

# 绿色行动——基于卷积神经网络的智能垃圾分类系统

楚豪杰 岑志波 马鑫磊 王彦皓

(鄂尔多斯应用技术学院 017000)

**摘要:** 针对国人对垃圾类别无法正确判断并投放, 设计了基于卷积神经网络的智能垃圾分类系统。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, 在垃圾分类识别问题中有良好的优越性。文中提出一种智能垃圾分类系统的设计。系统由树莓派控制主板、摄像头模块、近红外传感器模块、舵机模块、电源模块以及框架结构组成。系统基于物联网技术、人工智能技术, 利用 Open MV 的图像处理能力建立垃圾分类模型, 实现垃圾的识别与分类。利用近红外传感器模块检测容量, 如垃圾储存达到设定的满载界限, 则进行满载报警, 并在管理员屏幕上显示满载信息。

**关键词:** 垃圾分类; 智能识别; Open MV

Green Action -- Intelligent waste sorting system based on convolutional Neural Network

Chu Haojie Cen Zhibo Ma Xinlei Wang Yanhao

(Ordos Institute of Applied Technology 017000)

**Abstract:** In view of Chinese people's inability to correctly judge and place garbage categories, an intelligent garbage classification system based on convolutional neural network was designed. Based on the detection of objects to be recognized under the Open MV framework, the model trained by convolutional neural network algorithm has a very high accuracy, and has good advantages in garbage classification and recognition. This paper presents a design of intelligent garbage sorting system. The system is composed of Raspberry PI control board, camera module, near infrared sensor module, steering gear module, power module and frame structure. Based on the Internet of Things technology and artificial intelligence technology, the system uses the image processing capability of Open MV to establish a garbage classification model and realize the recognition and classification of garbage. The near infrared sensor module is used to detect the capacity. If the garbage storage reaches the set full load limit, the full load alarm will be carried out, and the full load information will be displayed on the administrator screen.

**Key words:** garbage classification; Intelligent recognition; Open MV

## 引言

2019年6月3日, 中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平对垃圾分类工作做出重要指示。指出实行垃圾分类, 关系广大人民群众生活环境, 关系节约使用资源, 也是社会文明水平的一个重要体现。通过观察校园大学生和城市市民对垃圾分类的状况意识不高和对垃圾分类实施的困难。校园和城市生活中的垃圾基本上都是混合放到垃圾系桶内, 多数城市居民的垃圾分类意愿不强, 垃圾分类意识薄弱, 分类实践操作方面执行不力。综上所述, 本项目想通过创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 整体设计

本系统是定位于居民用户垃圾分类难题而设计的智能垃圾分类系统, 为解决当前垃圾分类中的人工成本高与分类效率低的问题, 提出了基于卷积神经网络的智能垃圾分类系统。该系统通过将卷积神经网络移植到嵌入式设备树莓派中, 实现具有准确识别垃圾种类功能的核心嵌入式主控, 并结合一定机械分类结构, 实现自动识别与分类垃圾的功能。通过移入该系统, 便可以较低成本地将普通垃圾桶改造为智能分类垃圾桶, 为当下垃圾分类的社会难点提供智能高效的解决方案。本系统采用树莓派 4B 为主控系统, 配以 open MV 摄像头模块作为识别系统以及两个舵机组成垃圾分类系统的执行机构, 使用 python 语言进行编程。由于本系统软件、硬件部分均自主设计组装, 因此本系统具有良好的兼容性和可移植性。

### 2 硬件设计

#### 2.1 Raspberry Pi (树莓派) 控制主板

树莓派主控板是一款基于 ARM 的微型电脑主板, 其以 SD 卡作为内存硬盘, 是一个具有丰富功能且较为便宜的硬件平台。Raspberry Pi 控制主板搭载的是 ARM 架构的采用 28nm 工艺的 CPU。ARM 的指令系统较简单, 这使得其在一些专业用途的设备上能够发挥出较高的执行效率。其 CPU 与内存是以层叠方式设计, CPU 采用 BCM2711 芯片, 集成了能够满足计算机运行所需的中央处理器、图形处理芯片及音频芯片等大部分硬件, 使得该主控板具有较强的性能。并且在保持较强性能的同时该开发板还具有低功耗高性能和较小的体积, 基于以上优点, 采用树莓派控制主板作为智能垃圾分类系统的主控系统是较好的选择。

