



基于西门子 S7-1200 PLC 和 HSR612 (I 型) 工业机器人的智能颜色识别分拣系统的开发

李菁川

(武汉职业技术学院 机电工程学院,湖北 武汉 430074)

摘要:某校工业机器人实训室的 I 期实训设备为 5 台华中数控 HSR612(I 型)工业机器人,能完成工业机器人的基础操作与编程实训任务。具体的实训项目有写字描图、圆球搬运、物料码垛、机械装配以及模拟冲压。除去模拟冲压有 1 个数字信号与 PLC 进行通讯,其他任务均为机器人单体任务。由于单体机器人实训已经不能满足学生对机器人工作站,机器人生产线知识掌握的需求,故计划将其中一台机器人进行功能二次开发(智能颜色识别分拣系统),在不影响原有功能的基础上,增加新的功能,使机器人单体实训变成机器人小型工作站实训。

关键词:工业机器人;智能颜色识别;机器人工作站;PLC 通讯

中图分类号: TP242.6

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2021) 01-0107-05

DOI: 10.19899/j.cnki.42-1669/Z.2021.01.019

一、研究背景

某校的工业机器人 I 期实训室的 5 台 HSR-612 型工业机器人为基础实训设备,能完成的实践任务较为有限,随着工业机器人技术专业的标准要求的提高,以及工作岗位对该专业学生工业机器人综合应用能力要求的提高,这 5 台设备单独使用能完成的教学任务逐渐不能满足要求。为了提高学生对工业机器人工作站、工业机器人与其他工控设备通信联机使用的理解与掌握,本文提供了一种解决方案,该方案在现有单独使用的工业机器人的基础上,加入了一些控制对象,并且将学生在前置课程中学习的 S7-1200PLC 引入,通过设计 S7-1200 与该工业机器人的电气连接与程序设计,实现了工业机器人与加入的控制对象进行联机通信使用,学生在练习的过

程中可以形成工业机器人工作站的基础概念。

本研究在没有影响该工业机器人基础实训任务的前提下,增加了该实训机器人的联机工作功能,能让学生的实训任务更加丰富,节约了更换新设备的成本,增强了学生的自主动手能力。

二、现有设备情况与待解决问题及对策

(一) 现有设备情况

现有工业机器人型号为 HSR612(I 型),由重庆华数机器人有限公司开发,载重量为 12KG,是 6 关节机器人。实训室现有设备示意图如图 1 所示:外部方框表示机器人实训系统的外部围栏,用来隔离机器人及其电气控制系统。①为机器人的电气控制柜,用来给工业机器人供电和通讯,接收机器人发出的数字信号和模拟信号,同时发出控制信号控制机器人;

收稿日期:2020-03-14

基金项目:武汉职业技术学院 2019 年科研项目“机器人实训室 HSR-612 型工业机器人功能二次开发”(项目编号:2019YK027)。

作者简介:李菁川(1984-),男,湖北武汉人,武汉职业技术学院机电工程学院讲师,研究方向:控制理论与控制工程、工业机器人技术。

②为控制台,其中有一块型号为 S7-200 的 PLC 和一块 TP700 触摸屏,PLC 用于和机器人电气控制柜通讯,接收机器人的信号和发出信号给机器人,触摸屏用于远程监控机器人的信号状态和控制工业机器人自动运行程序;③为工业机器人本体,用于执行用户编辑的动作指令或程序;④为示教器,用于手动控制机器人进行关节运动或线性运动,也用于给工业机器人编写控制程序,控制机器人自动完成设定的动作指令;⑤为供电电源,用于给机器人控制系统供电;⑥为工作台,用于摆放一些工件,是机器人执行动作指令的区域。

