical approach to treating waste with waste[J]. Journal of Hazardous Materials,2020,385:121589.
- [9] YU Junwei, CHI Chong, ZHU Bo, et al. High adsorptivity and recycling performance activated carbon fibers for Cu(II) adsorption[J]. Science of the Total Environment,2020,700:134412.
- [10] 孙思远,陈莉,廖鸿森. 基于二维直方图图像智能分割的体绘制传递函数设计[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2014,26(10):1583-1592.
- [11] LIANG Qian, YUE Haifeng, WANG Shaofeng, et al. Recycling and crystal regeneration of commercial used LiFePO<sub>4</sub> cathode materials[J]. Electrochimica Acta, 2020, 330:135323.
- [12] 李玉霞,陈文郁. 互联网+背景下再生资源回收利用生态体系构建研究[J]. 西部财会,2020(1):74-77.
- [13] GHOSAL K, BHATTACHARJEE U, SARKAR K. Facile green synthesis of bioresorbable polyester from soybean oil and recycled plastic waste for osteochondral tissue regeneration[J]. European Polymer Journal,2020,122:109338.
- [14] 王君. 井下救援机器人手势检测与识别应用研究[M]. 德国:金琅学术出版社,2019.
- [15] 王君,黄宁,陈楷升,等. 基于 KCCA 的煤矿人员特征融合识别[J]. 计算机技术与发展,2021,31(2):101-105.
- [16] 李明超,刘承照,张野,等. 耦合颜色和纹理特征的矿物图像数据深度学习模型与智能识别方法[J]. 大地构造与成矿学,2020,44(2):203-211.
- [17] HE Pengwei, FENG Haibo, HU Guangji, et al. Life cycle cost analysis for recycling high-tech minerals from waste mobile phones in China[J]. Journal of Cleaner Production,2020,25(10):109-116.