#### 2.2 open MV M7 智能摄像头

Open MV 是一个开源, 低成本, 功能强大的机器视觉模块。以 STM32F427CPU 为核心集成了 OV7725 摄像头芯片, 最大支持 640\*480 的像素, 焦距为 2.8mm, 在小巧的硬件模块上用 C 语言高效地实现了核心机器视觉算法, 提供 Python 编程接口。用户可用该摄像头实现颜色追踪、标记追踪、人脸检测、物体识别等功能。在本系统中, 我们使用 open MV 摄像头实现对投入智能分类垃圾桶的各种垃圾进行识别分类。

#### 2.3 PCA9685 舵机驱动板

PCA9685 是一款基于 IIC 总线通信的 12 位精度 16 通道 PWM 波输出同时内置了 PWM 驱动器和时钟的芯片, 该舵机驱动板采用 32 位进口高性能处理器, 具有强大的数据处理能力能高强度的控制设备运转, 并且具有尺寸小巧的优点非常适合对元器件尺寸有要求的应用场景。

2.4 舵机控制电路设计

舵机信号为 MG996R，是一种使用脉宽调制信号（PWM）进行控制的驱动器，其内部的比较器将外加信号与基准电路产生的基准信号进行比较，判断出转动的方向和大小，以此驱动无核心马达转动，并由位置检测器回送信号以判断是否已经转动到位。舵机通常使用的控制信号周期为 20ms，宽度为 0.5ms~2.5ms，舵盘的转动角度为 0~360°。由于该型号舵机采用金属齿轮并搭配较大的电机所以具有较大的扭矩，能够轻松实现对垃圾分类托盘的扭转。本系统中使用两个该型号舵机成“T”形结构，能够实现水平方向的旋转和竖直方向的俯仰运动的控制，使分类托盘上的垃圾能够落入下方“可回收垃圾”、“有害垃圾”、“厨余垃圾”、“其他垃圾”对应的垃圾桶中。

2.5 近红外传感器

本系统采用近红外传感器来检测投入的垃圾的数量以及判断垃圾桶是否装满。近红外传感器的工作原理类似于超声波传感器，本质上也是一个判断其前面是否有物体的模块。近红外传感器不断向其前方发射红外光，当有物体经过时，红外光就会被反射回去照在红外光敏电阻上产生电信号的变化，经过芯片的数模转换产生数字信号返回到主控芯片上。

2.6 电源模块

我们采用 5200 毫安时的可充电锂电池作为系统的电源，同时保留 220V 的家用电源的供电方式。这使得系统具有灵活的电力来源，能使用各种工作场景。我们使用 LM2596S 直流可调电源模块，将锂电池的 12V 电压降低为 5V，使得系统中的各模块能够在适合的电源范围内工作。

3 软件设计

3.1 物体检索的系统结构

基于内容的大类物体检索的基本流程如图 3-1 所示，其主要包括特征提取以及相似度匹配两大部分。首先对所有数据库图像，根据特征提取算法的需求，进行图像预处理，然后在预处理结果图像中提取图像特征存储在特征库中，当进行检索查询时，对查询图像进行同样操作得到物体特征，然后将之与特征库中的特征进行相似性计算，并将相似性高的图像作为结果输出。

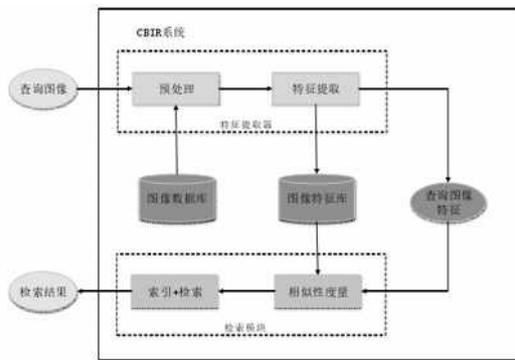


图 3-1 基于内容的物体检索基本流程图

(1) 预处理。其主要是通过形态学操作、阈值分割等方法，对图像进行降噪、背景滤除、尺寸变换等操作，其处理结果会影响到后续提取的特征的质量，进而影响到检索效果

(2) 特征提取。大类物体检索系统中核心的部分就是特征提取，它把大尺寸的物体图像表达成低维向量。高质量的特征可以使系统返回与查询图像更相似的结果，并提高检索效率。因此，研究一种表达能力比较强并且便于匹配的特征对大类物体检索系统来说十分重要。