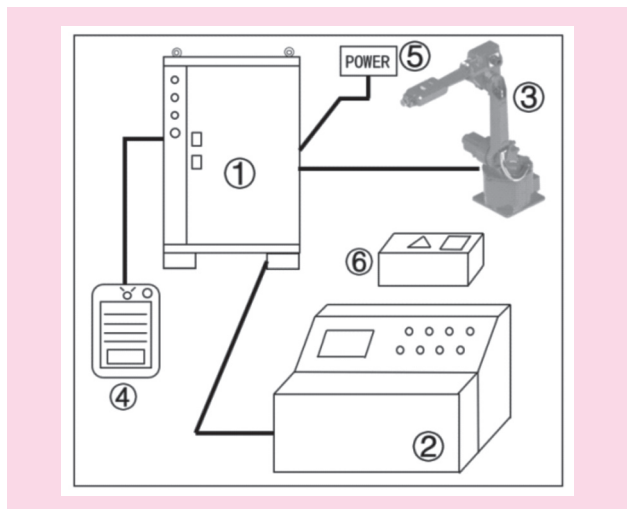


图1 现有设备示意图

(二)待解决问题及对策

1. 机器人与 PLC 的通信

由于型号 HSR-612 机器人为该公司生产的第一代工业机器人,没有总线通信的接口,所以在通信方式上,无法采用 Profinet 或者 Profibus 总线通信的方式^[1],本文采取的是端子控制的通信方式,将机器人与 PLC 共地接线,然后将 PLC 的输出端子连接机器人的输入端子,实现 PLC 与机器人的通信。

2. 改进功能后不影响工业机器人原有的功能

由于此 5 台机器人为基础实训设备,除了工业机器人专业学生,还有其他专业学生使用,使用率较高。为了不影响课程进程,此次改进实验,使用工业机器人备用 I/O 点,没有对原有的接线进行更改,也没有使用原有机器人自带的 S7-200PLC,这样可以在完全不影响机器人原有的功能上,实现对新加入的控制对象进行联机控制。

3. 控制对象成本控制

由于研究经费有限,对新加入的控制对象,无法做到每件单独加工,所以本次研究部分控制对象采用了 3D 打印制成,3D 打印机使用该校 3D 打印专业已有的 3D 打印机,控制对象由学生自主设计,既节约了加工成本,又锻炼了学生的自主设计能力。

三、分拣系统设计方案

(一)系统总体方案

智能颜色识别分拣系统的电气原理图如图 2 所示。

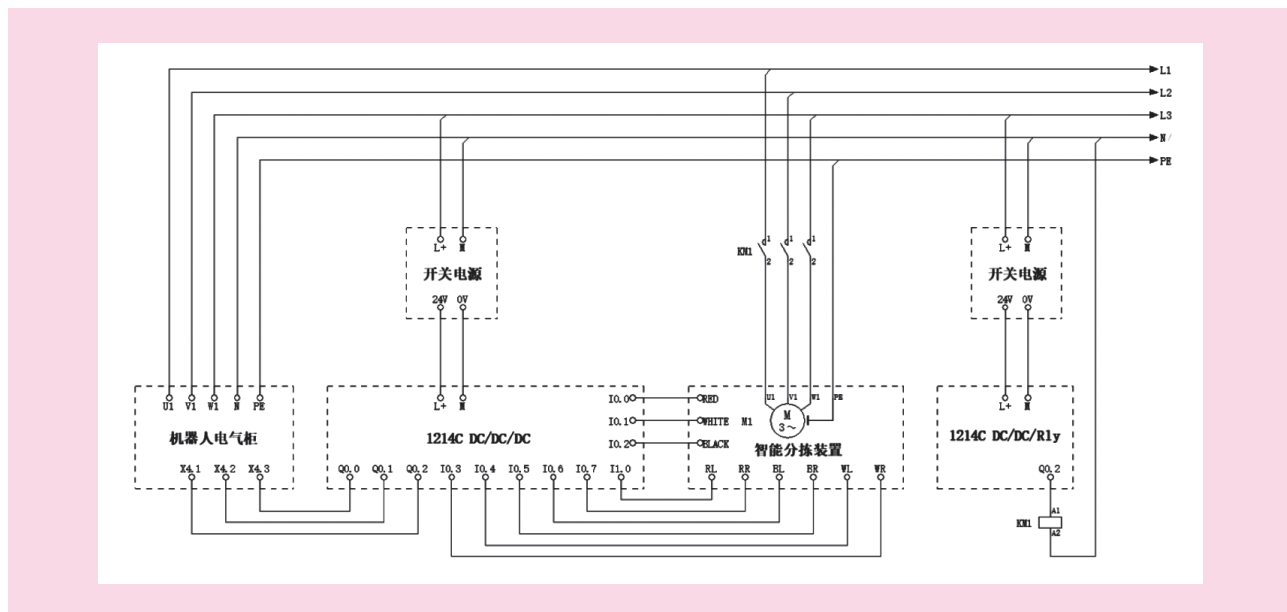


图2 分拣系统电气原理图

图 2 中,用到了 2 个西门子 S7-1200 系列的 PLC。两个 PLC 通过 220V 转 24V 的开关电源接入供电电源。其中,1214C DC/DC/DC 用来接收智能分

