

基于机器视觉的自动化装配线精度提升方法探讨

段俊

温宿县曦隆燃气开发有限公司 新疆阿克苏

【摘要】 机器视觉技术在自动化装配线中发挥着重要作用，但其精度提升仍面临诸多挑战，如环境干扰、零部件复杂性、系统集成难度等。为此，提出了一系列优化策略，包括改善光学条件、应用深度学习算法、强化系统集成和升级硬件设备等。这些策略在实际应用中显著提高了装配线的精度和效率，减少了次品率，降低了生产成本。未来，随着技术的不断进步，机器视觉有望在更复杂的生产环境中实现更高精度的装配，为制造业的智能化发展提供更有力的支持。

【关键词】 机器视觉；自动化装配线；精度提升；优化方法；案例分析

【收稿日期】 2025 年 3 月 3 日

【出刊日期】 2025 年 4 月 5 日

【DOI】 10.12208/j.jer.20250152

Exploration of precision improvement methods for automated assembly lines based on machine vision

Jun Duan

Xilong Gas Development Co., Ltd., Wensu County, Aksu, Xinjiang

【Abstract】 Machine vision technology plays an important role in automated assembly lines, but its precision improvement still faces many challenges, such as environmental interference, component complexity, and system integration difficulties. To address these issues, a series of optimization strategies have been proposed, including improving optical conditions, applying deep learning algorithms, strengthening system integration, and upgrading hardware equipment. These strategies have significantly improved the precision and efficiency of the assembly line in practical applications, reduced the defect rate, and lowered production costs. In the future, with continuous technological progress, machine vision is expected to achieve higher-precision assembly in more complex production environments, providing stronger support for the intelligent development of the manufacturing industry.

【Keywords】 Machine vision; Automated assembly line; Precision improvement; Optimization methods; Case analysis

引言

在现代制造业中，自动化装配线的精度直接影响产品的质量和生产效率。机器视觉技术作为实现高精度装配的关键手段，已被广泛应用于多个领域。然而，当前机器视觉系统在复杂环境下的精度仍受到诸多因素的制约，如环境干扰、零部件复杂性以及系统集成的挑战等。深入探讨如何通过优化技术手段提升机器视觉系统的精度，对于推动自动化装配线的高效运行和制造业的智能化发展具有重要意义。

1 机器视觉在自动化装配线中的应用现状

机器视觉技术作为现代自动化生产的关键技术之一，已经在众多自动化装配线中得到了广泛应用。它通过模拟人类视觉功能，利用光学设备和图像处理技术

获取物体的图像信息，并对这些信息进行分析和处理，从而实现了对物体的识别、检测和定位等功能。在汽车制造领域，机器视觉被用于零部件的装配检测，能够快速准确地识别零部件的形状、尺寸和位置，确保装配的精确性。在电子制造行业，机器视觉系统被广泛应用于芯片封装、电路板检测等环节，能够在微小的尺度上实现高精度的检测和装配操作，有效提高了生产效率和产品质量。

机器视觉系统的应用不仅限于检测和定位，它还能够实现对装配过程的实时监控和质量控制。通过与自动化装配设备的集成，机器视觉系统可以实时反馈装配过程中的偏差信息，及时调整装配参数，确保装配过程的稳定性和一致性。机器视觉技术还具备一定的

作者简介：段俊（1988-）男，汉，新疆，高级工程师，本科，研究方向为机械类。

适应性和灵活性，能够根据不同产品的特点和装配要求定制化开发，满足多样化的生产需求。随着技术的不断进步，机器视觉系统的性能也在不断提升，其分辨率、检测速度和精度等方面都有了显著的改进，为自动化装配线的智能化发展提供了有力支持。

然而，尽管机器视觉技术在自动化装配线中已经取得了广泛的应用，但其在实际生产中仍面临一些挑战和限制。在复杂的生产环境中，光线变化、物体表面反射等因素可能会影响图像的采集质量和视觉系统的检测精度。对于一些形状复杂或具有微小特征的零部件，机器视觉系统的识别和定位难度也会相应增加^[1-2]。装配线的动态性，如机械振动和传送带速度的不稳定性，也会对图像的清晰度和系统的实时性产生负面影响。这些问题的存在限制了机器视觉技术在自动化装配线中的进一步应用和发展，需要通过不断的研究和技术创新来加以解决。

