

机器视觉技术在智能制造领域中的应用研究

冯贺平, 赵伯鑫

(河北软件职业技术学院智能工程学院 河北 保定 071000)

【摘要】通过概述常用的机器视觉算法,深入探讨了机器视觉技术在智能制造领域中的应用,如物体检测、分类识别、跟踪定位等,提出机器视觉技术在智能制造领域中的创新应用策略,并总结了该技术的未来发展趋势,以期为相关工作人员提供参考与借鉴。

【关键词】机器视觉技术;智能制造;物体检测;跟踪定位

【中图分类号】TH16

【文献标识码】A

【文章编号】1006-4222(2024)10-0193-03

0 引言

随着全球工业 4.0 浪潮的推进,智能制造作为一种新型的制造模式,逐渐受到各国政府和研究机构的广泛关注。在此背景下,机器视觉技术正积极地应用于各个领域,改变着传统的制造方式。机器视觉技术通过计算机的高速处理、激光测量和图像分析等,能够与传感器、执行器等智能设备互联互通,从而实现无人化、智能化的生产流程。本文旨在深入探讨机器视觉技术在智能制造领域中的应用及其创新策略,为相关研究人员提供理论参考和实践指导,从而推动智能制造的发展,助力各行各业攀上新的制造高峰。

1 机器视觉算法概述

机器视觉是一种模拟人类视觉感知的技术,通过计算机对数字图像的分析与处理,使计算机具备环境感知、图像识别、目标跟踪等能力。在机器视觉领域,常用的算法有卷积神经网络(convolutional neural network, CNN)、支持向量机(support vector machine, SVM)、深度学习、边缘检测、特征匹配等。CNN 是一种深度学习算法,主要用于图像处理,如图像分类、物体检测和图像语义分割等。CNN 通过多层卷积层、池化层和全连接层进行特征提取和分类,可自动发现层次化特征,实现高效且准确的图像处理^[1]。SVM 是一种线性分类器,其可通过找到一个最优超平面将不同类别的数据分开,在解决小样本、高维度特征空间的问题上具有优势,负责人脸识别、手写数字识别等机器视觉任务。深度学习方法,如深度卷积神经网络(deep convolutional neural network, DCNN)和循环神经网络(recurrent neural network, RNN)等广泛应用于图像识别和目标检测,其可充分挖掘图像中的层次结构特征,减少人工特征设计的工作量,

提高识别的准确性。边缘检测方法,如 Canny、Sobel 和 Laplacian 算子主要用于提取图像中的边缘信息。边缘检测是机器视觉中重要的预处理步骤,可增强目标物体在整幅图像中的区分度,有利于后续处理及分析。特征匹配算法,如 SIFT、SURF、ORB 等,可通过找到图像中的特征点,计算其描述子,从而实现图像的匹配、拼接和目标识别。特征匹配在机器视觉领域广泛应用,如全景图像拼接、机器人视觉导航等。结合以上算法的应用和组合,机器视觉技术在计算机视觉、图像识别和目标检测等领域发挥着重要作用,可为智能产业提供有力的技术支持。

2 机器视觉技术在智能制造领域中的应用

2.1 物体检测

机器视觉技术在智能制造领域中应用广泛,物体检测是应用之一。物体检测主要指机器视觉技术可从图像或视频中检测并定位特定目标物体。在智能制造中,物体检测可应用于多种场景,如零部件抽取、产品缺陷检测和安全监测等。对于零部件抽取,机器视觉技术能识别并提取存储在仓库或流水线上的零部件,便于工业机器人根据需求进行精确操作。在产品缺陷检测方面,机器视觉技术可以快速检测出产品的表面缺陷、尺寸偏差和颜色不一致等问题,确保生产出高质量的产品^[2]。在安全监测方面,通过实时分析生产线上的摄像头画面,机器视觉技术可以检测出生产过程中的异常情况,以及可能存在的安全隐患,从而及时进行调整与纠正,确保生产的顺利进行。机器视觉技术在物体检测方面的应用为智能制造提供了快速、精准的图像处理能力,使生产效率及生产的产品质量均能得到提高。

2.2 分类与识别

分类与识别是机器视觉技术在智能制造领域中

的另一个重要应用。基于图像特征提取、模式匹配和深度学习等方法,机器视觉技术可以对不同类型的产品、零件和缺陷进行自动分类与识别,使得智能制造能够更加准确地控制生产过程、检测产品质量。在生产线上,机器视觉技术被用于识别和分类零部件,以确保生产过程的顺利进行。例如,在自动化装配过程中,该技术可通过识别不同颜色或形状的零部件实现自动分拣;在电子元器件生产中,该技术可通过精确识别不同类型的芯片实现加速组装。在质量检测环节,机器视觉技术能够自动识别并分类产品上的缺陷,如划痕、凹陷或表面氧化等,为生产中的质量控制与改进提供有力支持。机器视觉技术的分类与识别功能,可提高智能制造领域的生产质量与效率。