(3) 检索模块。该模块的作用主要是完成特征之间的相似度匹

配，方法是利用相似性度量函数对查询特征及数据库中的图像特征进行相似性计算，并返回相应结果。

3.2 分类识别流程图如图 3-2 所示

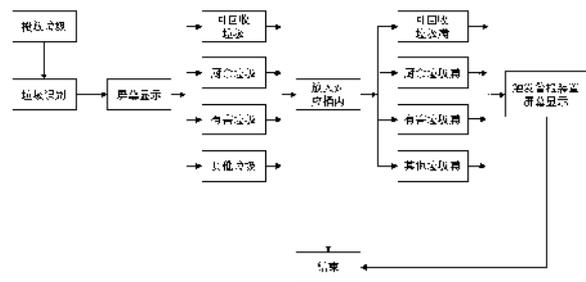


图 3-2 分类识别流程图

4 功能介绍

近些年来，随着国家对环保事业的不断发展，垃圾分类回收的工作也如火如荼地展开。部分地区以及出台相关政策鼓励居民进行垃圾分类，甚至发展出了帮助居民进行垃圾分类的行业。我们团队都认为垃圾就是放错位置的资源，所以我们用我们所学，设计了这套基于卷积神经网络的智能垃圾分类系统，通俗来说是一款能帮助用户自动分别垃圾种类的智能垃圾桶。

当用户向垃圾桶内投放垃圾时，智能摄像头就会根据数据库中各种垃圾的参数与垃圾托盘中用户投入的垃圾进行比对，判断投入的垃圾属于“可回收垃圾”、“有害垃圾”、“厨余垃圾”、“其他垃圾”四种垃圾的哪一类，并把识别出的数据返回给主控芯片，再由主控芯片控制相应的舵机进行旋转、俯仰运动使得垃圾托盘中的垃圾落入对应四种垃圾桶中。并且在四种垃圾类别的垃圾桶中都安装有近红外传感器，能够记录各种垃圾桶内垃圾投放的数量并判断是否装满，如果满载主控芯片就会控制蜂鸣器工作提醒用户垃圾桶内某一类垃圾已经装满。这款智能垃圾分类系统在用户投放垃圾的过程中就完成了对垃圾分类投放的工作，而不需要另外再花费时间进行垃圾分类投放的操作，解决了不少居民因为工作繁忙没有时间进行垃圾分类或不了解垃圾的类别不会分类、分类错误的问题。

5 结语

我们团队针对如今居民垃圾分类的难题，基于卷积神经网络和树莓派智能识别技术设计了这样一套智能垃圾分类系统，能够高效解决居民垃圾分类问题，具有效率高、能耗低、兼容性可移植性高等优点。该系统能按照“可回收垃圾”、“有害垃圾”、“厨余垃圾”、“其他垃圾”四种垃圾类型进行分类，提高居民垃圾分类效率，具有良好的环保意义和较高的经济效益。

参考文献：

[1]窄带物联网下的入侵传感系统设计[J]. 朱宗玖, 王海波, 洪炎, 裴善强.重庆工商大学学报(自然科学版). 2021(01)

[2]基于 Android 移动平台的远程控制系统设计[实现][J]. 陈鑫, 李叶龙.电脑知识与技术. 2020(29)

[3]基于机器视觉的垃圾自动分类系统设计[J]. 康庄, 杨杰, 郭濛奇.浙江大学学报(工学版). 2020(07)

作者简介：楚豪杰(2000-10)男，汉族，河南许昌人，本科，鄂尔多斯应用技术学院。

岑志波(2001-07)男，汉族，江西上饶人，本科，鄂尔多斯应用技术学院。

马鑫磊(1999-08)男，汉族，河南商丘人，本科，鄂尔多斯应用技术学院。

王彦皓(2001-10)男，汉族，内蒙古鄂尔多斯人，本科，鄂尔多斯应用技术学院。