

基于 STM32 机器视觉的智能垃圾桶设计

电子电气与物理学院 电子信息 1902 班：何冬彧 指导教师：甘振华

摘要：近年来随着我国社会的快速发展以及人们生活水平的提高，人均拥有的资源不断增加，促使我国的垃圾生产量剧增。目前在国内商场存在垃圾分类监管约束力较差的情况，导致商场内垃圾分类不到位、大量可回收资源浪费。针对目前商场中所使用的传统标签垃圾桶已无法对游客们投放垃圾的行为产生一定约束力，并且商场管理者无法实时了解各个垃圾桶是否已满需要清理。本文讲述一种基于 STM32+OpenMV 的人工智能识别并自动垃圾分类的智能垃圾桶的设计，该垃圾桶不仅能够自动对所投放的垃圾进行分类，对商场内游客投放垃圾的行为产生一定约束力，而且能够在 OneNET 云平台实时显示各个垃圾桶状态是否已满，方便商场经营者及时清理已满垃圾桶内的垃圾。

关键字：智能垃圾桶；人工智能；OpenMV；OneNET 云平台

Intelligent trash can design based on STM32 machine vision

Abstract: In recent years, with the rapid development of China's society and the improvement of people's living standards, the per capita resources have been increasing, which has led to a sharp increase in China's garbage production. At present, there is a situation that the supervision and binding force of garbage classification in domestic shopping malls are poor, resulting in insufficient garbage classification in shopping malls and waste of a large number of recyclable resources. The traditional label trash cans currently used in shopping malls can no longer bind visitors to put garbage in, and mall managers cannot know in real time whether each trash can is full and needs to be cleaned. This paper describes the design of a smart garbage can based on STM32+OpenMV artificial intelligence recognition and automatic garbage classification, which can not only automatically classify the garbage put in, thereby binding the garbage put by tourists in the mall, but also display whether the status of each garbage can is full in real time on the OneNET cloud platform, which is convenient for the mall operator to clean up the garbage in the full garbage can in time.

Keywords: intelligent trash can, artificial intelligence, OpenMV, OneNET cloud platform

1、 研究目的及意义

近年来随着社会的快速发展，我国人均拥有的资源不断增多，促使我国垃圾生产量不断增加。面对垃圾不断增多的情况，实行垃圾分类能够保护环境，目前国内大部分的居民小区已实施垃圾分类专人监管等措施，但是在商场这类场景却出现了垃圾分类监管不到位的现象。当前国内商场中所使用的垃圾桶绝大部分为

传统的标签垃圾桶，即只是在垃圾桶外部贴上可回收垃圾和其他垃圾的指示标签，并未对游客投放垃圾时是否进行正确的垃圾分类产生一定的约束力。大部分游客进行垃圾分类时是根据自身的经验、知识而不仅仅是绝对事实对实物进行分类和判断，从而出现错误的垃圾投放行为，导致可回收资源的浪费。同时商场需要通过人工巡逻的方式查看各个垃圾桶是否已满需要清理，这种方式耗时耗力。

鉴于以上现象，本文讲述了一种基于 STM32+OpenMV 的人工智能识别并自动垃圾分类的智能垃圾桶的设计。该智能垃圾桶通过摄像头结合人工智能算法训练出来的模型判断当前投放垃圾为可回收垃圾还是其他垃圾并驱动机械结构对其进行自动分类，同时通过 WIFI 模块结合 OneNET 云平台实现各个垃圾桶状态的远程显示，方便使用者管理垃圾桶。

2、 智能垃圾桶设计要求

鉴于商场垃圾分类的需求，该智能垃圾桶需要满足以下设计要求：

- (1) 识别垃圾种类为可回收垃圾或其他垃圾，并自动进行分类；
- (2) 垃圾桶状态上传至 OneNET 云平台，便于远程查看。

3、 智能垃圾桶设计介绍

鉴于商场的使用环境中只需对垃圾进行可回收垃圾分类和其他垃圾分类，因此将智能垃圾桶内部一分为二，一边为可回收垃圾分类，一边为其他垃圾分类。游客只需将垃圾放置在垃圾桶盖上，位于垃圾桶盖正上方的摄像头就会采集当前垃圾图像，经过人工智能算法模型比对得出当前垃圾种类并通过串口通信发送至最小系统，最小系统根据摄像头的识别结果通过控制 GPIO 口高低电平和 PWM 波输出来控制步进电机驱动器，从而驱动步进电机带动垃圾桶向对应分类方向转动，旋转 54° 后停止一秒钟让盖子上的垃圾借助地心引力自动滑落，接着再次转动垃圾桶盖至水平位置等待下一次垃圾投放，在垃圾桶盖水平位置处放置红外对射模块来实现垃圾桶盖水平位置校准。各个不同分类的垃圾桶内壁上装有红外反射模块，当垃圾桶已满时垃圾会遮住红外反射模块，最小系统根据读取红外反射模块输出引脚的高低电平来判断对应分类的垃圾桶是否已满，并通过 WIFI 模块将各个垃圾桶状态上传至 OneNET 云平台并显示出来。以上垃圾桶各个情况在本地端均能通过 OLED 屏显示出来。

