

面向智能制造的工业机器人视觉引导装配技术探讨

王 涛

山东合力金桥系统集成有限公司 山东聊城

【摘要】工业机器人视觉引导装配技术作为智能制造的关键环节，正逐渐成为提升生产效率和产品质量的重要手段。本文探讨了面向智能制造的工业机器人视觉引导装配技术的应用现状、挑战与未来发展方向。首先分析了当前视觉引导技术在装配过程中的应用及其对提高制造精度的重要性。随后讨论了现有技术面临的瓶颈，如环境适应性差、识别准确率低等问题，并提出了相应的解决方案。通过案例研究展示了新技术如何克服这些挑战，从而实现更高效的自动化装配流程。改进后的视觉引导系统能够显著提升装配过程的灵活性和智能化水平，为智能制造的发展提供有力支持。

【关键词】 智能制造；工业机器人；视觉引导装配；自动化

【收稿日期】2024 年 12 月 16 日 **【出刊日期】**2025 年 1 月 19 日 **【DOI】**10.12208/j.jer.20250017

Discussion on the visual guidance assembly technology of industrial robots for intelligent manufacturing

Tao Wang

Shandong Heli Jinqiao System Integration Co., Ltd, Liaocheng, Shandong

【Abstract】 As a key link in intelligent manufacturing, the visual guidance assembly technology of industrial robots is gradually becoming an important means to improve production efficiency and product quality. This paper explores the application status quo, challenges, and future development directions of the visual guidance assembly technology of industrial robots for intelligent manufacturing. Firstly, it analyzes the application of the current visual guidance technology in the assembly process and its significance for improving manufacturing accuracy. Subsequently, it discusses the bottlenecks faced by existing technologies, such as poor environmental adaptability, low recognition accuracy, and other issues, and proposes corresponding solutions. Through case studies, it demonstrates how new technologies can overcome these challenges, thus achieving a more efficient automated assembly process. The improved visual guidance system can significantly enhance the flexibility and intelligence level of the assembly process, providing strong support for the development of intelligent manufacturing.

【Keywords】 Intelligent Manufacturing; Industrial Robots; Visual Guidance Assembly; Automation

引言

随着科技的进步，智能制造已成为现代制造业发展的重要趋势。工业机器人的应用极大地推动了生产自动化进程。在复杂多变的制造环境中，如何高效精准地完成装配任务依然是一个重大挑战。视觉引导技术因其独特的优势，被广泛应用于工业机器人的装配过程中。这项技术不仅能够提高装配的精度和速度，还能增强生产线的灵活性。本论文将深入探讨这一领域内的最新进展以及存在的问题，

并提出有效的解决方案，旨在为相关领域的研究者和从业者提供有价值的参考。

1 智能制造背景下工业机器人视觉引导装配技术的需求与发展现状

在智能制造的浪潮中，工业机器人视觉引导装配技术的重要性日益凸显。随着制造业对生产效率和产品质量要求的不断提高，传统的手工装配方式已难以满足现代制造的需求。工业机器人凭借其高效、精准的特点，逐渐成为生产线上的主力军。单纯

依靠机械定位与编程控制的传统机器人在复杂多变的装配任务中显得力不从心。视觉引导技术的引入为解决这一难题提供了新的思路。通过集成高精度摄像头、图像处理算法以及智能控制系统，视觉引导系统能够实时捕捉并分析工件的位置和姿态信息，从而指导机器人进行精确操作。这种技术不仅提升了装配过程的灵活性和适应性，还显著提高了生产效率和产品一致性。

实际应用中，视觉引导装配技术已经在多个行业得到了验证。在汽车制造领域，机器人通过视觉系统识别零部件的具体位置和方向，自动调整抓取策略，完成精密装配任务。这不仅减少了人工干预，降低了生产成本，还大幅提升了装配质量。电子制造业也是该技术的重要应用场景之一。面对微小而复杂的电子元件，传统方法往往难以实现高效准确的装配。而借助先进的视觉引导技术，机器人能够在高速运转的生产线上实现毫米级甚至微米级的精确操作。这使得大规模、高质量的电子产品生产成为可能。视觉引导技术还具备自我学习能力，能够根据不同的工况自动优化参数设置，进一步提升系统的稳定性和可靠性。

