

智能垃圾分类系统的设计研究

楚豪杰, 岑志波, 马鑫磊, 王彦皓, 旺扎拉

(鄂尔多斯应用技术学院, 内蒙古 鄂尔多斯 017000)

摘要 项目研究人员基于卷积神经网络技术设计了一款智能垃圾分类系统。其基于 Open MV 框架下检测待识别物体, 采用卷积神经网络算法训练出来的模型精准度非常高, 在垃圾的分类识别中有非常好的优越性。系统主要由树莓派 4B 微型计算机为控制主板、摄像头为主要识别模块、舵机为运动执行机构、近红外传感器模块、电源模块等结构组成。系统为基于物联网、人工智能、计算机视觉等新兴技术, 利用 Open MV 的图像处理能力构建的垃圾分类模型, 可以实现垃圾的识别与智能分类功能, 然后自动倒入相应的垃圾桶内。利用近红外传感器模块检测桶内容量, 如果垃圾储存达到满载阈值的话, 就会进行满载报警, 并且在管理员屏幕上显示其满载信息。

关键词 垃圾分类; 智能识别; Open MV

中图分类号: TP27

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)09-0001-03

我国环保事业不断发展, 垃圾分类回收的工作如火如荼地开展。有些地区出台相关政策, 以鼓励居民进行垃圾分类, 甚至还形成了一些帮助居民垃圾分类的行业。垃圾只是放错位置的资源, 坚持垃圾分类能够充分利用资源, 并且还能减少环境污染, 利国利民。因此, 垃圾分类势在必行。综上所述, 本项目想通过制造智能垃圾分类机器人, 使垃圾分拣工作人员能从繁重的重复分拣工作中解放出来。

1 主要研究内容

研究内容及目标: 基于卷积神经网络的物体识别与分类。针对人们对垃圾没有办法正确判断种类并且分类投放, 因此设计了一个智能垃圾分类系统。其基于 Open MV 框架下检测待识别物体, 采用卷积神经网络算法训练出来的模型精准度非常高^[1], 在垃圾的分类识别中有非常好的优越性。系统为基于物联网、人工智能、计算机视觉等新兴技术, 利用 Open MV 的图像处理能力构建的垃圾分类模型, 可以达到垃圾的识别与智能分类功能。

本系统是专门针对普通居民在垃圾分类方面遇到的难题而设计的智能垃圾分类系统。针对当前垃圾分类存在的问题, 如分类效率低、人工成本高等问题, 提出了一种智能垃圾分类系统。装置主体上层为控制部分电路盒, 中层为垃圾分类机械结构, 下层为 4 个独立的垃圾桶。垃圾桶整体结构建模如图 1 所示。

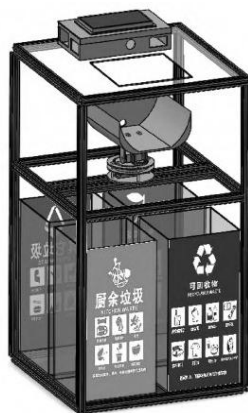


图 1 垃圾桶整体结构建模

2 系统的硬件设计

2.1 硬件识别流程设计

当垃圾投放进去之后, 系统就会进行检测, 对垃圾种类进行识别, 并且在屏幕上显示。该系统能按照“可回收垃圾”“厨余垃圾”“有害垃圾”“其他垃圾”四种垃圾类型进行分类。检测结束之后自动放入对应的桶内, 然后结束运行。当四个桶内垃圾达到预设容量之后, 会触发警报装置, 提醒管理员对装满的垃圾桶进行处理, 并且在显示屏上直接显示, 使用户能够方便、快捷地查阅信息。

