

基于视觉机械臂开发的 的智能垃圾分类回收站系统

第一部分 设计概述

1.1 设计目的

垃圾分类是当下制约我国环保事业发展的瓶颈之一，也是造成环境污染、资源再利用困难的根源之一。生活中的垃圾多样化，产生量也是越高。目前，我国垃圾站绝大多数都是采用统一焚烧和掩埋等方式。这种方式不仅效率低，还浪费很大部分的再回收资源，甚至会因分类处理不足导致焚烧时产生有害气体和刺激气味，掩埋时对环境造成再次污染。为解决传统人工分类效率低、安全隐患大、经济成本高的痛点，我们团队开发了一个由机械臂分类各类垃圾，具有智能安全防护功能的——智能垃圾分类回收站系统。

1.2 应用领域

传统的垃圾处理模式是用转运车将垃圾源收集的垃圾运到垃圾转运站，在垃圾站机械设备按垃圾颗粒大小简单的分类出可回收利用的垃圾，其他的垃圾再由运输车送往处理站。这其中的分类效率不仅低，而且回收资源极为少，我们在传统处理模式上融入了先进的“互联网+”技术，自动控制技术，把垃圾回收打造成为“环保、便捷、智能、安全”的垃圾分类回收驿站，全面提升现代化的社会效益、经济效益和环保效益。

1.3 主要技术特点



本项目综合自动控制、节约成本、提高效率的设计思维，旨在传统的垃圾站的简单分类上，通过将垃圾放在传送带上，让机械臂代替人工的智能分类回收模式。本系统主要由卷积神经网络，六轴机械臂，ucos III，智能安全防护系统组成。卷积神经网络算法是应用于 K210 对垃圾图像训练识别分类，如可回收垃圾，有害垃圾等；用户可在 ucos III 界面控制传送带机器的工作状态并且监控分类垃圾的数量等，机械臂接收到摄像头锁定传送带上的垃圾位置，机械臂准确的将吸盘放在垃圾表面吸附住垃圾并放入对应垃圾桶中。智能安全防护系统采用 stm32f4+串级控制，确保了智能垃圾回收站安全性。

1.4 关键性能指标

本系统的关键性能指标主要有以下几点：

1. 摄像头对垃圾种类的识别及空间位置的实时定位
2. 卷积神经网络和 yolov3 模型的训练

-
3. Ucos III 实时操作系统的开发
 4. 基于 littleVGL 的 GUI 设计
 5. PID 算法的参数整定
 6. 机械臂的逆运动学的求解
 7. 多传感器数据的融合处理
 8. 终端之间的数据通信和数据交换

1.5 主要创新点

(1) 摄像头实时识别和定位传送带上垃圾的位置传化为控制机械臂电机的步进值。

这是智能垃圾分类回收站技术上的难点和亮点之一。本项目使用高清摄像头、机械臂的主控为 arduino。利用 K210 图像处理技术和视觉神经网络算法的技术,实现了对目标物体的实时定位和垃圾种类判断。对反馈的像素点多次取平均值,利用机械臂坐标与目标坐标的差值采用查表和粗略 PID 算法转化为控制机械臂的步进值,从而实现了机械臂能平稳的运动和精准的吸起垃圾扔到对应垃圾桶。

(2) 结合多传感器技术组成智能垃圾站的安全防护子系统。

安全子系统是为了模拟现实垃圾回收站场景的安全防护功能。利用多传感器对垃圾回收站环境进行实时监测,确保节省人力情况下垃圾回收站的安全性,万一发生危险时及时关闭电源和发出警报,最大程度减少损失。

(3) ucos III 系统开发。

加入 GUI 通过触摸电阻屏方便提供操作人员控制传送带以及整个系统的工作状态,另外接收 K210 发送的像素点、垃圾类型数据返回接收标志,发送得到的数据给 arduino 对目标进行抓取和扔进对应垃圾桶并记录回收到的垃圾数量,能一定程度的节约人力,提高效率。同时实时操作系统时刻保持对外界环境的检测,确保垃圾站的安全。

