

# 工业协作机器人研究热点及可视化分析

高小青

杭州钱江智能装备有限公司 浙江 杭州 311215

**【摘要】**在经济全球化大环境下,智能制造成为解决需求疲软问题的有效方向。2021年,我国工业和信息化部、国家发展和改革委员会、教育部、科技部、财政部、人力资源和社会保障部、国家市场监督管理总局、国务院国有资产监督管理委员会等八部门联合发布了《“十四五”智能制造发展规划》,明确提出:到2025年,规模以上制造企业大部分实现数字化、网络化,智能制造时代正式到来。智能制造背景下,工业机器人技术获得了更加广阔的发展空间。

**【关键词】**工业;机器人;热电;可视化

## 1.工业协作机器人研究热点

从研究的时间分布来看,国内外的协作机器人发文数量均呈上升趋势,2016年国际国内发文量均进入快速发展阶段,在2021年到达顶峰。从研究的空间分布来看,协作机器人已成为全球学术热点,美国作为发文量最多的国家,在该领域中发挥了重要的枢纽作用,中国在国际的发文量也位居前列,但仍需要跟踪国际热点积极创新。

从研究历程来看,国际与国内对于协作机器人的研究都经历了萌芽期、探索期和快速发展期。国际学者的探索协作机器人的时间较早,并在2006—2015年出现了技术研究热潮,从2016年开始,关注点转至研究协作机器人的人机交互、人因工程和安全空间等问题。国内对协作机器人的研究相对较晚,但快速进入研究成长阶段,一方面,国内学者积极吸取国际经验,推动了技术的创新;另一方面,国内中小企业的需求增长,政府一系列政策的支持,都推动了协作机器人研究的迅速发展。

从研究热点及演进来看,国际与国内共同热点词为“人机协作”。国际上在技术研究方面,侧重于结构设计、机器人编程、机器学习、视觉系统、虚拟现实、碰撞躲避等问题的研究;在人-机-环交互方面,从交互界面设计、高级人机交互、人体工程学等方面,研究工人的技术接受度和工作负荷;在应用研究方面,不少学者讨论了工业环境中使用的智能制造、协作机器人和机器学习技术相关的概念、标准和趋势,并结合工业5.0提出了未来协作机器人的发展方向。

## 2.工业协作机器人可视化应用措施

### 2.1.摄像机标定技术应用

摄像机标定技术是实现工业机器人视觉高精度定位的关键。摄像机拍摄图像基本单位为像素,根据像素

平面内图像与像素点位置、图像与摄像机内成像平面位置、空间内摄像机位置、图像与摄像机之间位置关系,可以图像左上角为坐标系原点,与图像平面两边平行建立横轴、纵轴,以像素点为单位,建立像素平面坐标系。进而以摄像机光轴与相面交汇点为坐标系远点,与图像平面两边平行建立横轴、纵轴,获得像平面坐标系。同时以相机镜头光心位置为远点,与像平面两边平行建立横轴、纵轴,沿镜头光轴方向与像平面 $90^\circ$ 位置建立竖轴,获得相机坐标系。在完成摄像机标定后,可以将工件图像坐标自由转化为世界坐标,确保工业机器人视觉定位精度。比如,在工业机器人执行对螺母工件抓取任务时,需确定机器人末端坐标系、螺母工件坐标系之间位置关系,通过摄像机标定可以为两者关系求解提供依据。因在工业机器人单目视觉系统内摄像机位于工业机器人外部(工作空间顶部),相对于工业机器人基座位置固定,摄像视野极易被工业机器人移动位置遮挡。基于此,可以随机选择工业机器人移动过程中的任意2个位置姿态,借助标定板坐标系相对于摄像机坐标系的变换矩阵,将机器人基坐标系转化为末端执行器坐标系,促使摄像机由空间顶部转换为机器人内部空间末端,随机器人移动摄像,确保工业机器人移动过程视觉无遮挡。

### 2.2.机器视觉技术应用

机器视觉技术是工业机器人精准识别工件的关键,主要用于机器人检测工件。在工业机器人检测工件并在摄像机坐标系内标定工件位置后,需要借助机器视觉技术中的图像预处理,综合应用降噪、变换、增强、滤波操作方式,去除干扰、噪声,确保原图像适用于计算机特征提取。一般在预处理环节,需要先面向涵盖若干颜色向量的像素点矩阵,结合光学原理,对图像进行灰度化处理,获得可反映图像形态特征的灰度图像。进而借助二值化处理方法,凸显主要目标工件轮廓。同时利用邻域均值滤波法、高斯滤波法,去除高斯噪声、椒盐噪声,避免目标工件背景内噪声对图像目标大小、形状或

特定几何结构特征造成干扰。在这个基础上,利用直方图均衡化方法,以灰度级为横坐标,以频率为纵坐标,精准描述图像灰度级,分割工件图像边缘轮廓与背景图像,为工件边缘检测提供参考。最终借助 Canny 边缘检测法,对图像中工件边缘进行检测,获得清晰的工件边缘,为工业机器人高精度视觉识别与定位提供依据。而通过机器视觉技术的应用,可以为工业机器人提供精确的目标工件导航,解除最开始位置姿态的干扰,为工业机器人的强适应、高精度、大范围应用提供依据,为工业机器人智能化发展提供动力。

以机器视觉技术在工业机器人分拣系统中的应用为例,其机器视觉板块主要由工业相机、监视显示器、视觉控制器三个部分组成,可以实现物料颜色、数量、形状等特征与工件装配效果的精准、正确检测。即由工业相机采集传送带上物料图像信息,经计算机分析、处理物料图像信息,在目标物料坐标系内确定物料位置,经坐标系与工业机器人自身坐标系转换,引导工业机器

人精准分拣传送带中物料,并将其分类放入物料放置槽,为工业流水生产线高速、平稳运行提供依据。

### 3.结束语

综上所述,从未来研究趋势来看,协作机器人的研究发展迅速,研究内容呈现出机械、力学、通信、计算机、交互、设计、人因等学科交叉融合的趋势。国内研究目前正处在技术研究阶段,而可靠的安全标准、直观的交互界面、人本的职业健康(人体工程学和人为因素)、共享的空间设计等研究也是未来值得关注的热点议题。

### 【参考文献】

[1] 聂迎春,刘鑫,聂宗圣.制造业数字服务化研究的总体态势和热点趋势可视化分析[J].科技和产业, 2023, 23(2):6.

[2] 崔亚飞,罗辉,秦龙.基于数字孪生的工业机器人运动仿真[J].机电工程技术, 2022, 51(12):4.