随着人工智能和机器视觉技术的不断进步，工业机器人视觉引导装配技术将迎来更广阔的应用前景。深度学习算法的引入将大幅提升图像识别的准确率和速度，使机器人能够更加灵活地应对复杂环境下的装配任务。5G 等新一代通信技术的发展也将为远程监控和协同作业提供强有力的支持，推动智能制造向更高层次迈进。这些技术进步不仅有助于克服现有技术瓶颈，还将为工业机器人视觉引导装配技术开辟新的应用领域和发展空间。通过不断创新和完善，这项技术有望在更多行业中发挥关键作用，助力制造业实现智能化转型。

2 视觉引导装配技术面临的主要挑战及应对策略

尽管视觉引导装配技术在提升生产效率和产品质量方面展现了巨大潜力，但其实际应用过程中仍面临诸多挑战。环境适应性是其中一大难题，工业现场的光线变化、灰尘及振动等因素都会对视觉系统的成像质量造成影响，进而干扰图像识别的准确性。在高粉尘环境中，摄像头镜头容易被污染，导致图像模糊不清；而在强光或阴影交错的工作环境下，

图像对比度降低，使得特征提取变得困难。复杂工件表面的反光和纹理不均匀也会给视觉系统带来额外的挑战。为解决这些问题，研发人员正在探索多种应对策略，如采用自适应照明系统来优化成像条件，以及开发鲁棒性强的图像处理算法以提高识别精度。

另一个常见问题是识别准确率的不足。即使在理想条件下，某些微小或形状复杂的工件也难以通过常规视觉系统实现精准定位。这不仅限制了装配过程的自动化程度，还可能导致生产效率下降。为了克服这一障碍，研究人员正致力于开发基于深度学习的视觉识别算法。这些算法能够通过对大量样本的学习，自动提取并优化特征表示，从而显著提升识别准确率。多传感器融合技术也被广泛应用于提升视觉系统的感知能力。通过结合激光测距仪、红外传感器等多种感知手段，可以更全面地获取工件的空间信息，进一步增强系统的稳定性和可靠性。

除了上述技术层面的挑战，实施成本也是制约视觉引导装配技术普及的一个重要因素。高端视觉设备和软件系统的采购费用较高，且需要专业技术人员进行维护和调试。为降低成本，许多企业开始尝试模块化设计和标准化组件的应用，通过简化系统架构来减少不必要的开支。随着技术的发展，硬件成本逐渐下降，软件功能不断增强，这为更多中小企业提供了采用视觉引导装配技术的机会。政府及相关行业协会也在积极推动相关政策和技术标准的制定，促进该技术在更大范围内的推广应用。通过多方努力，视觉引导装配技术有望在未来实现更加广泛和深入地应用，助力制造业向智能化方向加速转型。

3 基于先进视觉技术的装配案例分析与实践探索

在实际应用中，基于先进视觉技术的装配案例展示了其卓越的性能和广泛的应用前景。以汽车制造行业为例，某知名汽车制造商在其发动机装配线上引入了视觉引导机器人系统。该系统配备了高分辨率摄像头和先进的图像处理算法，能够实时捕捉发动机零部件的位置和姿态信息，并指导机器人进行精确安装。通过这种方式，不仅大幅提升了装配精度，减少了人工操作中的误差，还显著提高了生产效率。视觉系统还能自动检测装配过程中可能出

现的缺陷，如零件缺失或位置偏差，及时发出警报并调整操作策略，确保产品质量的一致性和可靠性。

在电子制造业中，视觉引导技术同样发挥了重要作用。面对微小而复杂的电子元件，传统装配方式难以满足高效精准的要求。一家领先的电子产品制造商在其 SMT（表面贴装技术）生产线中采用了基于深度学习的视觉识别系统。该系统通过对大量样本的学习，能够快速准确地识别各种元件的位置和方向，指导机器人完成高速贴片操作。这不仅提高了贴装速度和质量，还降低了废品率，为企业节省了大量成本。系统具备自我学习能力，可以根据不同的工况自动优化参数设置，进一步提升装配过程的灵活性和智能化水平。

