

DOI:10.19344/j.cnki.issn1671-5276.2025.01.028

# 基于 PC SDK 的智能装配工作站远程监控系统研究与设计

梁盈富,赵豆,祝战科

(陕西工业职业技术学院 航空工程学院,陕西 咸阳 712099)

**摘 要:**以智能装配工作站为研究对象,运用机器人控制器的 PC SDK 接口对工作站系统进行二次开发,研究了智能装配工作站的网络架构,并在 C/S 架构下设计工业机器人智能装配工作站远程监控方案,开发了智能装配工作站远程监控系统。实验结果表明:该系统能够有效完成对工作站运行状态的远程监控,实现对机器人远程操作及运行状态的获取。

**关键词:**PC SDK;C/S 架构;远程监控;智能装配工作站

**中图分类号:**TP277      **文献标志码:**A      **文章编号:**1671-5276(2025)01-0131-04

## Research and Design of Remote Monitoring System for PC SDK-based Intelligent Assembly Workstation

LIANG Yingfu, ZHAO Dou, ZHU Zhanke

(School of Aeronautical Engineering, Shaanxi Polytechnic Institute, Xianyang 712099, China)

**Abstract:** This article, taking intelligent assembly workstation as the research object, undertakes the secondary development of the workstation system by using the PC SDK interface of the robot controller. The network architecture of the intelligent assembly workstation is studied, and a remote monitoring scheme for industrial robot intelligent assembly workstation is designed under the C/S architecture. The intelligent assembly workstation remote monitoring system is developed. The experimental results indicate that the system can remotely monitor the operating status of workstations effectively, remotely operate robots and obtain their operating status.

**Keywords:** PC SDK; C/S architecture; remote monitoring; intelligent assembly workstation

### 0 引言

当前,在制造业产业升级过程中,工业机器人在整个生产作业中已处于重要的核心环节,在工业生产中扮演着越来越重要的角色<sup>[1]</sup>,越来越多的工业机器人被应用到国民生产的方方面面<sup>[2]</sup>。机器人工作站一般以机器人核心,还包括 PLC 控制器、变位机、仓储设备、视觉检测与传感设备、外部轴及其他外部 I/O 设备等。对机器人工作站进行远程监控,是现代制造业智能化生产设备发展中的一个热点研究问题,也是实现工业物联网和工厂信息互联的关键技术<sup>[3]</sup>。

为了提高工业机器人应用可靠性以及更好地服务工业机器人用户,国内外学术界对工业机器人远程监控系统的研究也在不断深入。2018 年,日本 TOYODA 等<sup>[4]</sup>基于互联网技术,针对力反馈工业机器人研发了一套远程监控系统,可以远程驱动安装有力觉传感器的机器人工作。普渡大学

的 BI 等<sup>[5]</sup>运用物联网技术完成机器人及机械手的夹持力数据的实时采集,实现了机械手动态夹持力监控测试。2017 年,浙江工业大学的徐建明等<sup>[6]</sup>研究了一种基于 J2EE 架构的工业机器人远程监控系统,包括本地监控和 Web 远程监控。2019 年,上海工程技术大学的亢程博等<sup>[7]</sup>设计了针对焊接机器人的远程监控系统,系统使用 GPRS 网络将数据传输到云端服务器,然后在接入网络的 Web 端页面就能实现机器人状态的查看。2020 年,佛山科学技术学院的傅贵武等<sup>[8]</sup>基于 IRC5 控制器设计了一种局域网络下 C/S 架构的工业机器人远程监控系统,通过与工业机器人虚拟工作站的连接,验证了远程监控系统的有效性。南京航空航天大学吴泽枫等<sup>[9]</sup>基于数据库访问技术,远程 PC 通过客户端与云服务器进行数据交互,实现对现场机器人运动状态数据的远程监测。2021 年,河北工业大学的陈子阳等<sup>[10]</sup>提出了一种基于数字孪生的工业机器人远程监控系统构建方

**基金项目:**陕西工业职业技术学院科研基金资助项目(2023YKZD-004)

**第一作者简介:**梁盈富(1981—),男,陕西礼泉人,硕士,研究方向为控制理论与工程、智能制造技术应用及数控系统应用等,363347147@qq.com。

法,并验证了监控系统的可行性。

本文以工业机器人智能装配工作站为基础,研究了工作站的网络控制架构,使用 Microsoft.NET 技术和 Microsoft Visual Studio 开发平台,对工业机器人工作站进行二次开发,设计实现了其远程监控系统,有效降低了工作站远程监控系统的开发难度,对提高生产单元的安全可靠运行有着极为重要的实际应用价值。