(4) 卷积神经网络算法。

使用 MobileNet 神经网络结构,利用 yolov3 训练自己的垃圾类型数据,将得到的垃圾特征采用国产智能芯片 K210 作为图像处理器,进行垃圾类型检测识别,并将数据传递给 STM32。

第二部分 系统组成及功能说明

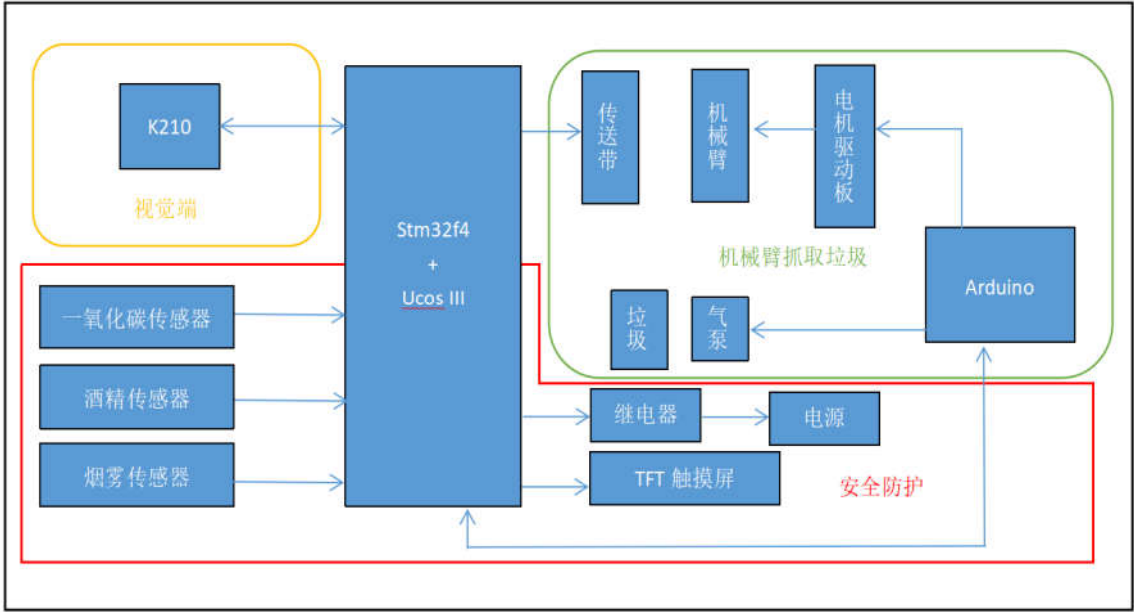
2.1 整体介绍

2.1.1 功能描述

基于视觉机械臂开发的智能垃圾回收站系统(以下简称智能垃圾回收系统)是为了顺应时代的发展,让机械化代替人工劳力的回收模式。本系统主要由机械臂吸取端、视觉识别处理端和安全防护端三部分组成。系统综合利用了多传感器数据融合、k210 图像处理技术、PID 算法、机械控制、视觉定位等技术。其中图

像处理技术和视觉定位主要应用在视觉识别处理端，机械控制主要运用在机械臂吸取端，我们利用 k210 对传送带上的垃圾进行识别和处理，经过膨胀和二值化等技术处理后的图像与机械臂坐标点做差值采用查表和粗略 PID 算法转化为控制机械臂的步进值，从而实现了机械臂能精准识别指定垃圾，并把垃圾扔进对应垃圾桶。为确保智能垃圾回收系统能安全运行。我们利用多传感器对垃圾站环境进行检测，采用数据融合算法对传感器采集的数据进行处理，当传感器检测到的数据达到或者超过安全阈值时，会触发现场警示功能。本项目通过搭建基于视觉机械臂开发的智能垃圾回收站系统模型，验证了本设计的可行性。