2 当前自动化装配线精度提升面临的挑战

环境因素对机器视觉系统的干扰不容忽视。光照条件的变化、阴影的产生以及反射光的存在，都会影响图像采集的质量，进而降低视觉系统的检测精度。装配线上的振动和机械运动也可能导致图像的模糊或失真，进一步增加了精确检测的难度。零部件的复杂性也为装配精度的提升带来了挑战。现代制造业中，许多零部件具有复杂的形状、微小的尺寸以及精细的结构特征，这些特点使得机器视觉系统在识别和定位时需要更高的分辨率和更精确的算法。零部件表面的材质和纹理差异也会对视觉系统的检测效果产生影响，透明或半透明材料、高反射率表面等都可能干扰图像的正常采集和处理。

再者，机器视觉系统与自动化装配设备的集成协调问题也是影响精度提升的重要因素。装配线上的多个设备需要在精确的时间和空间同步下协同工作，而机器视觉系统与机械臂、传送带等设备之间的通信延迟、控制精度不匹配等问题，可能导致装配动作的不准确，从而影响整体的装配精度。机器视觉系统的实时性要求较高，尤其是在高速装配线中，如何在短时间内完成高质量的图像采集、处理和反馈，是当前技术需要解决的关键问题。数据处理和算法优化也是提升装配精度的瓶颈之一^[3-4]。随着装配线复杂度的增加，机器视觉系统需要处理的数据量大幅上升，如何从海量数据中快速准确地提取有效信息，并基于这些信息进行精准的决策，是当前面临的技术难题。现有的一些视觉算法在面对复杂场景时可能存在适应性不足的问题，需

要进一步优化和改进以满足高精度装配的要求。

在实际的自动化装配场景中，这种集成协调的复杂性尤为突出。一方面，装配线的高效运行依赖于机器视觉系统与机械臂等执行设备之间的无缝对接。机械臂的运动精度和速度必须与视觉系统的检测速度相匹配，以确保在正确的时间和位置完成装配任务。另一方面，传送带的速度控制也对装配精度产生重要影响。如果传送带速度不稳定或与视觉系统的检测节奏不一致，可能导致零部件位置的偏差，进而影响装配的准确性。机器视觉系统在高速装配线中的实时性要求极高，需要在极短的时间内完成从图像采集到处理再到反馈控制的整个流程。

3 基于机器视觉的精度提升优化策略

针对自动化装配线中机器视觉系统面临的挑战，一系列优化策略被提出以提升其精度。在环境适应性方面，采用先进的光学滤波技术和多光源照明方案，能够有效减少光照变化、阴影和反射光对图像采集的影响。通过精确控制光源的强度、角度和颜色，结合滤波器去除干扰光，可以显著提高图像的清晰度和对比度，为后续的图像处理提供高质量的输入。在图像处理算法方面，深度学习技术的引入为精度提升带来了新的机遇。卷积神经网络（CNN）等深度学习算法能够自动学习图像特征，对复杂形状和纹理的零部件具有更强的识别能力。

通过大量标注数据的训练，这些算法可以不断优化自身的参数，提高对不同零部件的识别精度和适应性。结合传统图像处理方法与深度学习算法的混合策略，能够在保证实时性的进一步提升检测的准确性。系统集成优化也是提升精度的重要环节。通过建立高速、低延迟的通信网络，确保机器视觉系统与自动化装配设备之间的实时数据传输和同步控制^[5-6]。开发更加精准的运动控制算法，使机械臂等设备能够根据视觉系统的反馈快速调整位置和姿态，从而实现高精度的装配操作。引入实时反馈机制，让机器视觉系统在检测到偏差后能够立即通知装配设备进行调整，进一步提高了装配的稳定性和一致性。硬件设备的升级也是优化策略的一部分。采用高分辨率、高帧率的相机以及更先进的图像传感器，能够捕捉到更清晰、更详细的图像信息，为精度提升提供基础支持。

优化光学镜头的设计，减少畸变和像差，进一步提高了图像的质量和可靠性。高质量的图像为后续的检测和识别提供了更坚实的基础，确保了机器视觉系统在复杂环境下的稳定性和准确性。通过这些多方面的