## 1 智能装配工作站的网络控制架构

本项目以企业生产中常用的装配工作站为研究对象,应用平台主要包括工业机器人、仓储设备、变位机机构、工业相机检测系统、主控 PLC、旋转供料系统、RFID 设备以及人机交互系统等,整个系统的网络控制架构如图 1 所示。其中:工业机器人为上位机,整个控制系统的控制指令由工业机器人发送,PLC 作为主控器,执行工业机器人的命令发送;同时,PLC 将现场设备的工作状态反馈给工业机器人,作为工业机器人进行下一步动

作的条件,工业机器人与 PLC 之间通过 LAN 口进行 Socket 通信,其通信任务在工业机器人的后台程序中进行。工业机器人通过远程 I/O 模块将外部传感器、气缸、传送带等控制设备信号与 Devicenet I/O 板进行连接,控制外部设备动作并获取传感器运行状态。

主控 PLC 连接外围控制设备,主要功能有:通过扩展的 MODBUS-RTU 通信模块控制变位机机构的运动;立体仓库及工业相机通过交换机与 PLC 主控器进行连接,PLC 分别通过 MODBUS-TCP 及 Profinet 协议与其通信;触摸屏与 PLC 之间进行人机信息的交互。主控 PLC 通过扩展的通信模块与 RFID 进行通信,控制 RFID 设备的读、写、复位等操作。PLC 通过其高速脉冲输出口控制步进电机,从而控制供料机构的运行。现场计算机用来对 PLC 主控器进行程序编辑与调试并对相机检测进行学习调试。此外,工业机器人的 Service 口通过与现场计算机的连接可以实现与工业机器人离线仿真程序调试软件的连接。

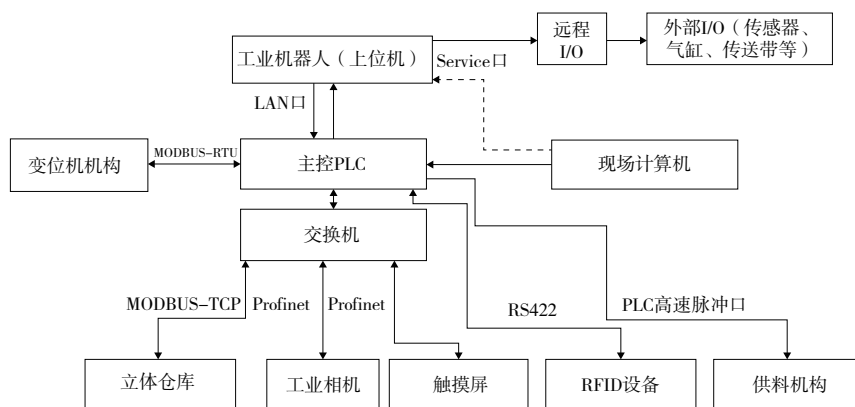


图 1 智能装配工作站的网络架构

## 2 工业机器人远程监控系统的总体设计

在现场控制设备网络联通的基础上,以 ABB 工业机器人为基础,深入分析 ABB 工业机器人控制器功能,以 C/S 架构为基础,形成工业机器人远程监控系统的总体架构。将工业机器人作为服务

器,在 PC 客户端安装.NET 平台,对工业机器人工作站系统进行二次开发,基于 PC SDK 设计并开发工业机器人远程监控系统的软件,通过 TCP/IP 网络通信协议进行通信,实现工业机器人工作站远程命令的发送及运行状态的监控,远程监控系统的整体架构如图 2 所示。

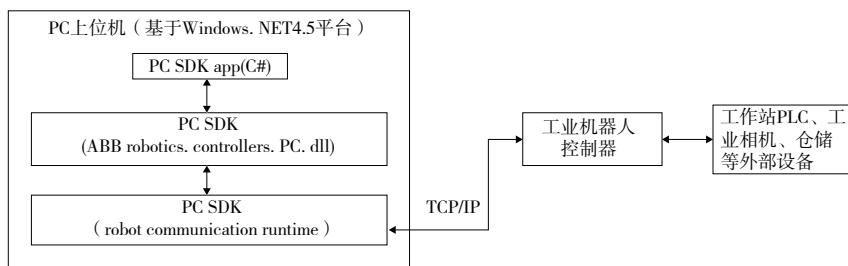


图 2 工业机器人远程监控系统整体架构

工业机器人远程监控系统中,采用PC作为上位机,上位机与工业机器人控制机器之间采用TCP/IP协议进行网络通信,获取工业机器人运行状态、数据参数、日志信息等,并可进行参数修改、文件传输、程序启停等控制命令的发送。外部设备的控制及状态信息可以通过工业机器人控制器与上位机进行信息交互,从而完成对整个工作站的监控。