2.1.2 系统整体框架图



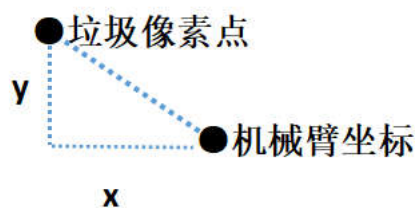
2.2 各模块介绍

2.2.1 机械臂视觉定位功能

● 机械臂视觉定位功能主要由 stm32、arduino、视觉传感器、六轴机械臂等组成。



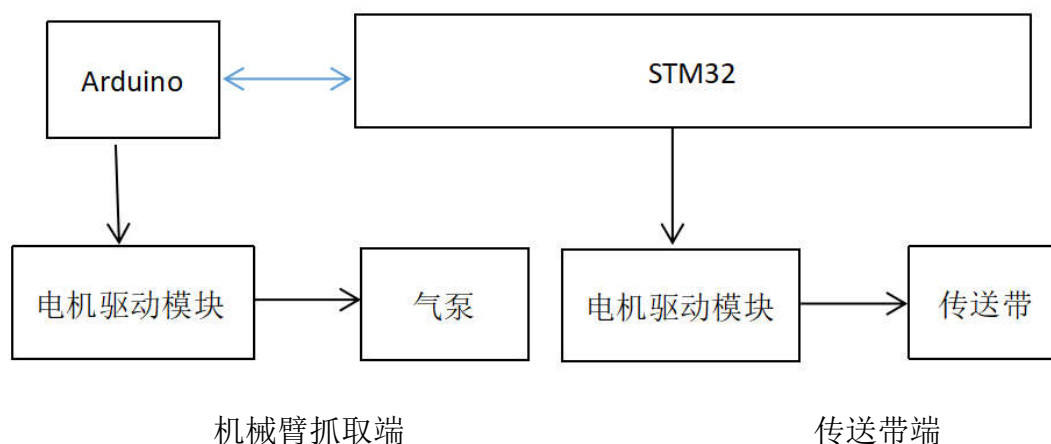
● 通过高清摄像头采集传送带上垃圾的位置，K210 调用电脑训练的模式库，对视觉传感器识别到的垃圾进行高斯模糊、掩模和形态学操作处理找到垃圾轮廓和特征判断垃圾类型。经多次对垃圾像素点确认，取平均像素点与机械臂的距离差，通过数据线传递给 arduino 经过 PID 算法的运算和查表运算处理后，给予电机控制板对应信号，进而实现机械臂的运动控制。