拣装置上的颜色传感器(RED、WHITE、BLACK)和磁性传线圈(RR、RL、BL、BR、WR、WL)的信号,同时发出控制信号(Q0.0、Q0.1、Q0.2)至机器人电气柜中

的数字输入端(X4.1、X4.2、X4.3),从而让机器人收到智能分拣装置的动态信息,而执行下一步动作。另一个 PLC 型号为 1214C DC/DC/Rly,用于通过继电器输出点(Q0.2)直接控制接触器(KM1)的线圈,接触器 KM1 用于控制分拣装置的皮带电机^[2],该电机为三相 380V 供电。智能分拣装置的控制元件包括电机、3 个颜色传感器和 6 个磁性传感器。

(二) 颜色传感器

分拣系统中用到的颜色传感器型号为 BOJKE

的 BS-501(如图 3 所示)。可调焦距,感应距离为 5~50mm,响应速度 0.1ms,搭配光纤头,可以灵活的安装,抗干扰性强。通过两种颜色对比检测,基于 RGB 三原色分析检测,基于 RGB 和反光量综合对比区分,有外部输出控制模式,可接 PLC 的输出端。

我们在智能分拣系统中安装 3 个颜色传感器,根据传感器对白色、黑色和红色物料的感应阈值的不同,来区分传送带过来的物料颜色,设定检测顺序为白色—黑色—红色。

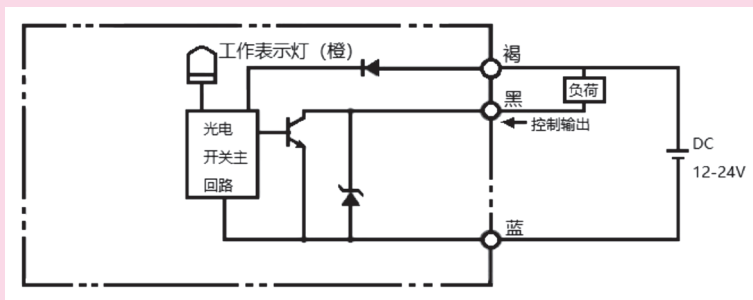


图 3 颜色传感器实物图及其原理图

(三) 颜色识别分拣装置

分拣装置的示意图如图 4 所示。其中传送带装

置为散件拼装而成,物料和物料仓库均由自主 DIY 的 3D 打印机打印而成,节约了加工成本。

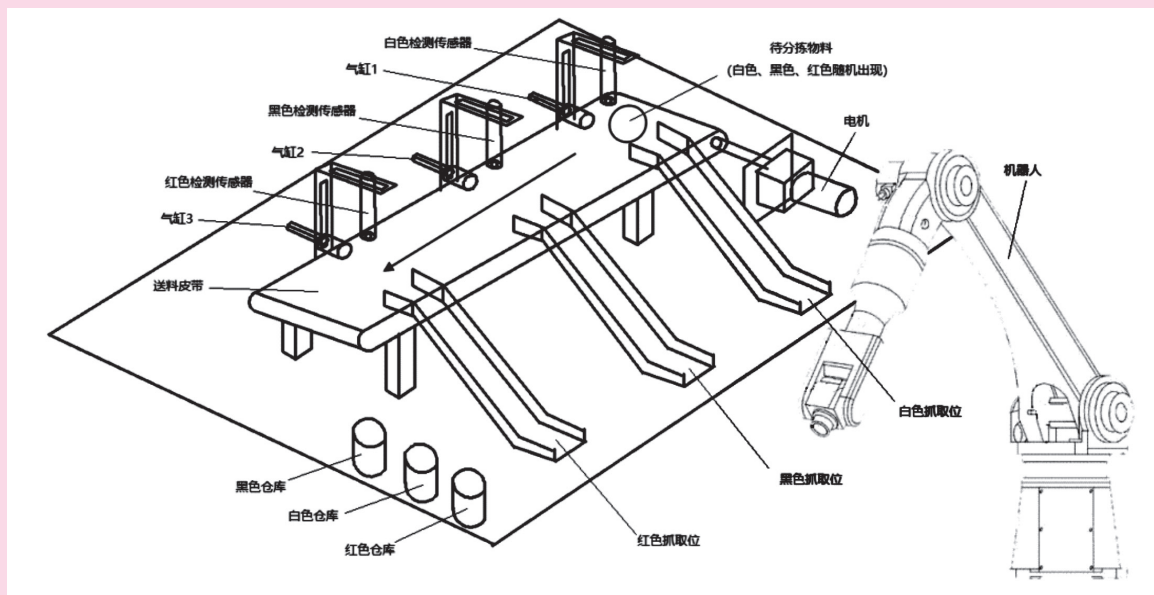


图 4 分拣装置示意图

