

机器视觉在智能制造自动化中的关键技术分析

张 萍

伊犁技师培训学院 新疆 伊宁 835000

摘 要：机器视觉技术通过模拟人类视觉功能，结合图像采集、处理、特征提取及分类识别等技术，成为智能制造自动化的关键一环。本文分析了机器视觉在智能制造中的几项关键技术，包括高精度的图像获取与处理、高效的导航与定位、综合机器视觉技术及视觉伺服控制等。这些技术为智能制造提供了精确的识别、定位与测量能力，提高了生产效率、保证了产品质量，并实现了柔性化和集成化生产。未来，随着深度学习、人工智能和3D成像技术的融合，机器视觉在智能制造自动化中的应用前景将更加广阔。

关键词：机器视觉；智能制造自动化；关键技术

引言智能制造自动化已成为现代工业的重要趋势，其中机器视觉技术发挥着日益重要的作用。作为人工智能的重要分支，机器视觉利用图像处理 and 计算机视觉技术，实现了对制造过程中物体的识别、定位、测量和检测等功能。本文将深入探讨机器视觉在智能制造自动化中的关键技术，分析其在提高生产效率、保障产品质量及优化生产流程等方面的应用优势。通过本研究，我们旨在为推动智能制造技术的发展和应用提供参考，助力实现制造业的智能化升级。

1 机器视觉技术基础

1.1 定义与原理

(1) 机器视觉的定义及其与人类视觉的区别。机器视觉是一门利用计算机视觉技术，让机器或电脑探测物体、处理图像，实现类似人眼视觉系统的科学。它通过图像采集设备获取环境信息，利用计算机算法对图像进行处理和分析，最终实现对物体的识别、测量、定位或引导等功能。与人类视觉相比，机器视觉具有更高的精度、速度和稳定性，能够在恶劣环境下持续工作，且不受疲劳、光线等人类生理因素的限制。(2) 机器视觉系统的工作流程。机器视觉系统的工作流程主要包括图像采集、预处理、特征提取、分类识别等环节。首先，通过高精度相机或传感器获取图像或视频数据；然后，对图像进行预处理，如去噪、增强对比度等，以提高图像质量；接着，提取图像中的关键特征，如边缘、纹理、颜色等；最后，利用模式识别算法对特征进行分类和识别，实现物体的检测、定位和跟踪等功能。

1.2 关键技术与算法

(1) 图像处理技术。图像处理技术是机器视觉的基础，主要包括滤波、增强、边缘检测等。滤波技术可以去除图像中的噪声，提高图像质量；增强技术可以增强

图像中的有用信息，使图像更加清晰；边缘检测技术可以检测图像中的边缘信息，为后续的特征提取和分类识别提供基础。(2) 模式识别算法。模式识别算法是机器视觉的核心，用于对提取的特征进行分类和识别。常见的模式识别算法包括支持向量机、卷积神经网络和深度学习等。支持向量机是一种基于统计学习理论的分类方法，具有较好的分类性能和泛化能力；卷积神经网络是一种深度学习算法，通过模拟人类大脑的视觉处理方式，实现了对图像的高级特征提取和分类；深度学习则是一种更为复杂的机器学习算法，通过训练深度神经网络来实现对图像、语音等复杂数据的处理和识别。(3) 定位与导航算法。定位与导航算法是机器视觉在机器人和自动驾驶等领域的重要应用。SLAM（同时定位与地图构建）技术是其中的一种重要算法，它可以在未知环境中实时构建地图并估计机器人的位置和运动轨迹，为机器人的自主导航和定位提供基础。

1.3 硬件设备

(1) 高精度相机与传感器。高精度相机和传感器是机器视觉系统的重要组成部分。它们能够采集高质量的图像和视频数据，为后续的图像处理和分析提供基础。随着技术的不断发展，高精度相机和传感器的性能也在不断提高，如分辨率、帧率、动态范围等指标都得到了显著提升。(2) 图像处理单元与计算平台。图像处理单元和计算平台是机器视觉系统的核心部件。它们负责处理和分析采集到的图像数据，实现特征提取、分类识别等功能。随着计算技术的不断进步，图像处理单元和计算平台的性能也在不断提高，为机器视觉的广泛应用提供了有力支持。同时，各种专用图像处理芯片和加速器的出现，也进一步提高了机器视觉系统的处理速度和精度。

