

# 基于深度学习的工业机器人智能控制系统设计

杜亮

长春电子科技学院

DOI:10.12238/pe.v3i5.16575

**[摘要]**对于传统工业机器人在复杂环境下的适应性差、特征提取不稳定等问题,本文提出了基于深度学习的工业机器人智能控制系统,并对相关技术进展、系统设计方案、软硬件设计等进行深入讨论。所设计的系统包含了数据处理、先进传感技术与深度学习算法,能够实现复杂环境下工业机器人的精准控制与高度适应。本文研究的重点为数据收集、反馈、执行、感知等方面,旨在提高工业机器人控制系统的自适应与智能化的能力,希望能够为未来智能制造、工业自动化领域的发展提供借鉴。

**[关键词]**深度学习;工业机器人;智能控制;系统设计

中图分类号: TP242 文献标识码: A

## Design of an Intelligent Control System for Industrial Robots Based on Deep Learning

Liang Du

Changchun College Of Electronic Technology Changchun City, Jilin Province

**[Abstract]** To address the issues of poor adaptability and unstable feature extraction in traditional industrial robots operating in complex environments, this paper proposes an intelligent control system based on deep learning. It provides an in-depth discussion on relevant technological advancements, system design solutions, and hardware and software design. The proposed system integrates data processing, advanced sensing technologies, and deep learning algorithms to achieve precise control and high adaptability of industrial robots in complex environments. This study focuses on data collection, feedback, execution, and perception, aimed at enhancing the adaptive and intelligent capabilities of industrial robot control systems. It is hoped that this research will offer valuable insights for the future development of smart manufacturing and industrial automation.

**[Key words]** Deep learning; Industrial robots; Intelligent control; System design

在现代制造业发展与工业4.0不断推进的背景下,工业机器人逐渐成为现代制造业中的主要装备,其控制精度与运行效率和工业生产效率与质量具有密切关系。但是,传统机器人控制系统的通信信号不稳定、传输速率慢,导致控制系统与机器人的信息交互出现延迟问题,对生产的效率与连续性造成了影响。另外,传统系统的数据处理能力有限,无法对生产数据进行有效、快速的分析。深度学习技术的特征学习能力强大,降低了对环境变化敏感性,能够解决上述问题<sup>[1]</sup>。以此,本文提出了深度学习下的工业机器人智能控制系统,提高工业机器人在复杂环境下的作业能力。

### 1 工业机器人智能控制系统的架构

在深度学习促进工业革命发展的新时代中,工业机器人控制系统的应用尤为重要。本文重点研究基于深度学习的工业机器人控制系统架构,从而为工业机器人的应用提供实践指导。

本文系统设计的重点为硬件配置,系统架构由传感器、标准化接口、软件模块、数据处理等构成。使用传感器收集周围环境与机器人等相关信息,伺服机构能够使外界控制机器人的运行,控制单元作为系统设计的核心,能够利用标准化接口交换机器人系统与外部设备的数据。在软件设计中,重点为控制逻辑与深度学习的功能。在整体架构设计中,从数据收集到动作执行的全过程都要满足机器人智能化、高效的控制需求。在实际应用中,本文系统设计的架构能够利用相应的任务优化调整,提高工业机器人控制系统的生产效率<sup>[2]</sup>,图1为工业机器人智能控制系统的架构。