4、 人工智能算法介绍

基于本设计中人工智能算法目的是识别垃圾种类，因此采用一种基于迁移学习思想的机器学习模型来实现目标分类。首先由于神经网络模型存在复杂度高、训练时间长等问题，因此采用 MobileNETV2 模型作为其特征提取器，该模型是一种高效、轻量级的神经网络模型，可以在保持较高准确度的同时大大减小神经

网络的计算量和参数量，使得神经网络模型在嵌入式设备上运行更加高效。

其次在 MobileNETV2 的基础上添加一些自定义层构成一个序列模型来训练，包括转换形状层、全连接层、Dropout 层、Flatten 层等。在训练过程中利用 Tensorflow2 的图像增强 API 实现数据增强便于提高训练数据集的多样性和鲁棒性，以及采用交叉熵损失函数、Adam 优化器。

最后通过加载之前训练中性能最好的模型对其进行微调，有助于模型在数据集较少的情况下也能拥有较为准确的识别精度。

5、 总结

这种针对商场垃圾分类应用场景的智能垃圾桶设计，不仅考虑到高性价比的元器件，而且还考虑到功能和使用方式的智能化。在样品测试中分别投放十次可回收垃圾和其他垃圾均实现正确分类，通过便利贴遮挡各个垃圾桶状态检测模块 OneNET 云平台均能正确显示，该智能垃圾桶设计已达到实际应用要求。在下一阶段的研究中可尝试增加垃圾识别种类以便于将该智能垃圾桶应用于更多场合。

主要参考文献

- [1] 陈牧图, 谭睿, 石垒垒, 等. 基于深度学习的智能垃圾分类系统设计[J]. 电子测试, 2022, 36(17):12-18.
- [2] 谭文柱. 城市生活垃圾困境与制度创新——以台北市生活垃圾分类收集管理为例[J]. 城市发展研究, 2011, 18(07):95-101.
- [3] 徐必利, 储健, 林曦, 等. 基于视觉神经的垃圾分类系统[J]. 科技与创新, 2022, 04: 145-147.
- [4] 王镒杰, 赵华, 李欣仪, 等. 我国垃圾分类现状分析与解决方法[J]. 机械制造, 2018, 56(12):138-139.
- [5] 常燕青, 蔡静晶, 常中龙, 等. 谈国内外典型城市垃圾分类现状[J]. 山西建筑, 2021, 47(13):1-3.
- [6] H. Abdu and M. H. Mohd Noor. A Survey on Waste Detection and Classification Using Deep Learning[J]. IEEE Access, 2022, 10: 128151-128165.
- [7] A. Masand, S. Chauhan, M. Jangid and R. Kumar et al. ScrapNet: An Efficient Approach to Trash Classification[J]. IEEE Access, 2021, 9:130947-130958.
- [8] 陈之射, 尹芳晔. 机器视觉和人工智能的现代化发展分析[J]. 中国新通信, 2023, 25(02):36-38.
- [9] 高娟娟, 渠中豪, 宋亚青. 机器视觉技术研究和应用现状及发展趋势[J]. 中国传媒科技, 2020, 328(07):21-22.
- [10] 张宇成, 王潮涌. 基于 STM32 和 OpenMV 的图形识别与测量系统[J]. 电子测

试, 2021(15):43-46.

- [11] 贺昱曜, 李宝奇. 一种组合型的深度学习模型学习率策略[J]. 自动化学报, 2016, 42(06):953-958.
- [12] A.H. Vo, L. Hoang Son, M. T. Vo and T. Le. A Novel Framework for Trash Classification Using Deep Transfer Learning[J]. IEEE Access, 2019, 7:178631-178639.
- [13] 张俊豪, 罗国富, 杨幸博, 等. 基于深度学习和机器视觉的多源数据感知技术研究[J]. 河南理工大学学报(自然科学版), 2021, 40(04):107-113.
- [14] 余骁, 刘硕. 基于深度学习与单片机的智能垃圾分类系统设计[J]. 物联网技术, 2021, 11(12):107-109.
- [15] 龙巧玲, 牛德雄, 林利云. 基于OneNET云平台与物联网MQTT协议的智慧节能控制系统[J]. 计算机测量与控制, 2021, 29(07):127-130+135.
- [16] 杨观赐, 杨静, 李少波等. 基于Dopout与ADAM优化器的改进CNN算法[J]. 华中科技大学学报(自然科学版), 2018, 46(07):122-127.
- [17] 任进军, 王宁. 人工神经网络中损失函数的研究[J]. 甘肃高师学报, 2018, 23(02):61-63.
- [18] 杨莉, 万旺根. 基于预训练-微调策略的COVID-19预测模型[J]. 计算机工程, 2022, 48(03):17-22.