2 机器视觉在智能制造自动化中的深度应用与实践

2.1 质量检测

(1) 表面瑕疵检测。在产品质量检测环节, 机器视觉技术发挥了无可比拟的优势。针对产品表面的划痕、污点、颜色偏差等瑕疵, 机器视觉系统通过高精度相机捕捉图像, 并运用复杂的图像处理算法进行细致分析。这一技术不仅显著提高了检测的准确性和效率, 还降低了人为因素导致的误判和漏检。在汽车制造、电子产品生产等行业中, 机器视觉技术已成为表面瑕疵检测的首选方案, 确保了每一件产品的完美无瑕。(2) 尺寸与形状测量。在制造过程中, 产品的尺寸和形状是影响其质量的关键因素。机器视觉技术利用亚像素边缘定位技术, 能够实现对产品尺寸的微米级测量。这种高精度测量不仅满足了精密制造的需求, 还为后续的装配和加工提供了可靠的数据支持。在航空航天、医疗器械等高精度要求的行业中, 机器视觉技术已成为不可或缺的测量工具^[1]。

2.2 自动化装配

(1) 视觉引导技术。在自动化装配领域, 机器视觉技术通过识别和定位装配对象, 为机械臂等执行器提供了精确的引导。这一技术不仅提高了装配的精度和效率, 还降低了对人工操作的依赖。在汽车制造、电子设备组装等行业中, 机器视觉技术已成为自动化装配的重要组成部分。通过机器视觉的引导, 机械臂能够准确地将零部件组装到指定位置, 实现了高效、精确的自动化装配。(2) 焊接与涂胶工艺中的视觉应用。机器视觉技术在焊接和涂胶等工艺过程中也发挥着重要作用。在焊接过程中, 机器视觉系统能够实时监测焊缝的位置和宽度, 确保焊接质量的一致性和稳定性。在涂胶过程中, 机器视觉则能精确控制涂胶的量和均匀性, 避免了胶水过多或过少导致的质量问题。这些应用不仅提高了工艺效率, 还确保了产品的可靠性和安全性。

2.3 生产线监控与管理

(1) 实时监测生产线状态。机器视觉技术能够实时监测生产线的运行状态, 及时发现潜在问题。通过捕捉生产线上的图像和视频信息, 机器视觉系统能够分析出设备的运行状态、产品的流动情况等关键信息。这些信息为生产管理人员提供了实时的决策支持, 有助于优化生产流程和提高生产效率。(2) 与RFID/二维码读取技术结合。机器视觉技术还可以与RFID/二维码读取技术相结合, 实现物料的精准跟踪和管理。通过扫描物料上的RFID标签或二维码, 机器视觉系统能够记录物料的流向和库存情况。这种技术不仅提高了物料管理的准确性和效率, 还

为企业的生产计划和成本控制提供了有力支持。

2.4 智能物流

(1) 条形码/二维码识别。在智能物流领域, 机器视觉技术通过条形码/二维码识别技术实现了高效、准确的订单拣选和库存管理。这一技术不仅提高了物流效率, 还降低了人为因素导致的错误和遗漏。在电商、仓储等行业中, 机器视觉技术已成为智能物流的重要组成部分。(2) 自主导航与避障。机器视觉技术还能够在物流仓库中实现自主作业。通过自主导航与避障技术, 机器视觉系统能够引导物流设备(如无人车、AGV等)在仓库中自主移动、搬运货物、装卸货物等。这种自主化的物流作业模式不仅提高了物流效率, 还降低了人工操作的强度和成本。同时, 机器视觉技术还能实现仓库环境的实时监测和预警, 确保物流作业的安全性和稳定性。

3 机器视觉在智能制造自动化中的关键技术分析

3.1 图像获取与处理

(1) 摄像头与传感器的选择与配置。在智能制造自动化中, 摄像头与传感器的选择至关重要。摄像头的类型、分辨率、帧率以及传感器的类型、精度等都会直接影响图像的质量和后续处理的准确性。因此, 在选择摄像头与传感器时, 需要根据具体应用场景的需求进行综合考虑。例如, 在需要高精度测量的场合, 可以选择具有高分辨率和高精度的摄像头和传感器; 在光线变化较大的环境中, 则需要选择具有自适应光照调节功能的摄像头^[2]。(2) 图像校正与增强技术。图像校正与增强技术是提升图像质量的重要手段。图像校正主要包括畸变校正、亮度校正和色彩校正等, 可以消除图像中的失真和误差, 提高图像的准确性和可读性。图像增强则通过调整图像的对比度、亮度、锐度等参数, 使图像中的目标特征更加明显, 便于后续的特征提取和识别。

3.2 特征提取与识别

(1) 基于深度学习的目标检测与识别。深度学习技术的发展为机器视觉的目标检测与识别提供了新的解决方案。通过训练深度神经网络, 可以实现高精度的目标检测和识别。这种技术具有强大的自适应能力和泛化能力, 能够应对复杂多变的工业场景。例如, 在智能制造中, 可以利用深度学习技术对生产线上的零部件进行识别和分类, 实现自动化分拣和装配。(2) 语义分割与实例分割技术。语义分割和实例分割技术是对图像进行更精细分割的重要手段。语义分割将图像划分为不同的语义类别, 如道路、车辆、行人等; 而实例分割则在语义分割的基础上进一步区分同一类别中的不同个体。这些技术在智能制造中同样具有重要作用, 可以用于产品质

