

# 机器视觉技术在自动化控制中的应用

张文武

威海华菱光电股份有限公司, 中国·山东 威海 264209

**摘要:** 机器视觉技术作为人工智能和自动化控制领域的重要组成部分, 已在现代工业生产中得到广泛应用。随着制造业智能化的加速推进, 传统的人工检测与控制方式逐渐被高效、精准的机器视觉系统所替代。通过摄像头和图像处理技术, 机器视觉能够在复杂的生产环境中实现物体识别、定位与检测, 从而提升生产效率、降低成本。此外, 基于视觉反馈的自动化控制模式, 使得设备具备了自适应调整能力, 进一步推动了无人化和智能化的工业进程。

**关键词:** 机器视觉; 自动化控制; 智能制造

## The Application of Machine Vision Technology in Automation Control

Wenwu Zhang

Weihai Hualing Optoelectronics Co., Ltd., Weihai, Shandong, 264209, China

**Abstract:** Machine vision technology, as an important component of artificial intelligence and automation control, has been widely applied in modern industrial production. With the acceleration of intelligent manufacturing, traditional manual inspection and control methods are gradually being replaced by efficient and accurate machine vision systems. Through cameras and image processing technology, machine vision can achieve object recognition, localization, and detection in complex production environments, thereby improving production efficiency and reducing costs. In addition, the automation control mode based on visual feedback enables equipment to have adaptive adjustment capabilities, further promoting the industrial process of unmanned and intelligent.

**Keywords:** machine vision; automated control; intelligent manufacturing

## 0 前言

在当今科技飞速发展的时代, 自动化控制领域正经历着深刻的变革。随着制造业向智能化、高效化迈进, 对生产过程的精准控制和质量检测提出了更高要求。机器视觉技术作为自动化控制领域的关键技术之一, 应运而生并蓬勃发展。它凭借独特的优势, 在工业生产等众多领域展现出巨大潜力。通过模拟人类视觉功能, 机器视觉能够快速处理大量视觉信息, 实现对物体的精确识别、定位与检测, 为自动化控制提供了更为智能、灵活的解决方案。然而, 其在发展和应用过程中也面临着诸多挑战。深入研究机器视觉技术在自动化控制中的应用, 探讨如何突破技术瓶颈、拓展应用范围, 对于推动各行业的自动化进程、提升生产效率和产品质量具有重要意义。

## 1 相关背景介绍

### 1.1 自动化控制技术的发展概况

自动化控制技术的发展可以追溯至 20 世纪初。随着工业革命的深入, 手工操作已无法满足日益增长的生产需求, 自动化技术应运而生。从早期的机械自动化到后来的电气控制, 再到现代的智能化控制, 自动化技术经历了多次变革。早期的自动化控制系统主要依赖于硬件设备和机械元件, 通过预定的程序或简单的反馈机制来实现控制任务。20 世纪

中后期, 计算机技术的快速发展推动了自动化控制的巨大进步, 尤其是微处理器的出现, 使得控制系统更加智能和高效。在现代工业环境中, 自动化控制系统已经成为生产线、物流、能源、交通等领域的关键技术之一。它通过复杂的传感器网络、数据处理系统和执行机构, 实现对各类设备的精准控制。近年来, 随着物联网、大数据和人工智能等新兴技术的兴起, 自动化控制系统进一步迈向智能化, 能够在复杂环境中进行自适应控制。这不仅提升了生产效率, 还降低了人为操作的误差和成本。

### 1.2 机器视觉技术的兴起与发展

机器视觉技术是伴随着计算机图像处理和人工智能技术的快速发展而兴起的。20 世纪 80 年代, 随着图像传感器和数字信号处理技术的成熟, 机器视觉开始进入工业应用阶段。早期的机器视觉系统主要用于图像采集和简单的模式识别, 受限于硬件能力, 处理速度和准确性较低。随着计算能力的提升以及算法的优化, 尤其是深度学习的引入, 机器视觉技术的应用场景得到了极大拓展。进入 21 世纪, 机器视觉技术的应用不仅局限于工业生产, 还逐步渗透到医疗、安防、交通等多个领域。在工业生产中, 机器视觉被广泛用于产品质量检测、零件识别、自动装配等环节。与传统的人工检测相比, 机器视觉具有速度快、精度高、不受主观因素干扰等优点。它不仅能够快速识别物体特征, 还能通过深度学

