

# 基于STM32单片机的智能语音识别分类垃圾桶的设计与实现

蔡智谋 江志晃

广东培正学院 广东广州 510830

**摘要:** 本文设计开发了一种新型智能垃圾桶,并阐述了系统模块的组成结构、设计思路以及实现技术。智能垃圾桶可以通过语音识别、超声波测距等手段实现对垃圾的智能分类、自动开盖引导投放、检测满溢程度、自动去除异味等智能化功能,提高了垃圾回收效率,避免了细菌的传播,保障了卫生安全,节省了人力成本,保护了社会环境。

**关键词:** 智能化; 语音识别; 垃圾分类; 满溢

## Design and implementation of intelligent speech recognition classification trash can based on STM32 single chip computer

Zhimo Cai, Zhihuang Jiang

Guangdong Peizheng University, Guangzhou 510830, China

**Abstract:** This paper designs and develops a new type of smart trash bin, and elaborates on the composition structure, design concept, and implementation technology of the system modules. The smart trash bin can achieve intelligent classification of garbage, automatic lid opening and guiding for disposal, detection of fullness level, and automatic odor removal through means such as voice recognition and ultrasonic ranging. These intelligent functions improve garbage recycling efficiency, prevent bacterial transmission, ensure hygiene and safety, save labor costs, and protect the social environment.

**Keywords:** intelligence; Speech recognition; Garbage sorting; Brim over

### 引言:

中国正大步迈向城镇化发展道路,城市人口日益增长,随着经济发展,人民生活水平逐步提高,城市垃圾生产总量也正快速增加。在垃圾分类的大背景下,对于垃圾的高效处理迫在眉睫。目前,对于城市垃圾的处理主要采用了露天堆放和卫生填埋的处理方式,然而土地资源紧张和资源浪费等问题限制了传统垃圾处理方式的效果。如果可以正确地对垃圾进行分类,对垃圾进行有效的回收再利用,就能在一定程度上减轻或缓解对土地资源紧张及环境污染,同时起到节约资源、减少浪费等作用。当前已有一些研究人员尝试结合系列物联网技术开发设计智能垃圾桶系统来解决垃圾的高效分类回收等问题。

通过深入了解用户需求和市场调研分析后,本文设计开发一款基于STM32单片机的智能语音识别分类垃圾桶,配合人体红外传感器、超声波测距传感器、异味传感器和臭氧发生装置等硬件,实现对垃圾进行智能识别分类,感应人体自动开盖引导投放垃圾,自动检测垃圾桶的满溢程度并去除异味等智能化功能。本系统采用模块化设计,开发成本低,实用性高,利用科技手段颠覆传统垃圾桶,以智能化、人性化服务让人们的生活更便捷、更舒适、更卫生。

### 一、智能语音识别分类垃圾桶的功能设计

智能语音识别分类垃圾桶主要功能有语音识别垃圾类型并感应人体自动开盖引导垃圾分类投放、满溢检测和异味处理、自动续航等。智能语音识别分类垃圾桶系

统是基于STM32单片机在机械运动控制中的应用并采用模块化设计,其主要系统模块为以下两部分组成。

### 1. 语音识别垃圾类型自动开盖引导垃圾分类投放

①选用主芯片时考虑到智能语音分类垃圾桶的使用环境多种多样,需要芯片更换便捷以及成本低等因素,选用功能强大,功耗低,而且性价比高的STM32F103“增强型”系列作为系统的主芯片<sup>[1]</sup>。普通的时钟频率一般为36MHZ,而STM32F103时钟频率可以提高到72MHZ,是同类单片机产品中性价比最高的,并且具有精度高、器件稳定性好和可靠性强等优点。STM32F103C8T6单片机主要由内核的微控制器ARM Cortex-M3组成,其主要作用是用于外部电路的控制以及程序的执行,采用STM32F103C8T6芯片作为为垃圾桶系统的控制核心能够极大地提高语音识别垃圾分类的性能。

②语音识别模块采用LD3320芯片,是由于LD3320芯片的市场价格低廉,同时它是一种准度高、能够高性能地识别语音的芯片。LD3320芯片是一款非特定人语音识别芯片,是基于“关键词语列表”的识别技术和ASR(Auto speech recognition)等技术提供的语音识别技术<sup>[2]</sup>。通过芯片处理语音信号之后,将信号传送给单片机,再由单片机处理之后发送信号至外部电路,能够给智能语音分类垃圾桶提供准确的语音识别。