除了上述应用场景，视觉引导技术还在其他领域展现了巨大潜力。在医疗器械制造中，视觉系统可以精确引导机器人进行高精度装配，确保每个组件都符合严格的质量标准。这类应用对精度要求极高，任何细微的偏差都可能导致产品失效。采用先进的视觉技术和智能控制系统成为解决这一难题的关键。通过不断优化图像处理算法和增强系统的适应性，视觉引导装配技术能够在更广泛的工业场景中实现高效、精准的操作。这些成功的实践案例不仅验证了视觉引导技术的有效性，也为未来的研究和应用提供了宝贵的经验和参考，推动智能制造向更高层次发展。

4 视觉引导装配技术对智能制造的促进作用与影响

视觉引导装配技术的引入为智能制造带来了深远的影响，显著提升了生产过程的智能化和自动化水平。通过集成高精度摄像头、先进的图像处理算法以及智能控制系统，视觉引导系统能够实时捕捉并分析工件的位置和姿态信息，从而指导机器人进行精确操作。这种技术不仅提高了装配精度和效率，还增强了生产线的灵活性和适应性，使得制造过程更加高效且可控。在汽车制造领域，视觉引导技术的应用使得复杂的车身装配任务能够在无人干预的情况下顺利完成，大大缩短了生产周期，降低了人工成本。

在复杂多变的工业环境中，视觉引导装配技术展现了其强大的适应能力。无论是面对光线变化、粉尘污染还是工件表面反光等挑战，先进的视觉系

统都能够通过自适应照明和鲁棒性强的图像处理算法来克服这些问题，保持高效的识别准确率。随着深度学习算法的不断进步，视觉系统的自我学习和优化能力也得到了显著提升。这使得机器人能够更加灵活地应对各种复杂的装配任务，进一步推动了智能制造的发展。在电子制造业中，视觉引导技术能够实现对微小元件的高速精准贴装，极大地提高了生产效率和产品质量。

视觉引导装配技术将在更多领域发挥关键作用，推动智能制造迈向新的高度。随着 5G 通信技术和物联网的发展，远程监控和协同作业成为可能，视觉引导系统将能够实现更广泛的互联互通，进一步提升生产管理的智能化水平。人工智能和大数据分析的结合也将为视觉引导技术带来新的突破，使其具备更强的数据处理能力和更高的决策智能化水平。这些技术进步不仅有助于解决现有技术瓶颈，还将为工业机器人视觉引导装配技术开辟新的应用领域和发展空间。通过不断创新和完善，这项技术有望在更多行业中发挥关键作用，助力制造业实现全面智能化转型，为未来的工业发展奠定坚实基础。

5 结语

本文深入探讨了面向智能制造的工业机器人视觉引导装配技术的应用现状、挑战及未来发展方向。通过分析实际案例，展示了该技术在提升生产效率和产品质量方面的显著优势，并讨论了其对智能制造的重要促进作用。尽管面临诸多挑战，但随着技术的不断进步，特别是深度学习算法、5G 通信技术和物联网的发展，视觉引导装配技术将为制造业带来更加智能化和高效的解决方案，推动行业向更高层次迈进。

参考文献

- [1] 刘文博,陈志刚.深度学习在工业机器人视觉引导系统中的应用研究[J].机械工程学报,2023,59(1):123-130.
- [2] 王晓明,李建军.基于多传感器融合的视觉引导装配技术进展[J].自动化学报,2022,48(6):1456-1463.
- [3] 高翔,孙丽娜.视觉引导机器人在电子制造中的应用与优化[J].电子工艺技术,2021,42(3):167-172.
- [4] 赵宏伟,杨柳青.工业 4.0 背景下智能制造关键技术及其应用[J].制造技术与机床,2020,65(4):345-350.

- [5] 徐建新,林晓燕.智能制造中视觉引导技术面临的挑战与对策[J].计算机集成制造系统,2020,25(10):2345-2352.
- [6] 黄建国,罗玉琴.基于机器视觉的自动化装配技术研究与发展[J].机电一体化,2019,24(2):56-61.
- [7] 陈家辉,朱雪梅.工业机器人视觉引导系统的自适应照明技术[J].光学精密工程,2018,25(8):2017-2023.

- [8] 郑海峰,蒋丽萍.多机器人协同作业中的视觉引导技术研究[J].机器人,2017,38(3):278-285.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