优化策略, 机器视觉系统在自动化装配线中的精度有望得到显著提升。这不仅能够减少因装配误差导致的次品率, 提高生产效率, 还能增强整个自动化生产系统的智能化水平。随着技术的不断进步和优化策略的持续实施, 机器视觉系统将在自动化生产领域发挥更大的作用, 为制造业的智能化升级和高质量发展提供更有力的支持。

4 精度提升方法的实践效果与案例

在实际应用中, 通过一系列精度提升方法的实施, 自动化装配线的性能得到了显著改善。优化后的机器视觉系统在复杂环境下表现出更强的适应能力, 光学滤波技术和多光源照明方案的应用, 有效减少了光照变化和反射光对图像质量的影响。高质量的图像输入为后续处理提供了坚实的基础, 确保了检测和识别的准确性。深度学习算法的引入, 使得机器视觉系统在处理复杂零部件时表现出色。

卷积神经网络(CNN)等算法通过大量数据训练, 能够准确识别不同形状和材质的零部件, 提高了系统的识别精度和适应性。混合策略的应用, 结合传统图像处理方法与深度学习算法, 确保了系统在高精度和实时性之间取得平衡。优化后的算法在实际生产中表现出色, 能够快速、准确地完成检测任务。系统集成优化方面, 通过建立高速、低延迟的通信网络, 实现了机器视觉系统与自动化装配设备之间的实时数据传输和同步控制。精准的运动控制算法, 使得机械臂等设备能够根据视觉系统的反馈快速调整位置和姿态, 确保了装配操作的高精度。实时反馈机制的引入, 使得系统能够在检测到偏差后立即进行调整, 进一步提高了装配的稳定性和一致性。

硬件设备的升级同样为精度提升提供了重要支持。高分辨率、高帧率的相机和先进的图像传感器, 捕捉到更清晰、详细的图像信息, 优化后的光学镜头设计减少了畸变和像差, 确保了图像的质量和可靠性。这些硬件改进为系统的整体性能提升奠定了基础^[7-8]。在实际应用案例中, 优化后的机器视觉系统显著提高了装配线的生产效率和产品质量。装配精度的提升不仅减少了次品率, 还降低了生产成本, 增强了企业的市场竞争力。通过这些实践效果的验证, 证明了精度提升方法的有

效性和可行性, 为未来进一步优化和推广机器视觉技术提供了宝贵经验。

5 结语

综观机器视觉在自动化装配线中的应用与发展, 其在提升装配精度方面已取得显著成效, 但仍面临诸多挑战。通过优化环境适应性、改进图像处理算法、强化系统集成以及升级硬件设备等策略, 有效解决了当前存在的问题, 显著提升了装配线的精度与效率。展望未来, 随着技术的进一步发展, 机器视觉有望在更复杂的生产场景中发挥更大作用, 推动自动化装配技术向更高水平迈进, 为制造业的智能化升级提供更有力的支持。

参考文献

- [1] 徐建喜, 吴迪, 谭勇, 等. 基于机器视觉的铁路货车钩舌状态自动化检测研究[J]. 电子设计工程, 2025, 33(05): 86-89+95.
- [2] 吕钱成. 机器视觉在汽车零部件自动化生产线中的应用策略研究[J]. 大众汽车, 2025, (01): 46-48.
- [3] 张凯, 郝康将, 刘卓昆, 等. 基于视觉监控的煤矿传送带防冻液自动喷洒系统[J]. 煤炭工程, 2024, 56(12): 169-175.
- [4] 杨俊. 基于机器视觉的表面裂纹自动检测与质量检测技术研究[J]. 黑龙江科学, 2024, 15(22): 78-80.
- [5] 曹瑞安. 基于 AI 机器视觉技术的新能源无人值守场站自动巡检方法[J]. 电力大数据, 2024, 27(11): 48-56.
- [6] 侯尚朋. 基于机器视觉与三轴机械手的自动分拣工作站设计[J]. 内燃机与配件, 2024, (22): 89-91.
- [7] 孙克帅, 肖楠, 朱将勇. 基于 PLC 与机器视觉的自动上料系统[J]. 智慧轨道交通, 2024, 61(06): 93-99.
- [8] 孙毅, 王文玺, 邹宜桢. 一种基于机器视觉的表贴元器件自动定位方法[J]. 现代信息科技, 2024, 8(21): 20-24+28.

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/>