第 1 个检测位为白色物料检测位,即首先判断传送带过来的物料是否为白色,如果是白色,则第 1 个气缸动作将白色物料推至第 1 个抓取工位(白色抓取位);如果不是白色,则通过第 1 个检测位,到达第

2 个检测位。

第 2 个检测位为黑色物料检测位,如果过来的物料是黑色,则第 2 个气缸动作,将物料推至第 2 个抓取工位(黑色抓取位),如果过来的物料不是黑色,

则继续往前走到达第3个检测位。

第3个检测位为红色物料检测位。如果过来的物料是红色,则第3个气缸动作,将红色的物料推至第3个抓取工位(红色抓取位)。

机器人根据颜色传感器分辨出来的白色、黑色和红色物料,3个气缸的动作信号作为通过磁性传感器给PLC的数字输入端,PLC收到这3个信号后,将这3个信号作为机器人的动作触发信号发送给机器人,三个不同的触发信号对应机器人程序中的3个不同的子程序(分别是抓取白色抓取位、黑色抓取位和红色抓取位物料的子程序),机器人通过调用不同的子程序,已达到抓取不同颜色物料,并放至旁边的三个物料仓库(白色、黑色、红色)的目的,从而完成智能分拣工作。

四、程序设计

(一)PLC 程序

在博途 V15 版本中,创建新程序。分别添加型号为 1214C DC/DC/DC 和 1214C DC/DC/Rly 的 CPU,然后在 1214C DC/DC/DC 的主程序里写入三种颜色物料的识别程序、控制动作程序、以及与机器人的通讯程序。如图 5 所示。在 1214C DC/DC/Rly 的主程序里写入控制皮带电机运行和停止的控制程序。这里 PLC 与机器人的通讯采用的是端子通讯的方式^[3],即当 PLC 收到 3 个气缸的动作信号(动作信号由气缸上的磁性传感器采集)后,从数字输出端发送高电平至机器人的数字输入端,将气缸的动作信号传送给机器人,机器人收到信号后,通过机器人主程序调用 3 个抓取工位的子程序,完成物料的抓取和放置。