习和模式匹配等技术进行复杂的图像分析,极大地提高了自动化控制系统的智能化水平。

### 1.3 机器视觉在自动化领域的优势

在自动化控制领域,机器视觉技术的优势十分明显。其一,机器视觉能够提供比传统传感器更多的信息。传统传感器通常只能检测单一物理量,如温度、压力或距离,而机器视觉通过图像分析可获取更多维度的信息,如颜色、形状和位置等。这种丰富的信息获取能力使机器视觉系统能够在复杂的自动化场景中更灵活、精确地进行决策和控制。其二,机器视觉技术具备极高的检测精度。在高速生产线上,人工检测往往难以保证完全的准确性,而传统传感器的检测能力也存在一定的局限性。相反,机器视觉系统通过高清摄像头和先进的图像处理算法,能够在短时间内完成高精度的检测任务,从而降低了生产中的质量问题和返工率。机器视觉还实现了非接触式检测,避免了对被测物体的损伤,同时也能在恶劣环境下稳定工作。再者,机器视觉技术的扩展性和适应性极强。通过不断优化算法和升级硬件设备,机器视觉系统能够适应多种复杂的应用场景,无论是高精度的尺寸测量,还是实时的产品缺陷检测,都可以根据不同的需求进行定制开发,满足各个领域的自动化控制要求。

## 2 当前应用现状与存在问题

### 2.1 工业生产中的实际应用情况

在现代生产线中,机器视觉系统用于快速准确地检查产品的外观和尺寸。通过利用高速相机和先进的图像处理算法,机器视觉系统可以高精度地识别产品中的缺陷并自动剔除有缺陷的物品。这种非接触式检测方法具有显著的优势,因为它不仅可以提高生产效率,还可以最大限度地减少重复或复杂任务中人为错误的可能性。

在精度至关重要的行业中,如电子制造或汽车生产,机器视觉技术已被证明是必不可少的。它可以代替人工进行高度详细和复杂的检查过程,确保产品的质量和一致性符合严格的行业标准。例如,在电子元件制造中,机器视觉系统可以以无与伦比的精度检测电路板或半导体芯片上的微小细节,从而保持一致的生产质量并降低不良品进入市场的速度。

除了质量控制之外,机器视觉在自动化分拣过程中也起着至关重要的作用。配备高分辨率摄像头和复杂算法的机器视觉系统可以实时分析和处理产品特性。此功能使系统能够区分传送带上的各种类型产品,从而能够根据预定义的标准自动分离产品。这显著提高了生产线的效率,因为它减少了分拣任务中人工干预的需要,这些任务通常很耗时且容易出现人为错误<sup>[1]</sup>。

机器视觉技术的主要优势之一是它能够与机器人系统无缝集成以实现灵活制造。通过与工业机器人协同工作,机器视觉系统可以动态适应不断变化的生产环境,这在需要频

繁调整生产线或产品设计的行业中尤为有价值。这种集成增强了生产线的适应性,使制造商能够在不同的产品类型之间切换,同时将停机时间降至最低。此外,这种灵活性在包装等行业中至关重要,因为这些产品的尺寸和形状可能会有很大差异,需要生产线处理不同的产品,而无需手动重新配置。

### 2.2 机器视觉技术在自动化控制中的普及程度

尽管机器视觉技术已经在工业生产中展现了广阔的应用前景,但其在自动化控制中的普及程度仍然存在较大的发展空间。目前,机器视觉主要应用于一些大型工业企业和技术密集型行业,如半导体制造、汽车生产等。然而,对于中小企业而言,由于技术成本较高、设备维护复杂,以及专业技术人员短缺,机器视觉技术的普及速度相对较慢。相对而言,发达国家的自动化企业普遍较早引入机器视觉技术,并在应用广度和深度上走在前列。而在发展中国家,机器视觉的普及仍处于起步阶段,大多数企业依然依赖传统的人工检测和控制方式。随着技术成本的逐渐降低以及市场需求的增长,未来几年机器视觉的普及率有望提升,但在短期内其覆盖面依然有限。