量检测、生产线监控等场景。

3.3 定位与导航

(1) SLAM技术在智能制造中的应用。SLAM技术是一种同时定位与地图构建的技术,在智能制造中得到了广泛应用。通过SLAM技术,机器人可以在未知环境中进行自主导航和定位,同时构建环境地图,为后续的路径规划和避障提供基础。这种技术对于提高机器人的自主性和灵活性具有重要意义^[3]。(2)多模态数据融合提升定位精度。为了提高定位精度和鲁棒性,可以采用多模态数据融合技术。通过将视觉、激光、惯性等多种传感器的数据进行整合和融合,可以弥补单一传感器的不足,提高定位的准确性和稳定性。例如,在光线变化大或纹理特征不明显的环境中,视觉定位可能会遇到困难。此时,可以结合激光雷达提供的精确距离信息和惯性导航单元提供的运动状态信息,实现更稳定的定位。

3.4 系统集成与调试

(1)机器人视觉系统与生产线自动化设备的集成。机器视觉系统需要与机器人、PLC等生产线上的自动化设备进行集成,以实现整体流程的自动化控制。集成过程中,需要考虑通信协议、数据格式、控制逻辑等多个方面的兼容性。通过标准化的通信协议和接口,可以实现机器视觉系统与其他设备的无缝连接和数据交换,确保整个生产流程的连贯性和一致性。(2)实时通信与数据同步技术。实时通信与数据同步是实现智能制造自动化的关键。机器视觉系统需要与其他设备进行实时的数据交换和同步,以确保整个生产过程的协调性和一致性。为了实现实时通信,可以采用高速、低延迟的通信技术,如工业以太网、现场总线等。同时,还需要采用时间同步技术来确保各设备之间的时间基准保持一致,避免数据混乱和误差。

3.5 准确性与鲁棒性优化

(1)照明控制与相机校准。照明是影响机器视觉系统性能的关键因素之一。合理的照明设计可以显著提高图像的清晰度和对比度,使目标物体的特征更加明显。因此,在智能制造中,需要根据应用场景和目标物体的特性来设计和调整照明系统。同时,相机校准也是确保机器视觉系统准确性和稳定性的重要步骤。通过精确的

相机校准,可以消除由镜头畸变等引起的图像失真问题,提高图像的准确性和可读性。(2)深度学习模型训练与优化。深度学习模型的训练和优化对于提高机器视觉系统的准确性和鲁棒性至关重要。在训练过程中,需要采用大量的标注数据来训练模型,并通过调整网络结构、优化算法等参数来提高模型的性能。同时,还需要采用数据增强技术来扩充训练数据集,增强模型的泛化能力。数据增强技术,如图像旋转、缩放、翻转、颜色变换等,可以模拟真实环境中可能出现的各种变化,从而使模型更加健壮,能够在不同的光照条件、角度和背景下准确识别目标物体^[4]。(3)多相机同步与标定技术。在智能制造中,多相机系统被广泛应用于三维重建、立体视觉和精确定位等场景。为了确保多相机系统能够准确、稳定地工作,需要进行精确的相机同步与标定。相机同步技术可以确保多个相机在同一时刻捕获图像数据,从而实现三维重建和深度测量等功能。而相机标定技术则可以消除相机的畸变和误差,提高图像的准确性和一致性。

结束语

综上所述,机器视觉技术以其强大的图像处理和识别能力,在智能制造自动化领域展现出巨大的潜力和价值。通过对关键技术的研究与应用,机器视觉不仅提高了生产效率,降低了成本,还显著提升了产品质量和生产灵活性。未来,随着技术的不断进步和应用的深入拓展,机器视觉将在智能制造中发挥更加重要的作用。我们有理由相信,机器视觉技术将持续引领智能制造的创新发展,为制造业的转型升级和可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]马洪波,邱凯义,刘洁.基于机器视觉的变电站一体化安防管控系统设计[J].计算机测量与控制,2024,(12):149-150.
- [2]黄磊升,孙文福.基于机器视觉的汽车辅助规避系统设计研究[J].内燃机与配件,2024,(04):23-25
- [3]李雪凝.机械设计制造及其自动化技术的智能应用分析[J].机械管理开发,2023,(11):91-92.
- [4]何平.智能制造时代机械设计制造及其自动化技术的探讨[J].佛山陶瓷,2023,(06):54-55.