

# 基于数字孪生的工业机器人状态监测关键技术研究

季沈华

(扬州高等职业技术学校, 江苏 扬州 225003)

**摘要:** 随着时间的推移, 我国提出《中国制造 2025》发展战略, 逐步探究以工业 4.0 为核心的最终目标, 其中, 智能工厂是探究的核心构成。数字孪生是信息物理系统中的重要组成部分, 其研究价值较大。因此, 本文论述数字孪生的内涵、工业机器人状态监测方法以及工业机器人数据驱动技术, 旨在探究基于数字孪生的工业机器人状态监测体系框架和功能, 继而为实时监测工业机器人状态提供必要思路。

**关键词:** 数字孪生; 工业机器人; 状态监测

在制造行业数字化、网络化、智能化发展态势下, 数字孪生技术逐渐从萌芽期迈向成熟期, 也推动社会数字化产品的创新变革。工业机器人系统较为烦琐、工作环境复杂且多变, 并且时常处于变工况运行状态(即变速、变载等等), 所以对工业机器人实时监测能够及时发现其在运行阶段存在的问题, 并及时解决, 完成状态故障的实时监测。本文研究基于数字孪生工业机器人状态监测技术, 对于新时期、新技术的应用发展有着十分重要的意义。

## 一、数字孪生内涵概述

数字孪生指的是结合物理模型、传感器更迭、运行数据存储等信息, 集成多学科、多尺度、多概率的仿真过程, 在虚拟空间中完成映射, 从而体现出相应实体装备的全过程周期。数字孪生指的是一种超越现实的概念, 可将其视为一个或是多个相互依存的重要装备体系, 统称为数字映射系统。数字孪生的最终目的在于结合数字化、模型化内容, 使用信息交换能量, 或是用更少的能量消除各类物理实体, 尤其是烦琐的、包含不确定性内容的部分。建构物理实体的数字化模型或是信息建模技术, 是创设数字孪生、实现数字孪生的源头和核心技术, 也是数字化变革的重心。随着时间的推移, 5G 技术、物联网、大数据、人工智能等手段的出现, 数字孪生在理论基础和实际应用等方面获得迅猛发展。数字孪生和产业技术完美融合, 有助于推动相关产业数字化、网络化和智能化发展变革, 也成为产业转型升级的助推力。在工业产品研发进程中, 结合创设各类工业产品或是数字孪生体, 可以实现服务监控或是产品设备健康管理。

## 二、基于数字孪生技术的工业机器人状态监测方法

### (一) 数字孪生数据采集和传输

数字孪生技术的创新变革也为工业机器人状态监测提供更全面的解决路径, 其中这一数据信息采集和输送是十分重要的部分。数字孪生数据采集包含对工业机器人各类数据的监测和凝练, 这一传输过程也会包含数据分析与处理。针对数字孪生数据采集部分, 传感器技术较为关键, 也可使用各类传感器获取其运行的实际状态、温度、压力、电压等参数值, 上述内容可构成数字孪生的根基, 详细传感器参数设定参见下表。

表1 传感器参数设置

传感器类型	参数名称	设置示例
位置传感器	采样频率	1000Hz
	精度	0.01mm
力传感器	灵敏度	100N
	采样频率	200Hz
视觉传感器	分辨率	1920×1080
	帧率	30fps
温度传感器	量程	-20~120℃
	精度	±0.5℃

伴随各类新兴技术的创新变革, 传感器的精度和采样频率在不断上升, 也使得工业机器人监测更为精准和全面。同时, 数字孪生信息采集也并非局限于上述参数的汇总, 也包含结构参数、实时数据和视频影像等内容的采集, 进而为建构多元化模型提供助力。

数字孪生数据传输要借助更先进的信息技术完成建构。对于工业机器人状态监测而言, 数据传输要配备更快速且稳定的性能。基于现代工业制造来看, 大多选用以太网技术完成不同类型数据的传输, 保障数据可以在高速运转的状态下完成集中处理和分析。另外, 为保障数据传输过程的安全性, 选用加密技术或是控制手段较为关键, 以此规避数据传输过程中可能存在的外部篡改与不良访问。

要想让数据传输可以稳步发送至指定位置, 需要采取下述举措进行: 使用更高质量的传感器装置, 衔接高速网络接口和通信技术, 应用数据压缩、编码校对等手段, 使用更高精度的网络安全技术。

### (二) 工业机器人孪生模型建构

工业机器人孪生模型建构是基于各类数据传输监测和物理模型汇总的方式, 用于监测这一机器人运作状态、工作性能和健康概况。其中, 孪生模型主要是由数据驱动和物理模型共同汇总完成。数据驱动多是结合数据传输获取的机器人工作动态, 且使用各类算法完成数据特征集取, 以及不同数据模型的建构。这一测算公式主要是由下述部分组成:  $f(x) = \text{sign}(wx+b)$ 。式中,  $f(x)$  表明由不同数据分类监测的结果;  $w$  代表的是权重向量;  $x$  代表的是特征向量;  $b$  表明是偏置。物理模型部分主要基于机器人框架、