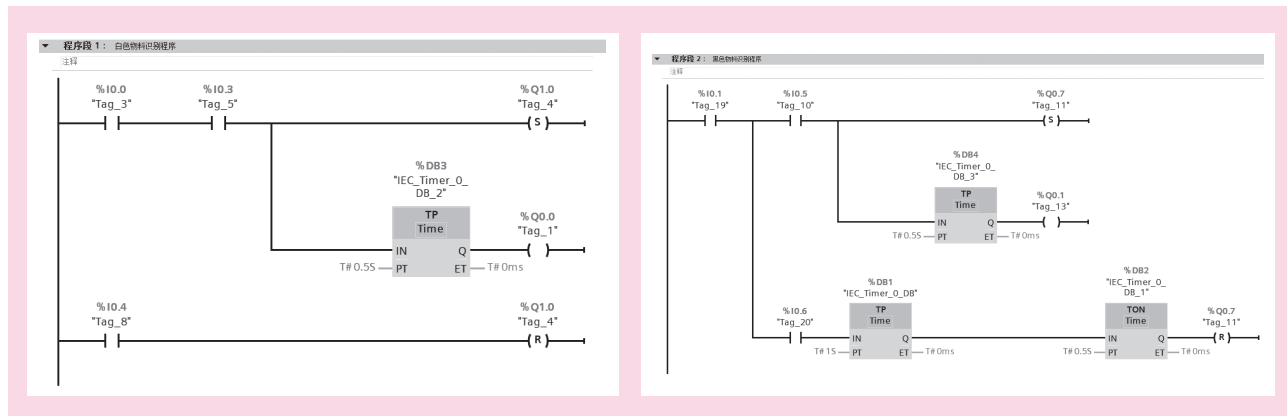


图 5 部分 PLC 程序

(二) 机器人程序

主程序	子程序 zcx0
1: IF X[4,3]=ON, CALL zcx0	1: L P[4] 100mm/sec CNT100
2: IF X[4,1]=ON, CALL zcx1	2: L P[5] 100mm/sec CNT100
3: IF X[4,2]=ON, CALL zcx2	3: WAIT 1sec
4: END	4: Y[0,7]=ON
	5: L P[4] 100mm/sec CNT100
	6: L P[6] 100mm/sec CNT100
	7: L P[7] 100mm/sec CNT100
	8: Y[0,7]=OFF
	9: Y[1,7]=PULSE, 1sec
	10: L P[6] 100mm/sec CNT100
	11: L P[12] 100mm/sec CNT100
	12: END

图 6 机器人抓取物料至仓库的动作指令

如图 6 所示,主程序为三个判断条件,也就是 PLC 发送过来的 3 个气缸动作的信号,机器人根据这 3 个不同的信号,执行 3 个不同的子程序 zcx0, zcx1, zcx2。子程序 zcx0 就是机器人完成从白色抓取工位抓取白色物料,放至白色仓库的动作指令^[4]。由于抓取黑色物料和红色物料的子程序与抓取白色物料的子程序类似,所以这里不再列出。

五、总结与展望

通过本次机器人实训设备新功能开发,掌握了 HSR612 机器人与 S7-1200PLC 的通讯方式,此次开发由于时间和经费有限,仅用到了机器人内部的 3 个备用 I/O 信号,采用两块 PLC 控制系统也是为了今后开发更加复杂的实训功能做好准备。

下一步计划用到更多的机器人备用数字 I/O 信号和模拟 I/O 信号,开发出功能更多,控制流程更多,控制对象更多的综合机器人 PLC 实训工作站。也可以将该实训室的数台机器人通过 PLC 总线控制的方式进行联机运行,形成小型的工业机器人自动化生产线,增加实训任务的复杂性与多样性,给学生更多

的锻炼机会。也可将实训室的其他设备与工业机器人进行联机通信,提高实训室设备的综合利用率。

参考文献:

- [1] 杨小强.基于以太网的工业机器人远程信息通信处理研究[J].武汉职业技术学院学报,2018,(4):72-75.
[2] 吴繁红.西门子S7-1200 PLC应用技术项目教程[M].北京:电

子工业出版社,2017:56-58.

- [3] 张硕.TIA博途软件与S7-1200/1500 PLC应用详解[M].北京:电子工业出版社,2017:194-198.
[4] 叶伯生.工业机器人操作与编程[M].武汉:华中科技大学出版社,2017:75-78.

[责任编辑:詹华西]

Development of Intellectual Color Recognition and Sorting System Based on Siemens S7-1200 PLC and HSR612 (Type I) Industrial Robot

LI Jing-chuan

(Wuhan Polytechnic, Wuhan430074, China)

Abstract: The training equipment of industrial robot training center for phase one in our college is five Huazhong Numerical Control-HSR612 (I Type), which is functioned of basic robot operation and program design. There are five missions for the training, which are drawing and writing, glass ball carrying, goods stacking, mechanical assembling and stamping simulating. Except stamping simulation has one digital signal that communicates with PLC, the other four missions are robot-alone mission. Due to the demand of managing the skills of robot station and robot production line, these missions are insufficient. Therefore, we plan to upgrade a function(Intellectual Color Recognition Sorting System)for one of the 5 robots. This upgrade will not bring side effect to the original function of robots while adding new function to robots and turns the robot-alone system into a tiny robot station training.

Key words: industrial robot; intelligent color recognition; robot workstation; PLC communication