视觉+机械臂定位原理图

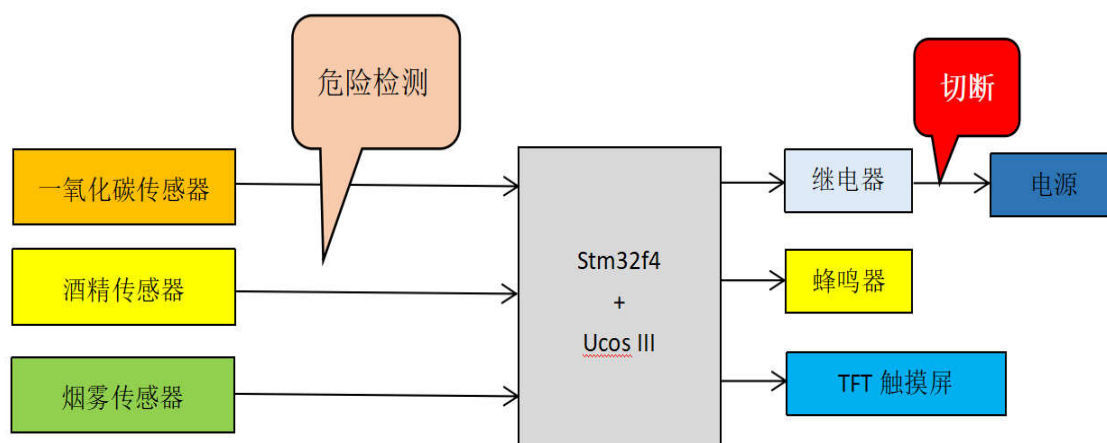
2.2.2 智能吸取垃圾功能

智能吸取垃圾功能主要是由 arduino、抽气泵、软管、stm32 等硬件组成。



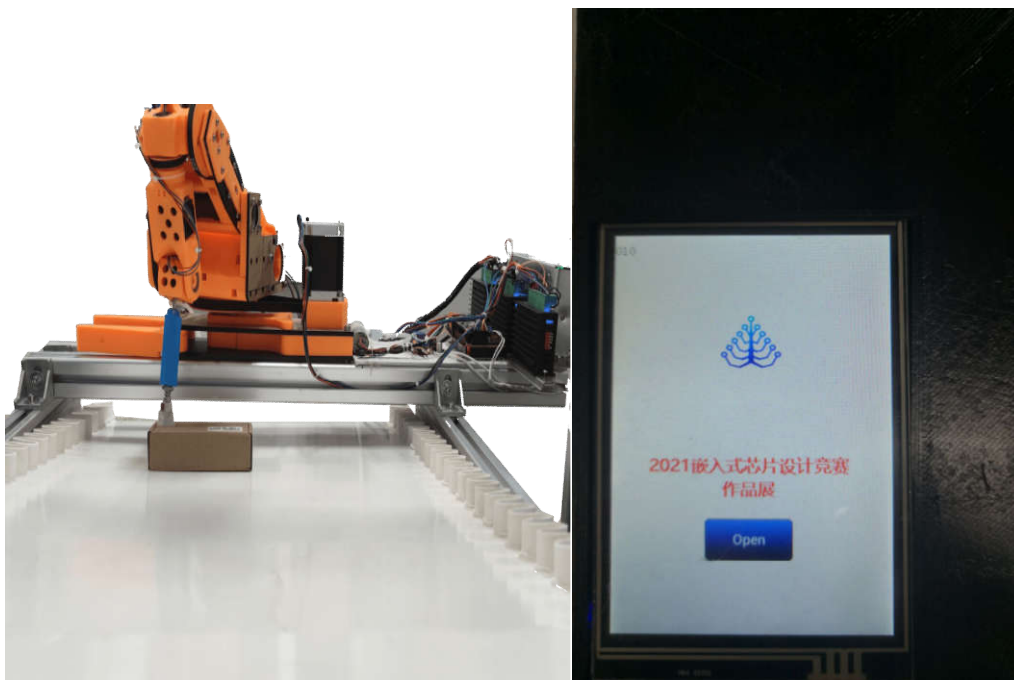
2.2.3 安全防护子系统功能

●安全防护子系统功能主要由微处理器 STM32F4、ucos III 实时操作系统、TFT 液晶触摸屏，火焰传感器、烟雾传感器、一氧化碳传感器、继电器等组成。



●为确保智能垃圾回收站系统能安全使用，我们通过火焰传感器、烟雾传感器等组成危险环境检测网络，当垃圾中混有易燃物品或者有垃圾相互接触发送化学反应，火灾等危险时，传感器采集到的数据等于或者设定的安全阈值时，STM32 会通过扬声器发出警报，并将垃圾站的电源关掉。从而阻止或降低危险的发生。

第三部分 完成情况及性能参数



目前硬件端已经完成了智能垃圾分类回收站系统模型的搭建，实现了视觉机械臂能准确的吸取到 2 类型垃圾，识别 4 中类型垃圾，并能实现扔进对应垃圾桶的分类功能。同时加入了 ucos III 实时操作系统，对垃圾回收的整个过程进行控制、监控和记录。

针对视觉机械臂能实现自动垃圾分类回收和智能安全预警，我们加入了 K210 图像处理算法，yolov3 训练图像模型库，PID 算法，多传感器数据融合组网算法和机械臂逆运动学等技术，对智能垃圾分类回收站的性能进行了不断的优化。在开发过程中，我们遇到许多难题，经过老师的指导和资料的查阅，难题也被一一的攻破。

1. 发现 K210 对训练的垃圾识别效果不好，并且识别时容易受外界光线的影响，导致识别效果不佳。经过查阅相关文献后，我们仿造 opencv 的图像处理方法，对目标重新标记和训练，并进行高斯模糊、掩模和形态学操作处理后，摄像头对垃圾的种类和垃圾轮廓的识别率大大提高了。

2. 机械臂电机运动卡顿，不流畅。解决方法：加入 PID 算法，对目标物体与机械臂像素点的偏差数值进行 PD 调节。