### 2.3 技术瓶颈与限制因素

尽管机器视觉技术发展迅速,但在实际应用中仍面临着一些技术瓶颈。首先,图像处理的实时性和准确性是关键挑战之一。生产线上的高速运行要求机器视觉系统能够在短时间内完成图像采集和处理,并作出相应的控制决策。当前,虽然图像处理算法和硬件设备不断升级,但面对复杂场景和多样化的需求,系统响应速度和精准度依然有待进一步提升。其次,环境光照、视觉干扰等外部因素也对机器视觉系统的稳定性构成影响。在光线不足或环境过于复杂的情况下,摄像头捕捉到的图像质量可能不佳,进而影响到系统的识别效果。最后,部分行业中的工作环境较为苛刻,如高温、强震动或高污染的生产条件,对机器视觉设备的抗干扰能力提出了更高的要求。

### 2.4 在不同领域的应用差异

不同领域对机器视觉技术的需求差异明显。在制造业中,机器视觉的主要任务是产品检测、分类和装配,因此高精度和快速响应成为关键要求。相较之下,在农业和医疗领域,机器视觉更多地用于目标识别和数据采集。例如,农业领域的机器视觉技术常用于农作物的生长状况监测和病虫害识别,系统需要适应不同的环境条件并处理大量复杂的自然场景图像。医疗领域则对精确识别和分析医学图像提出了极高的要求,特别是在病理学诊断和手术导航等应用中,准确性至关重要。除此之外,机器视觉在智能交通和安防领域也有广泛应用。这些领域的技术需求更多聚焦在大范围目标的实时监控和识别上。尤其是智能交通系统,机器视觉需要能够应对复杂的动态场景,如车辆识别、车流监测等。针对不同领域的特殊需求,机器视觉技术的应用模式和解决方案存在明显的差异,这也决定了该技术的多样化发展方向<sup>[2]</sup>。

## 3 技术原理与应用模式

### 3.1 机器视觉的基本工作原理

机器视觉的核心原理是通过摄像头或传感器获取图像,然后由计算机系统对图像进行处理、分析和解读。系统首先采集图像,通过光学镜头将物体的视觉信息传输至处理单元。图像采集完成后,系统会对图像进行预处理,如去噪、增强对比度或色彩平衡,以确保图像信息的清晰度。接着,系统利用图像处理算法进行特征提取,分析图像中的形状、边缘、纹理等信息。这些特征数据成为后续识别和决策的重要依据。之后,系统通过内置算法或学习模型对提取的特征进行识别、分类,最终生成相应的操作指令或决策信息。通过这种方式,机器视觉能够完成自动化任务中的识别、检测和控制。

### 3.2 视觉识别、定位与检测的实现过程

视觉识别是机器视觉系统的核心任务之一。系统通过摄像设备获取目标图像,然后对其进行模式匹配或特征分析,以识别物体的类型和特征。定位则是基于识别结果,利用几何计算等技术确定目标物体在空间中的具体位置。为了实现精确定位,机器视觉系统通常需要高分辨率的图像,并结合深度学习等先进技术进行分析。检测过程则在识别和定位的基础上进一步扩展,系统能够通过视觉检测出物体是否符合设定标准,如是否存在缺陷或不合格产品。这个过程中,图像的质量和算法的精度至关重要,直接影响系统的检测能力与速度。在工业生产中,视觉识别、定位和检测共同构成了机器视觉自动化控制中的关键环节,确保了自动化操作的高效性和准确性。