力学特性和控制体系,使用数学方程描绘机器人的运动学和动力学之间的关系。

### (三) 数字孪生和工业机器人可视化监测

数字孪生和工业机器人可视化监测指的是借助数字孪生手段获取机器人运作的实时数据信息,以人们通俗易懂的形式呈现,便于工程师和操作人员明确这一工作流程,用于实时监测数据信息。此项技术主要融合虚拟仿真和实时传输,为后续的机器人监测和管理提供必要支撑。

结合上述数字孪生模型,依托于各类先进技术,实时监管工业机器人的各类参数,并将其完成数字化模型建构。同时,也可使用此项技术,将数字孪生模型用以图表、曲线、动画等形式呈现。让相关工作人员了解此机器运行状态、指标和运行阶段存在的问题,工业机器人性能指标如表2所示。

表2 工业机器人的性能指标

性能指标	描述	示例
负载能力	最大能够承载的重量	10kg
工作空间	可操作的三维空间范围	1000mm×800mm×500mm
重复定位精度	机器人重复定位的精度	±0.1mm
最大速度	可以达到的最大运动速度	2m/s
加速度	运动加速度	3m/s <sup>2</sup>
控制精度	在不同轴向的控制精度	±0.05mm
使用寿命	预期的机器人使用寿命	60000h

工业机器人动态的可视化表明可将各类烦琐信息转化为通俗易懂的形式,便于人们查阅与理解,用户也可实时捕捉异常。借助可视化呈现,相关操作人员能迅速判断其运行状态并完成相应举措,有助于提升工作成效,减少各类事故的发生,继而维护各类生产计划,实现数字化、智能化管理。为用户提供更直观的数据信息,便于各类生产流程的优化调整,推动智能化、数字化制造发展。

### 三、工业机器人数据驱动技术探究

#### (一) 数据驱动

在践行数字孪生过程中,设定虚拟模型只是第一步,实现数据交互是关键。

数据是完成这一体系运行的核心部分,强化数据传输流程可保障数字孪生系统平稳运行。数据主要汇总工业机器人物理实体在运转过程中的数据状态,也是完成数据运行状态监测、诊断和判定的前提条件。为了实现对工业机器人物理实体、虚拟模型和服务体系的实时更新与动态响应,应当以数据交互为基础,结合历史信息完成深度分析和探究,不断对工业生产过程优化创新,并提供更科学的决策信息,以此提升工作成效,也对智能工厂建设十分关键。

#### (二) 数据驱动整体方案

数据是建构数字孪生动态的核心构成,可将其划分为两大类:即静态数据和动态数据。静态数据指的是工业机器人运转的基础信息,如设备称谓、设备编号、工作参数等等;动态数据则

指的是这一机器人运作过程中获取的各类信息,比如位置信息、速度信息、电流、电压信息等等。动态数据多借助工业机器人上传至传感器部分,并存储到数据库中,借助网络接口完成数据实时输送,然后将数据和工业机器人模拟模型进行绑定,完成虚拟模型的同步。为了更好地满足工业机器人运作需求,设定符合其运作流程的数据驱动整体框架。

数据驱动整体框架主要包含三大部分,即工业机器人本体、数据终端以及数据库,这一框架的运作流程如下:一是,使用示教器完成对机器人运作程序的编撰,然后综合TCP/IP协议完成数据终端和服务端之间的衔接。按照编写的程序完成既定工作,也使得机器人在运转过程中,内部寄存器会对其运作流程完成汇总整合,并伴随机器人的运动轨迹完成适度转变。二是要对其运作状态过程中产生的各类信息进行读取和传输,保障其运转衔接顺畅,结合TCP/IP协议,实时存储工业机器人运动信息,并将这一内容上传至服务端。三是实现数据对虚拟模型的驱动以及历史信息的永久性保存。在获取完整的工业机器人动态信息后,要对此类信息分门别类,完成数据处理,使得工业机器人虚拟模型可完成部分绑定,继而让工业机器人物理实体对虚拟模型的数据驱动,此外,还要将获取的动态信息上传至数据库中,并做到持久保存。四是利用服务端的人际交互界面,借助整合工业机器人虚拟模型运动完成动态驱动,促使机器人同步操作,以此完成工业机器人虚拟模型对物理实体的反向控制,从而实现工业机器人物理实体和虚拟模型之间的双向映射。

### 四、结语

综上所述,本文描述的基于数字孪生工业机器人状态监测体系,结合对各类数据信息采集完成可视化操作,便于对工业机器人完成在线监测。实践研究表明,这一体系可以完成精准预测,便于采集工业机器人在装配过程中的数据信息,运用实时传输信号,及时更新数字孪生模型,也能真实展现其运转状态。使用数据驱动技术监测、数字孪生数据采集和传输,使得数字孪生技术在装备中实践应用,也为后续工业机器人状态监测研究提供基础参考。

#### 参考文献:

- [1] 耿琦琦.基于数字孪生仿真建模的机器人状态监测技术研究[D].重庆:重庆邮电大学,2019.
- [2] 许向南,闫利文,谢煜坚.基于移动终端的工业机器人远程监测与故障诊断系统设计[J].机床与液压,2021,49(23):73-76.
- [3] 韩特,李彦夫,雷亚国,等.融合图标签传播和判别特征增强的工业机器人关键部件半监督故障诊断方法[J].机械工程学报,2022,58(17):116-124.
- [4] 欧阳志民.工业机器人关节状态监测方法研究[D].昆明:昆明理工大学,2021.