

基于六轴工业机器人的城市垃圾智能分拣系统研究与设计

刘宇程

(西安工程大学 工程训练中心, 陕西 西安 710600)

摘要: 针对垃圾分类工作环境差、强度大, 对工人的危害性高等问题, 设计了一种基于六轴工业机器人平台模拟的城市垃圾智能分拣系统, 根据垃圾分类政策, 模拟经社区初分类后的垃圾站分类系统, 并对机器人错误分类的垃圾增加二次分类。系统采用三级网络实现机器人控制系统和 PLC 通信, 搭载空气压缩泵和视觉检测系统、RFID 数据检测等多传感器于流水线分拣机械平台, 获得模拟垃圾物料的外观、编码和位置等信息, 应用 LabVIEW 和 OPC Servers 编写上位机界面, 实时监控工业机器人垃圾识别分类结果和垃圾分拣流水线送料、输送、装配、仓储等出入库过程, 达到人机交互及垃圾分拣自动化的目的。

关键词: 六轴工业机器人; 垃圾分拣; PLC; 视觉检测; 人机交互

一、前言

据统计, 现阶段我国城市人均每日产生的垃圾量达 1.0~1.2 公斤, 一年生活垃圾生产总量达 1.6 亿吨, 在人口稠密的大城市, 垃圾量的增速远大于垃圾处理的速度, 早在 2004 年中国就已经成为世界第一垃圾制造大国, 是外国人熟知的“世界垃圾场”。为了实现可持续发展, 首先要解决国内城市垃圾处理问题, 各地区提倡垃圾分类, 建成了多个无害化焚烧厂、垃圾处理厂, 垃圾分类是城市垃圾处理的有效手段, 需要从市民到垃圾场将垃圾分类工作落到实处。

国内研究垃圾分拣主要方式为智能小车识别搬运和工业机器人流水线智能分拣。

基于六轴工业机器人城市垃圾分拣系统是针对当代环境治理问题提出的一套解决方案, 目的在于解决城市垃圾的分类问题, 提高垃圾分类率, 对常设的四类垃圾通过视觉智能系统挑拣出不属于目标类别的垃圾再次进行分类, 进而提高垃圾分拣效率。

二、系统总体设计方案

首先, 根据垃圾分类管理办法, 设计一款机器人智能物料装配系统用于城市垃圾分拣, 对已由市民分类的垃圾进行分类, 用各种形态、颜色的物料模拟已进行初次分类的垃圾, 在系统的作用下有序沿平面输出, 并由机器人根据垃圾所属类别分别收集, 通过视觉智能系统检测是否属于该类垃圾, 对分类错误的垃圾投入废料框, 并补充新分拣的垃圾, 装盖入库。将废料框中二次分拣分类错误的垃圾直接装盒送入库中, 等待三次分拣。

其次, 对分拣分类错误的垃圾进行“出库拆解”, 将装盒的垃圾取出并重新输送, 准备第二次分拣。

最后, 建立远程监控站, 对垃圾分拣系统实时监控, 并提供单一或特定类别分拣功能, 显示“系统流程状态”“定制化订单”“垃圾数量”“库存情况”和“再分拣库位选择”

如图 1 所示, 城市垃圾智能分拣系统硬件由机械平台和电气控制柜两部分构成, 有机械装置和测控系统两大体系, 测控系统的电气装置可直接用于工业生产加工环境, 配合机械平台, 形成完整的分拣系统。机械平台安装有机器人本体、分拣线构成的机械装置, 在此基础上通过软硬件设计, 实现系统测控功能。

三、硬件系统组成

(一) 工业机器人单元

工业机器人单元由六轴机器人本体、机器人控制器、示教单元、输入输出信号转换器和抓取换装机构组成, 选用夹具夹取吸盘或摄像头识别垃圾。

如图 2 所示, 机器人控制器输入端的 1~15 端口与 PLC 输出端的 3~22 端口相连, 机器人控制器输出端的 5~12 端口与 PLC 的输入端 33~45 端口相连, 13 端口与视觉处理器相连, 编码器电缆连接到机器人控制器的对应端口。