2.2 硬件电路的连接

系统主要由树莓派 4B 微型计算机为控制主板、摄

★基金项目: 2021 年度大学生创新创业训练计划项目“绿色行动——基于卷积神经网络智能垃圾分类系统”(项目编号: 202114532010)。

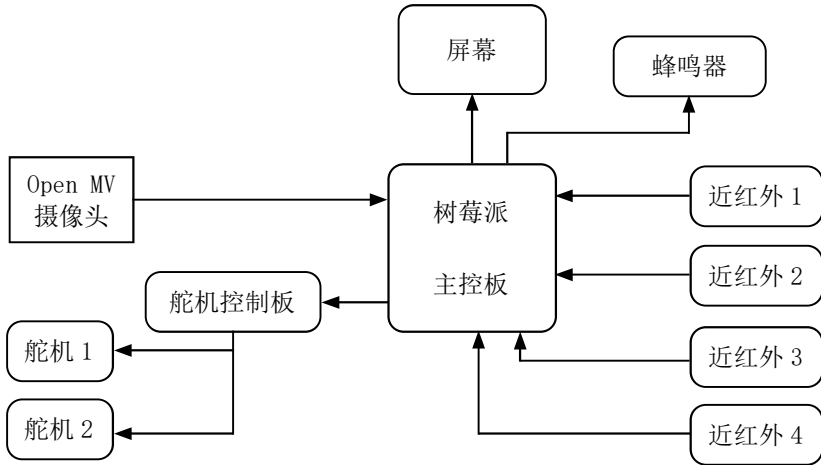


图2 硬件电路连接

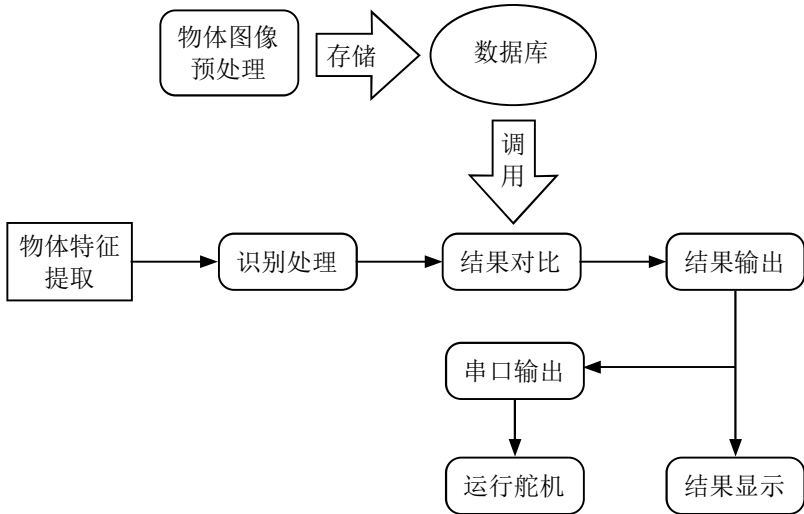


图3 物体检索系统程序流程

摄像头为主要识别模块、舵机为运动执行机构、近红外传感器模块、电源模块等结构组成。

系统为基于物联网技术、人工智能技术，利用 Open MV 的图像处理能力构建的垃圾分类模型，可以实现垃圾的识别与智能分类功能^[2]。利用近红外传感器模块检测桶内容量，如果垃圾储存达满载阈值的话，就会进行满载报警，并且在管理员屏幕上显示其满载信息。硬件电路的连接如图 2 所示。

3 系统的软件设计

基于内容的大类物体检索主要分为两大部分：特征提取和相似度匹配。在整个检索过程中，首先对所有的数据库图像进行预处理，并利用特征提取技术，从图像中抽取重要信息，并将这些信息储存于特征数据库中。在进行搜索查询时，需要对查询图像执行同

样的预处理和特征提取操作，然后计算提取出的对象特征与数据库中的特征之间的相似度。最后，得出最相似的图像作为检索结果。基于内容的大类物体检索的系统程序流程如图 3 所示。

4 系统调试

4.1 程序功能测试

为直观地表示系统分类识别的效果，我们以塑料瓶、易拉罐、烟头这三个生活中常见的垃圾进行系统分类功能的演示。当摄像头对投入的垃圾进行调整提取后，运行在树莓派嵌入式平台的识别分类程序会与数据库中的所以物品特征进行比较，分析出该物品与数据库中每种已知物品的相似度概率，并输出相似度最高的结果^[3]。通过测试得到系统对塑料瓶、易拉罐、烟头的识别相似度概率分别为 0.874510、0.996078、

表 1 识别准确率测试结果

垃圾种类	投放次数	正确次数	准确率
可回收垃圾	100	86	86%
厨余垃圾	100	94	94%
有害垃圾	100	91	91%
其他垃圾	100	84	84%
混合投放	200	163	81.5%