### 2 工业机器人智能控制系统的硬件设计

#### 2.1 传感器设备

##### 2.1.1 视觉传感器

通过视觉传感器对服务目标进行识别,使工业机器人识别运动目标。本系统使用XM10-IR红外广角CCD摄像头,此视觉传

器的光谱灵敏度高,能够在低强度照明环境下收集图像,噪声小、灵敏度高。所以,将其应用在工业机器人智能控制系统中能够使机器人在移动时发现运动目标,降低目标遗漏情况。

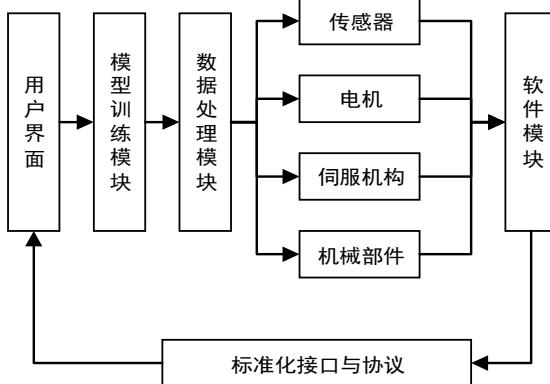


图1 工业机器人智能控制系统的架构

### 2.1.2 MEMS传感器

此传感器能够对机器人的运动角速度与目标方位进行测量,对机器人跟踪角度进行调整。本文使用STIM202传感器信号,此传感器的启动时间短、重量轻,并且支持数据时间戳,采样率高。此传感器的应用提高了机器人目标方位定位精准性,且运动与跟踪实时性高,能够使跟踪目标一直在机器人视觉正前方。

### 2.1.3 超声波传感器

在工业机器人运行中,运动目标能够控制机器人跟踪方式。要想得到运动目标位置的坐标,就要确定两者的相对距离,并通过超声波传感器测距。本文使用HCSR04型超声波传感器,具有较强的抗干扰能力,即便环境复杂,也能够提高距离测量参数准确性。但是,因为传感器接收端的信号接收范围有限,假如出现障碍物,测距就会更加困难。所以,本文设计超声波传感器阵列方式,使超声波覆盖的范围增加,利用三个接收端使机器人能够在超声波信号覆盖范围内运行。

### 2.2 CCD相机模块

将连接视频采集卡利用两部CCD相机,从而收集机器人双目视觉环境图像,得到障碍物空间位置,图2为CCD相机模块的架构。

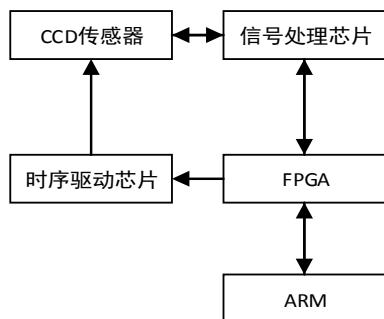


图2 CCD相机模块的架构

通过信号处理芯片、CCD传感器与时序驱动芯片构成图像采集前端电路,选用ICX204AL传感器,利用16pin DIP封装芯片。信

号处理芯片使用12位AD9949信号处理器,像素速率高。时序驱动芯片使用6通道CXD3400N,并配置PROM存储芯片,存储程序信息<sup>[3]</sup>。

### 2.3 视频采集卡模块

设计USB 2.0与FPGA的视频采集卡,通过电源层、底层、顶层构成3层PCB板设计。通过视频采集卡传输所收集的数据,对所收集的信号进行处理与显示。设计卡由数据存储模块、逻辑控制模块构成,在SDRAM数据存储模块中,使用HY57V 641620HG芯片,从而存储逻辑控制数据。在上电运行时,要初始化芯片后根据操作时序设计同步状态机,步骤为:

- (1) 保证程序在102us的稳定期;
- (2) 对所有L-Bank预充电;
- (3) 设置刷新周期和模式寄存器,确定工作模式。

在FPGA逻辑控制模块中使用DEP1C6Q240C8主控芯片,通过多制式视频解码器,工作人员可以自定义输出视频窗口大小。以单片机实现芯片寄存器的配置,并连接单片机管脚后在寄存器中写入配置数据,以解码模块对所收集的视频信息进行处理。利用CY7C68013型号USB芯片支持USB模块中的协议,将一个PC作为主机视频显示的上位机,接收图片与数据。

### 2.4 电机驱动器

通过电机驱动器和电机、PLC微控制器连接,本文利用SDC915电机驱动信号对脉冲宽度进行调制。另外,通过电机驱动器对脉冲信号进行收集,利用脉冲数量对机器人运行过程中的电机位移情况进行控制,以脉冲频率对电机转动速度控制,对机器人运动进行实时调整。

### 2.5 PLC微控制器

通过PLC微控制器控制机器人的移动,并跟踪移动目标,此为系统的设计核心,能够对各子系统进行控制。本文将PLC S7-1200作为控制器的核心,根据单片机处理结果对控制参数分析,然后下达控制指令,从而控制机器人的运行与工作<sup>[4]</sup>。