### 3 远程监控系统的软件设计

ABB工业机器人PC SDK包含的命名空间可以方便开发者根据需要使用命名空间对象,其命名空间主要包括Controllers、MotionDomain、RapidDomain、IOSystemDomain、FlieSystemDomain、EventLogDomain等<sup>[11]</sup>。这些命名空间中包括了丰富的API接口,可以方便地实现与控制器之间的信息交互,并实现用户对机器人控制器执行各种操作。

远程监控软件系统在.NET平台下,基于Visual Studio 2019 Windows窗体应用程序<sup>[12]</sup>,使用PC SDK中的.dll动态链接库提供的众多PC SDK类域进行开发设计。对实际工作站中的外部设备状态监控,需要通过工作站网络通信建立模块之间的通信,进行数据采集并将外部设备的工作状态反馈给机器人系统,上位机系统通过与机器人系统的远程通信,实现对整个机器人工作站的远程监控,其软件实现流程如图3所示。

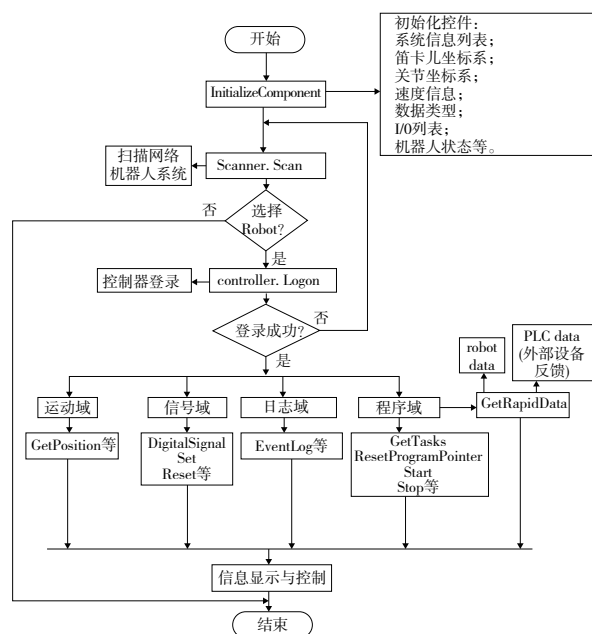


图3 工业机器人远程监控系统实现程序流程

在监控系统设计中,首先在窗体程序中调用初始化InitializeComponent函数,对窗体控件进行初始化,主要包括系统列表信息列表、笛卡儿坐标系、关节坐标系、速度信息、数据类型、I/O列表、机器人状态等。接着使用Scanner.Scan方法扫描控制器对象,实现对控制器的获取,将控制器的内部信息提取到ListView控制列表中,包括控制器的系统IP地址、是否虚拟、系统名称、Robotware版本等信息。

上位机要实现对工业机器人工作站的远程监控,需要登录到机器人控制器,获取机器人控制权是首要问题。一般可以有监控端登录到控制器,但一次只能有一个监控端获得运行命令或更改数据权限,以防止数据被意外覆盖。监控端登录机器人控制器后,默认情况下获得“只读”访问权限,要获得“写”访问权限,需要向机器人控制器端发出请求“写”权限,机器人控制器端授权后,才可以进行数据更改。网络扫描控制器对象后可能存在多个机器人系统,用户对控制器的选择,可以确定登录连接的控制对象,使用controller.Logon方法实现对机器人系统的登录及操作。

登录控制器后,使用不同的类域对象,可以实现对不同对象的监控。如在运动域中,使用GetPosition,可以获取机器人运行的笛卡儿坐标系位置和关节坐标位置;在信号域中,使用DigitalSignal类中的DigitalSignal方法可用于控制器中数字信号对象的获取,Reset、Set方法可以实现对数字信号的复位、置位操作;在程序域中使用Rapid类中的GetRapidData方法可以实现控制器中Rapid程序数据的获取,包括机器人中状态数据及外部PLC反馈到机器人中的数据;同样使用GetTasks、ResetProgramPointer、Start、Stop方法可以实现控制器中当前控制器的Rapid程序的任务获取、指针复位及程序运行和停止操作等;日志域中,使用EventLog方法,上位机可实现对机器人日志的获取。

### 4 实验验证

实验验证表明,开发的上位机软件可实现机器人工作站的登录、机器人运行速度调整与监控、运行日志的获取、控制器状态的获取、Rapid程序数据的获取以及机器人上电、下电、启动、停止、指针设置等的控制。上位机运行后,单击“刷新”按钮,可扫描到所有运行的工作站,选择要登录的工