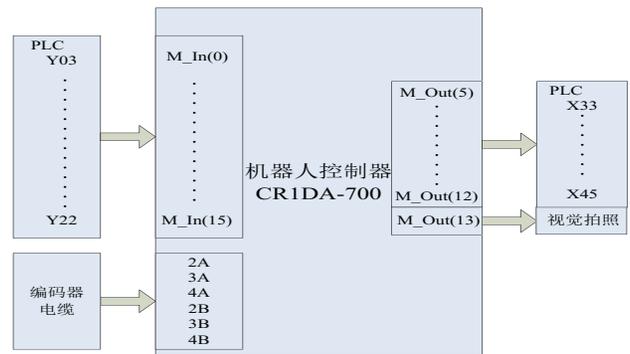


图 2 机器人控制器接线图

机器人控制器通过以太网技术与 PLC 通信, 实现控制信号的传输与反馈, PLC 利用 I/O 口与外部设施的连接, 控制机器人工作的外部环境, 给机器人工作提供时间标识; 同时, 机器人控制器要与机器人本体连接, 并输送控制信号, 和机器人本体各关节电机编码器连接, 并接收的反馈信号。

(二) RFID 数据检测单元

由于进入垃圾站的垃圾已由市民分类过, 用 RFID 标签模拟初级分类结果, 该单元安装在如图 1 所示机械平台中部环形输送单元的左端圆弧处, 电子标签内嵌于模拟垃圾的物料内。当物料从环形输送单元经过左端圆弧处时, RFID 传感器读取物料内的标签信息, 如编号、类别、颜色等信息, 通过工业现场数据总线传输给 PLC, 命令机器人进行二次分拣。

设计 RFID 物料标签, 四个颜色对照模拟四类垃圾, 对其编号设计意义对应关系, 每个颜色用 1 至 4 号高低不同的物料代表不同形态、属性的垃圾, 共有 32 种标签垃圾置于物料内部, 可供模拟分拣。

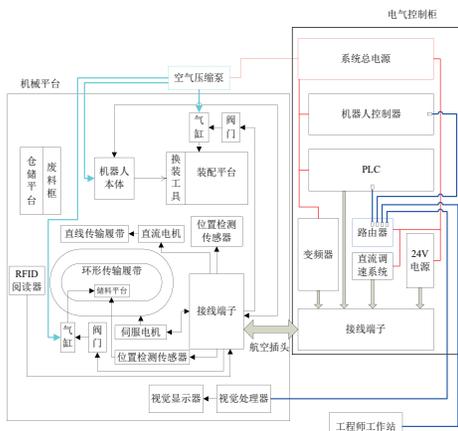


图 1 系统硬件总体框图

(三) 智能视觉检测单元

由于垃圾种类繁多、形态不一,结合视觉检测和 RFID 标记检测技术有利于提高识别分类效率。系统在分拣线运行时触发拍照指令,采集图像识别垃圾类别,与 RFID 标记的初分类结果进行对比,得出分类结果,对不匹配的垃圾物料,采取收集等待三次分类的处理办法。

智能视觉检测单元安装于如图 1 所示的机械平台右下方,系统由视觉控制器、视觉相机等组成,用于检测垃圾类别。通过 I/O 电缆连接到 PLC,远程传输检测结果至监测站。

四、系统软件设计

(一) 系统网络构建

工业以太网对于分布式智能控制系统是一种优越的通信技术,可以帮助工厂实现全厂工程彻底模块化,对于单个系统可以独立工作,又可以通过工业以太网对主站实现从站的增加,以扩充功能,公用资源,传输距离上相较于 Profibus 等通信方式又有明显的优势,甚至实现整座楼宇不同楼层分站的实时通信。