③自动开启语音识别技术,同时采用红外接受并发送指令,在TCRT5000传感器的二极管持续的发射红外线,直到发射出去的红外线没有被反射回传感器或者被反射回来的时候信号不够明显时,光敏三极管将会处于关闭的状态,此时该模块的输出端为高电平,指示二极管将会保持熄灭状态;当人体靠近可检测范围内时,红外线被快速的反射传导回传感器且信号感应足够强,光敏三极管饱和,模块的输出端将转变为低电平,指示二极管将亮起,从而自动开启语音识别功能。

④采用五线四相步进电机驱动模块控制垃圾桶的开合盖,五线四相步进电机的价格实惠,同时性能稳定,其主控芯片控制器为STM32其主要功能为把握产生需要的速度轮廓,驱动器把握将脉冲信号放大为可以驱动步进电机的绕组电流,通过将其转动角度设置为90°,满足在垃圾桶开盖时的需求。

### 2. 满溢程度检测和异味处理

①满溢检测主要运用HC-SR04超声波测距传感器监测垃圾桶的满溢程度,通过超声波传感器检测垃圾到垃圾盖顶部的距离,从而精准计算垃圾桶的满溢程度,解

决垃圾在满溢时候的问题。

②而在垃圾桶的使用过程中,垃圾异味是普遍的现象,运用MQ-135异味传感器和臭氧发生装置去除异味,当垃圾异味产生时,异味传感器感应出味道,并开启臭氧发生装置,对异味进行处理。

## 二、智能语音识别分类垃圾桶的功能实现

1. 红外传感器检测是否有人靠近设备,在靠近时,自动开启设备功能

控制部件开关主要通过红外线辐射和自然光双重信号来确定。在红外感应开关元件中,采用菲涅尔透镜的光学原理,这种特殊的透镜能够准确感应交替变化场景中的“高灵敏区”和“盲区”,能够扩大探测器的接收范围和提高检测灵敏度。感应器件主要为人体热释电红外传感器,高灵敏的红外探测元件能精准的感应到人体发射的信号,无接触便能实现检测人是否靠近的工作,并且也可以使其转换和放大输出电压的信号,达到控制电路的自动驱动功由人体热感的控制<sup>[3]</sup>。该传感器具备2个探测元件,探测元件之间的接线方法为反极性串联,有效避免了自身热量过高导致不能正常运行的问题。

2. 以STM32为主控板,识别模块接收垃圾分类信息

语音识别垃圾分类模块采用型号为F103C8T6的STM32单片机作为微控制单元(MCU),STM32F103C8T6主控制器是基于ARM Cortex-M3内核的微控制器,主要作用是控制外部电路和执行命令程序,利用STM32F103C8T6作为垃圾分类系统的主要控制器能够集合定时器、计数器、模数转换器等模块功能,极大地提高语音识别垃圾分类的性能。

语音识别算法原理利用端点检测原理、特征提取(MFCC参数提取)、识别匹配(动态时间规整算法DTW)等方法完成。本系统主要由四个方面构成,分别为语音信号的预处理、端点检测、特征提取、模板匹配等部分组成。

3. LD3320智能语音识别播报系统实现对应垃圾精准分类播报

通过麦克风将垃圾信息语音输入到LD3320芯片中,在单片机的芯片内部进行频谱分析并提取特征,以实现语音识别的功能;同时LD3320芯片还可以通过关键词手册对关键字进行语音识别,只需要将关键词传入LD3320芯片中,就能够在后续中被识别成功。在MCU的编程中,通过LD3320芯片寄存器的设置,例如将“你好”等易识别的关键词语动态地传入到芯片中,LD3320芯片便可以识别提前设定的关键词语。所有的关键词语可以是

单词、成语、句子。该语音识别系统，在运行时能够动态地更改列表中的关键词，从而只需要一个系统便可支持多种识别手段，用户不需要再做相关的录音识别训练。它有以下几个特点：