## 3 工业机器人智能控制系统的软件设计

### 3.1 信息输入端

通过视觉感知层构成系统的信息输入端,通过获取工业环境下机器人收集的图像,并对图像进行处理。但是,在工业环境下可能会出现光照不佳、反光等问题,所以就要对图像降噪:

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad \text{公式1}$$

公式中的G为高斯函数, (x, y) 表示像素位置坐标,  $\sigma$  指高斯函数标准差。利用系统分析局部区域复杂度的自适应值,对高斯函数标准差调整,抑制噪声。其次,利用图像分解补偿法解决光照不均匀的问题:

$$I(x, y) = L(x, y) \cdot R(x, y) \quad \text{公式2}$$

公式中的I(x, y)指原始图像, R(x, y) 与 L(x, y) 分别为照明

分量。通过频域分析使不同区域亮度更加均匀,从而提高了系统控制稳定性。

系统还设计了标定板,通过多角度、多方位的收集图像,使最小化重投影误差得到优化。利用机器人与相机的坐标系转换,使机器人控制坐标和视觉信息更加统一。视觉输出层输出处理后的图像数据,提高系统运行稳定性。在实际应用系统对系统进行自检与重标定,从而保证控制可靠性与精度<sup>[5]</sup>。

### 3.2 数据传输模块

以增强移动带宽模块(eMBB)与超可靠低时延通信(URLLC)两种模式传输数据,eMBB模式带宽高,能够满足工业机器人在传输数据中对大数据量的需求。URLLC模式降低端到端的时延,保证数据传输实时性。在网络架构设计中,使用多接入边缘计算技术,使存储与计算资源融入到网络边缘,从而增强数据传输的效率,使传输时延得到降低。

在数据安全设计中,使用双向认证设备与基于证书的身份认证机制避免非法接入。通过数据加密技术对传输数据进行加密处理,提高数据机密性与安全性。

### 3.3 用户界面与交互设计

在工业机器人智能控制系统设计中,通过用户界面设计能够为用户直观的展现信息,使用户准确、快速的调整控制命令,从而满足生产需求。为了实现此目标,本文使用高效显示算法与信息处理技术,比如MVC界面设计法能够分离数据,提高系统响应效果。在用户界面设计时,实现实时控制与监测算法,保证传感器数据处理与流转的效率。根据实时数据流算法接收机器人所收集的数据,更新界面数据,使操作人员快速决策,公式为:

$$D_p = h(D_r)$$

$$E = d_e(D_p)$$

公式3

公式中的 $h(\cdot)$ 为预处理函数, $D_r$ 为原始数据, $d_e(\cdot)$ 为潜在错误与异常的数据, $D_p$ 为已经处理的数据,E指检测的错误列表。通过控制算法与实时监测技术,能够将验证后正确的信息显示给用户,从而开展操作决策<sup>[6]</sup>。

## 4 结束语

将本文所设计的工业机器人智能控制系统在实际中应用,能够适应复杂环境,并对机器人精准控制。本文中的软件功能对机器人进行智能化控制,使机器人运动及操作策略进行优化。另外,本系统在数据收集、控制、传输等方面的表现良好,能够为工业机器人的智能化控制提供支持。在现代智能算法不断发展的过程中,能够提高工业机器人的智能控制水平,促进制造工业的更高层次的智能化发展进程。

## 参考文献

- [1]徐战威.基于5G的工业机器人智能控制系统设计[J].通信电源技术,2025,42(2):13-15.
- [2]庞党锋,宋亚杰,王春光,等.基于工业机器人的数控加工控制系统设计[J].机床与液压,2020,48(21):62-64.
- [3]黄达,陈薇薇.基于深度学习的工业机器人智能控制系统设计与实现[J].信息记录材料,2024,25(7):131-133,137.
- [4]杨旭.基于模糊PID控制的采摘机器人行走系统设计[J].农机化研究,2023,45(10):211-214,218.
- [5]吴拱星,孙美卫.基于CAD/CAM的机器人平面雕刻系统设计[J].中原工学院学报,2022,33(5):43-47.
- [6]白克,王龙.基于嵌入式智能控制系统的采摘机器人定位导航方法[J].农机化研究,2021,43(1):86-90.

## 作者简介:

杜亮(1991--),男,汉族,吉林白城人,博士,助教,长春电子科技大学,主要研究方向: 机器人智能控制、人工智能。