0.988235, 说明该系统对垃圾分类的成功率较高, 符合功能预期。

4.2 识别准确率测试

为提高垃圾识别的精度, 本设计进行了大量的样本采集^[4]。通过大量样本的测试, 可以看到该系统对各类垃圾都具有较高的识别准确率, 说明该系统具有较高的实用性。

垃圾识别错误原因分析: 物体识别受光线明暗、摆放角度等因素影响较大。后续需要努力降低这些影响, 提升识别准确率。

5 研究结果

传统的卷积神经网络在一般的粗粒度图像分类任务中被广泛使用, 其主要功能是自动提取大量训练样本中的特征, 从中获取出色的分类效果。细粒度图像分类主要用于识别蔬菜、水果品种, 区分饮料罐的品牌款式以及识别电池型号等。由于类别之间存在微小差异, 相对于普通的粗粒度图像分类任务, 这项任务更具挑战性。因为训练网络所提取的特征是粗粒度的, 它们无法有效地关注细粒度大类别图像的局部细节信息, 这会对最终的分类识别结果产生影响^[5]。因此, 需要采用一种不同的结构来解决这个问题。本文采用两个步骤来识别细粒度物体。首先, 将具有细粒度划分的物体(如废纸、金属、玻璃等)视为一个大类别, 实施普通的粗略分类来识别大类别物体^[6]。其次, 为了提高对细粒度物体的识别准确性, 我们采用注意力模块, 该模块可以根据特征通道的不同赋予不同的权重。为了实现粗粒度和细粒度的分级识别, 在粗粒度特征提取网络中, 我们对每个细粒度的大类别分别进行了处理。我们采用了一种不同的结构, 聚焦于对大类别分类具有关键影响的特征图谱, 将来自不同层次的特征图谱整合在一起, 以增强对精细物体特征的深入提取。这样的方法使我们能够更加精确地捕捉和理解细粒度物体的特征, 从而提高了智能分类机器人实际应用场景下大类别物体的识别效果。

6 结论

存在的问题: 垃圾分类准确率受光线明暗、摆放角度等因素影响较大, 需要降低这些影响, 提升识别准确率。

通过对本课题的研究, 学习到了许多新的知识, 也提升了理论与实践相结合的能力, 虽然遇到了许多困难, 但是项目团队认为垃圾只是放错位置的资源, 应当利用所学知识为垃圾分类的事业贡献一份力量。通过帮助人们在源头上对废弃物进行精细化分类投放, 然后将这些分类好的垃圾进行回收利用, 使其重新转化为可再生资源。

随着国家逐步在试点城市推广垃圾分类, 以及政策的不断引导和成熟产品的出现都可以看出垃圾分类市场的巨大潜力。所以我们顺应时代研发本设计, 提供智能高效的解决方案, 通过改造普通垃圾桶, 以较低的成本, 可以将其转变为智能分类垃圾桶, 从而解决当前社会所面临的垃圾分类难题。因此, 我们有理由相信本设计具有广泛的应用前景, 定能在普及垃圾分类的过程中大放异彩。

参考文献:

- [1] 段昆昕, 江秋仪, 陈锋楠, 等. 基于树莓派下智能分类垃圾桶设计 [J]. 中国新技术新产品, 2022, 455(01): 37-39.
- [2] 王鹏, 邱佳汇, 韦楚钜, 等. 基于卷积神经网络的光伏供电智能垃圾分类系统设计 [J]. 电子世界, 2021(10): 172-173.
- [3] 赵国莲. 城市生活垃圾分类收集处理的现状及对策 [J]. 环境与发展, 2020, 32(10): 32-33, 35.
- [4] 刘晏铭, 丛子健, 王通等. 基于卷积神经网络智能分类垃圾桶设计 [J]. 智能城市, 2022, 08(06): 66-68.
- [5] 任锦标. 基于数据仓库及决策树算法的电网事故事件信息智能检索方法研究 [J]. 集成电路应用, 2019, 36(12): 86-87.
- [6] 杨旭东, 郭兆阳, 乐祺中, 等. 激光照射不同固体废弃物表面的温度特征数值分析 [J]. 环境卫生工程, 2021, 29(01): 20-25.