### 3.3 基于视觉反馈的自动化控制模式

机器视觉不仅是识别和检测的工具,更是自动化控制中的重要反馈机制。基于视觉反馈的自动化控制系统能够实时监测环境变化,并根据视觉数据做出相应调整。在这种模式下,系统通过摄像头连续获取工作环境中的图像信息,并将其传输给控制单元。控制单元对这些视觉信息进行分析,实时判断生产或操作过程中是否存在偏差或异常。当检测到偏差时,系统会立即向执行设备发送调整指令,以纠正操作或优化流程。这种基于视觉反馈的闭环控制模式,使得自动化系统具备了自适应能力,能够应对复杂的生产环境,提高灵活性与稳定性。通过视觉反馈,自动化设备能够更加高效、准确地完成生产任务,减少人工干预的必要性,并提高生产线的整体运行效率<sup>[1]</sup>。

## 4 发展策略与展望

### 4.1 提升算法及硬件性能

为推动机器视觉技术在自动化控制中的进一步应用,提升算法和硬件性能显得尤为重要。现阶段,图像处理算法在识别速度和精准度上还有很大的提升空间。一方面,是在深度学习和人工智能技术的引入下,机器视觉系统可以在海量数据中挖掘出更有效的特征,进而实现更精准的检测和识

别。为了提高算法的处理效率,研究人员需要继续优化现有的深度学习算法,减少对硬件资源的消耗,缩短处理时间。针对特定应用场景开发专用算法,也有助于提升机器视觉系统在自动化控制中的适应性。另一方面,硬件性能的提升同样是关键。机器视觉设备中摄像头的分辨率、处理器的运算能力以及数据传输的速度都会直接影响系统的整体性能。目前,市场上高性能的图像传感器和高速处理器已逐渐普及,但在一些高精度和复杂场景中,这些硬件仍难以满足应用需求。因此,未来需要研发出更加高效、低功耗的处理器和传感器,使机器视觉系统在更为复杂的环境中也能保持高效运作。例如,量子计算、光子芯片等前沿硬件技术的突破,或将为机器视觉提供更加强大的计算能力与更快的响应速度。

### 4.2 推动标准化与行业规范

随着机器视觉技术在各行各业的应用不断拓展,推动标准化和行业规范成为其可持续发展的重要保障。由于各领域的需求差异较大,机器视觉的软硬件解决方案往往存在不统一的现象,导致不同系统之间难以实现互联互通。这种状况不仅增加了企业的开发和维护成本,还影响了技术的普及与推广。因此,制定统一的行业标准将有助于规范各类视觉系统的开发流程,并加速技术的应用推广。从硬件标准化角度来看,统一接口、通信协议等方面的规范,将极大提升系统的兼容性,减少不同设备之间的适配难度。软硬件之间的无缝集成也将使系统的开发更加高效,降低企业的实施成本。而从软件层面,图像处理算法的标准化将帮助开发者在不同场景下更好地应用机器视觉系统<sup>[4]</sup>。

### 4.3 跨领域技术融合与协作

随着科技的迅猛发展,跨领域技术融合成为推动机器视觉技术创新和进步的重要途径。如今,自动化控制系统不仅依赖于机器视觉,还需要融合物联网、人工智能、云计算等其他前沿技术,才能在复杂的工业环境中更好地发挥作用。例如,结合物联网技术,机器视觉系统可以通过网络连接各类传感器,实现对生产线的全方位监控与实时调控。通过云计算平台,视觉系统能够在云端进行数据存储和处理,提升了系统的处理能力与灵活性。此外,机器视觉技术与机器人技术的融合也是未来发展的重要方向之一。在自动化生产过程中,机器视觉系统能够为机器人提供精准的定位和导航信息,帮助机器人更好地完成装配、搬运、检测等复杂任务。

### 参考文献:

- [1] 史玉芳.基于机器视觉的电气自动化智能检测技术的研究[J].家电维修,2024(10):83-85.
- [2] 刘振兴,寇爽.机器视觉检测技术在工业自动化领域的应用[J].造纸技术与应用,2024,52(3):46-48.
- [3] 陶禹龙.工业机器人中机器视觉的应用[J].模具制造,2024,24(9):168-170.
- [4] 徐琳.机器视觉技术在现代制造中的应用[J].信息记录材料,2024,25(8):235-237.