城市垃圾智能分拣系统主要由四个控制器组成,包括六自由度机器人控制器、可编程逻辑控制器、视觉处理器,以及工程师工作站的上位机监控系统,通过以太网技术实现通信。除此以外,其他设备及元器件是以模拟量信号或数字量信号的形式,通过航空插头电缆及接线端子直接传输数据。如图 5 所示,系统构建工业以太网拓扑结构,调试时将四个控制器的网址放在同一网段,实现系统站内的实时通信。



图 5 系统网络拓扑图

(二) 系统软件配置设计

根据系统硬件实际,各软件配置如表 1 所示。

表 1 系统软件配置

模块	名称	备注
机器人编程软件	RT ToolBox2	三菱
PLC 编程软件	GX Works2	三菱
RFID 读写	RFIDTEST	西门子
视觉系统		欧姆龙
PLC 以太网设置软件	FX3U-ENET-L Configuration Tool	三菱
上位机界面	LabVIEW, OPC Server	NI

1. 机器人调试编程仿真软件

系统使用机器人专用调试编程软件 RT ToolBox2,可以对三菱各系列机器人进行编程和调试。采用离线编程、在线调试的方式通过上位机与机器人控制器通信,进而控制机器人本体。该软件提供底层驱动接口函数,可进行二次开发使用及进行深层次机器人控制技术的研发。

2. RFID 读写软件

西门子 RFID 识别系统主要采用西门子 RF260R 读写器、电子

标签,采用 RF200 IO-Link 接口。RFID 识别系统是一种非接触式的自动识别技术,它通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据,识别工作无须人工干预,操作快捷方便,适用于本系统流水线上的识别任务。

3. 物料装配流程编辑软件

物料装配流程编辑软件通过 PLC 下载口与 PLC 进行数据传输,可对物料的装配流程编辑下发给 PLC。装配平台一共三个物料盒,每个物料盒的四个工位都可以设置成需要的物料,可选编号、颜色、高度,不同位置可选相同物料。软件配合 PLC 和机器人程序,实现物料装配流程的多样化。



4. 上位机界面编程软件

上位机要实现系统数据和指令可视化、需要通过 OPC Server 软件设置以太网共享变量实现数据交换。

第一步:使用 OPC 服务器建立 PLC 标签。

(1) 启动 NI OPC 服务器,点击新建一个通道。

(2) 通道名默认 Chanel1,点击下一步。

(3) 选择三菱 FX,单击下一步。

(4) 设置通讯端口,及通讯参数,波特率设置为 9600,其余参数默认设置,点击下一步,直至完成。

(5) 在 Chanel1 通道单击新建一个设备,点击下一步。

(6) 选择设备模式,这里使用 FX3U,其余参数默认设置,点击下一步,直至完成。

(7) 单击建立与 PLC 关联的标签,输入地址后单击后面的“√”按钮,数据类型自动变更,设置好其读写及扫描速率,点击确定。

(8) 点击工具栏最后一个按钮 Quick Client,预览通讯是否正确,Quality 栏显示 Good,说明通讯正常,继续标签的设置。

第二步:使用建立好的 PLC 标签。

(1) 打开 LabVIEW 新建一个项目,单击我的电脑新建 I/O Server,选择 OPC Client。

(2) 点击 Continue,选择 NIOPCServer,点击 OK。

(3) 点击 OPC,建立绑定变量。

(4) 点击 Add 将建立的标签添加到项目,点击 OK。

五、结论

系统基于六轴工业机器人,应用计算机技术远程控制流水线模拟垃圾分次识别分拣,使垃圾从社区到垃圾站送出实现自动化。系统采用了视觉检测的方案,解决了传统方式中对传感器的依赖造成的系统庞大复杂的问题,对多样化的垃圾对象用机器视觉的分类方法直接分类,提高了工作效率。远程监控界面能实时反映工作状态,通过以太网实现远程控制,达到分部调试的目的,提高了操作人员工作的安全性。经过多次实际测试,该系统运行良好,可代替人工应用至垃圾分拣系统,或扩展至工业流水线。

参考文献:

[1] 陈艺海,黎莲花,谢昊璋等.基于机器视觉的垃圾分拣机器人[J].仪器仪表与分析监测,2022(01):30-35.