①特征提取：通过信号处理手段将原始的语音波形信号转换成特征矢量序列，作为语音识别系统的输入。语音信号是短时间平稳的随机过程，要采用分帧操作。常用16KHZ/8KHZ采样，通常采用25ms帧长，和10ms帧移语音进行分帧后，进行特征提取，通过特征提取将语音信号的时域波形首先转化成频域信号，再经过一些信号处理手段，例如滤波，离散余弦变换等得到最终的语音特征。在语音识别中，常用特征有：MFCC、PLP、fbank等短时频谱特征。

②声学模型：得到语音特征后，就要对语音进行刻画，声学模型是一个概率模型，具有刻画语音片段的属性。语音识别系统中的关键技术是声学建模技术，它能够对系统的性能有着重要的作用，在语音识别发展这么多年来，隐马尔科夫模型成为了最常见的声学模型。隐马尔科夫模型主要为：A、建模单元，每一个基本的语音建模单元（单词，因素，三因素）都对应HMM；B、拓扑结构：从左到右，状态1—5，每个HMM状态对应一个语音基本片段；C、HMM中的两个序列，有状态序列和观测序列。

③语言模型：发音字典是连接语言模型和声学模型的纽带。它包含了词到声学建模单元（音素）的映射。发音字典通常由发音专家通过总结得来的。语言模型是一个概率模型，它可以和解码器结合，引导搜索算法，并且对相似的发音进行区别。最常使用的是N-gram语言模型。

④解码器：能够将解码算法简单化分类，可以分为两种主要的算法动态解码算法和静态解码算法，静态解码器比动态解码器有更快的解码速度。解码算法可以分为一遍解码和多遍解码。一遍解码就是用一套模型对语音信号进行解锁，一遍解码就得到了结果，而所谓的多遍解码经常是使用一套小的模型，首先解码出包含多路径的词格，再使用较大的模型在词格上进行搜索。一般来说，多遍解码可以得到更好的识别效果。静态解码器中最常见的技术，也就是加权有限状态机（WFST）。

4.运用HC-SR04传感器超声波测距监测垃圾桶的满溢程度

设有自动满溢检测功能，在垃圾桶外设置一个剩余容量显示器，当垃圾填满垃圾桶时，垃圾桶盖不再自动打开，且立即向相关工作人员联系，使垃圾能得到及时的清理；同时具备异味检测功能，在异味达到预定值时，自动开启臭氧生成模块来消除异味。当垃圾桶溢满时，HC-SR04传感器发出超声波，遇到障碍物则立刻返回，此时测得的实际距离是HC-SR04与垃圾之间的距离，从而判断出发生溢满。在溢满时，通过自动打电话的形式，告知工作人员。

5.运用MQ-135异味传感器和臭氧发生装置，去除臭味

当异味传感器检测到异味并且达到传感器所设置的阈值时，就会向Arduino发出指令，Arduino收到指令后开始供电并开启臭氧发生模块消除异味，当气味水平恢复到阈值以下时自动断电，关闭臭氧发生模块。

### 三、结束语

本设计以STM32单片机为主控芯片，配合人体热释电红外传感器、HC-SR04超声波测距传感器、异味传感器和臭氧发生装置等硬件，实现对垃圾进行智能识别分类，感应人体自动开盖引导投放垃圾，自动检测垃圾桶的满溢程度并去除异味等智能化功能。本系统开发成本低，实用性高，有效提高了垃圾回收的效率，具有良好应用前景。本系统能够为人民生活提高卫生安全保障，为社会提供环境保护的物质基础，可以让垃圾处理事业更好地适应社会的智能化发展。

### 参考文献：

- [1]刘开迪，张蕙玲，黎芷辰，陆思翰.基于物联网语音控制垃圾分类系统[J].物联网技术，2022，12（12）：101-103.DOI：10.16667/j.issn.2095-1302.2022.12.028.
- [2]陈华毅，叶舒云，邱州鹏，潘利红，林建樟，郑紫萍，符若水.基于语音识别技术的智能垃圾桶设计[J].电脑编程技巧与维护，2022（11）：131-134.DOI：10.16184/j.cnki.comprg.2022.11.049.
- [3]陈陈，张旭，李逸轩，聂阳.基于智能识别技术的智能垃圾分类桶设计[J].科技与创新，2022（16）：52-54.DOI：10.15913/j.cnki.kjyex.2022.16.016.