作站并双击,即可登录成功。运行工业机器人控制程序,可监控到机器人当前的目标位置或关节坐标。通过滑动条可设置工业机器人的运行速度,调节程序运行过程中机器人的速度百分比。使用 HslCommunication 中的 UserGaugeChart 控件,在机器人中创建模拟量输出速度信号,并将信号与系统输出 TCP Speed 进行绑定,可直观地展示机器人当前的工作速度大小。同时,可以通过“上电”、“启动”、“下电”、“停止”、“PPtoMain”、“设置指针”等按钮实现机器人程序的运行控制并显示机器人当前的控制器状态、运行模式及操作模式等。

在装配工作站中,远程监控软件可实现虚拟工作站中机器人运行监控的所有功能,同时也可实现对外部设备状态的监控。对机器人外围状态数据的监控,可以将相关的状态数据反馈至机器人控制中,在上位机中获取程序数据,即可得到外围设备的运行状态。图4所示为法兰及减速器工件形状、颜色及角度的识别结果。对变位机的速度、位置、仓储的状态、视觉检测颜色等外部状态,也可以通过此方法实现(本刊为黑白印刷,疑问之处请咨询作者)。

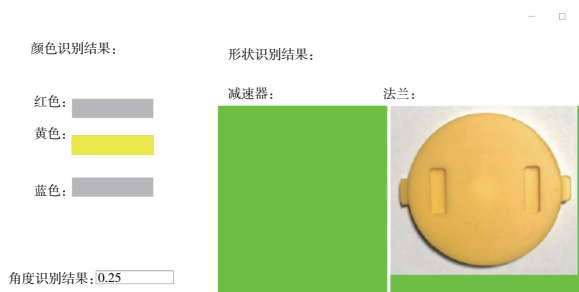


图4 相机识别结果监控画面

## 5 结语

本文以智能装配工作站为研究对象,分析了智能装配工作站的网络通信系统,设计了该工作站的远程监控系统。通过仿真和实验研究表明,所设计的远程监控系统能够很好地完成对工业机器人本体运行状态的监控并实现对外围设备运行状态的监控。所采用的PC SDK及Microsoft.NET技术,可以有效监控真实机器人工

作站的运行状态及相关参数变化,及时发现运行异常情况,为智能制造系统远程故障诊断与监控奠定良好的基础。同时,所采用的技术方法可以大大缩短远程监控系统的开发周期,降低开发成本,具有较高的工程应用价值。

## 参考文献:

- [1] 孙志伟.ABB工业机器人网络集成控制系统研究[D].秦皇岛:燕山大学,2017.
- [2] 洪辉武.工业机器人远程监控与诊断系统的研究与设计[D].无锡:江南大学,2021.
- [3] 周伟花.软件构件化技术在工业机器人集成系统的应用研究[D].长沙:中南大学,2013.
- [4] TOYODA Y, HUANG P G, ISHIBASHI Y, et al. Efficiency of cooperation between human and remote robot system with force feedback [C]//2018 IEEE International Conference on Intelligence and Safety for Robotics (ISR).Shenyang,China: IEEE,2018:152-157.
- [5] BI Z M, LIU Y F, KRIDER J, et al. Real-time force monitoring of smart grippers for Internet of things (IoT) applications [J]. Journal of Industrial Information Integration,2018,11:19-28.
- [6] 徐建明,潘湘飞.基于Socket通信的工业机器人监控系统研究[J].计算机测量与控制.2017,25(7):70-73.
- [7] 亢程博,杨慧斌,闫娟,等.基于物联网工业机器人的远程控制和监测系统[J].化工自动化及仪表,2019,46(5):367-370.
- [8] 傅贵武,田英,王兴波.基于SDK通信接口的工业机器人远程监控系统设计[J].机床与液压,2020,48(17):29-33.
- [9] 吴泽枫,李成刚,宋勇等.基于云服务器的工业机器人远程监测系统[J].机械制造与自动化,2020,49(6):153-155,172.
- [10] 陈子阳,刘伟.基于数字孪生工业机器人建模与远程监控系统的设计[J].制造业自动化,2023,45(6):17-22.
- [11] 陈瞰,肖步崧,肖辉.ABB工业机器人二次开发与应用[M].北京:电子工业出版社,2021.
- [12] 陈小艳,王志强,于霜.工业机器人应用编程(ABB)-高级[M].北京:高等教育出版社,2022.

收稿日期:2023-11-10