2.3 跟踪定位

跟踪与定位是机器视觉技术在智能制造领域中的关键应用之一。在生产流程中,对零部件的动态跟踪和准确定位具有重要意义,可确保生产线协同高效地运行。例如,在物体传送带上,机器视觉技术通过对目标物体的边缘、轮廓和颜色等特征进行跟踪识别,实时传输跟踪信息,来指导工业机器人完成精确抓取和放置。机器视觉技术还应用于机器人导航和定位环节,其可帮助自主移动式机器人在生产车间中进行高精度的距离测量和方位控制^[3]。上述应用不仅提高了生产线上生产的自动化程度,还充分发挥了工业机器人在完成某些高难度、高精度和高风险任务中的优势,从而保证了生产过程的可靠性与稳定性。

3 机器视觉技术在智能制造领域中的创新应用策略

3.1 多光谱成像与三维视觉技术

机器视觉技术在智能制造中的应用大多依赖于单一的二维图像处理。然而,此种方法难以检测表面复杂、半透明或存在微小缺陷的物体。为解决上述问题,多光谱成像与三维视觉技术的融合应用成为机器视觉技术中的一项重要创新。多光谱成像技术可捕捉不同波长的光谱信息,如可见光、红外线、紫外线等,使机器视觉技术能够识别传统摄像头无法检测到的细微特征或物质成分。结合智能制造场景,使用多光谱成像技术可以在生产过程中检测出原材料中的微小杂质或涂层均匀性问题^[4]。例如,在食品或药品生产中,多光谱技术能够检测出肉眼难以分辨的表面污染、裂痕或结构异常。三维视觉技术可使用立体视觉、激光扫描或结构光等,精确重建物体的三维形状和表面细节,解决二维图像在深度感知上的不足。三维视觉技术的引入使得机器视觉技术在复

杂装配和精密测量中能以微米级精度检测产品的几何尺寸、表面缺陷与装配误差。例如,在汽车制造领域,三维视觉技术能检测零部件的装配间隙、焊接质量等,并对其进行实时修正,以确保产品的精度和质量。多光谱成像与三维视觉技术的创新结合,不仅提升了机器视觉技术对复杂物体的检测与分析能力,还为未来智能检测奠定了坚实的技术基础。

3.2 边缘计算与云端计算

边缘计算与云端计算的融合是智能制造中实现高效计算和数据处理的重要技术路径。边缘计算能将数据处理任务从传统的集中式云端架构转移到接近数据源的本地设备,以更低的延迟进行实时处理。该技术对于依赖高速传感器数据的机器视觉技术尤为重要,若用于生产线上的实时质量检测、自动化控制等领域,可大幅降低数据传输的延迟,并快速响应^[5]。而云端计算则适用于更复杂的数据分析、大规模并行处理以及长期存储等。边缘计算与云端计算的协同工作是一种分层计算架构。边缘计算设备专注于处理实时性强、计算量适中、对响应速度要求较高的任务,如图像预处理、简单模式识别以及本地决策等。利用云端强大的计算能力和海量存储能力,边缘设备可以将非实时性任务,如历史数据分析、深度学习模型的训练与更新等上移至云端处理,从而实现计算资源的优化分配和跨平台协同。该架构的优势在于降低网络延迟,减少网络的数据传输量,减轻网络负担。由于边缘计算在本地处理和筛选数据,只需将有价值或需要进一步分析的数据上传到云端,大幅降低了网络带宽的消耗。边缘计算还能保护数据隐私与安全。对于敏感性较高的数据,边缘设备能够在本地进行加密或匿名化处理,避免数据在传输过程中暴露在不安全的网络环境中。边缘计算和云端计算的融合使机器视觉技术能在实现实时性和高效性的同时,依托云端的强大计算资源,进行复杂的数据分析与全局优化,真正推动智能制造迈向高度智能化。

3.3 仿生学方法与增强现实技术

仿生学是一门揭示生物学原理并将其应用于工程设计领域的学科,特别关注生物的技能、结构和功能。在机器视觉技术的创新中,仿生学方法可以为开发强大且能应对复杂数字环境的机器视觉系统提供借鉴。该方法通过研究生物视觉系统的特征,如视觉敏锐度、视场范围、立体定位以及适应性变化等,帮助构建性能更好和更能适应现实生产需求的机器视觉模型。增强现实技术通过将虚拟图像与真实世界场景结合,为现实和虚拟世界之间提供无缝沉浸式

交互体验。在智能制造领域中,增强现实技术可高效应用于产品设计、生产过程管理与优化、设备维护等方面,以提高整体制造效能,减少操作失误^[6]。结合增强现实技术和机器视觉技术,智能制造产业的生产过程将更加高效、准确和可靠,从而保证产品质量、提升整体产能。利用仿生学方法开发的机器视觉系统,能够模拟生物视网膜中光感受器针对周围环境进行调整的特性,避免发生因光线条件改变导致的判断失误。仿生机器视觉系统也可以模拟生物的动态对焦功能,提高目标物体的清晰度,从而改进图像识别和分析的准确性及鲁棒性。

3.4 深度学习驱动的自适应视觉检测技术

在智能制造领域,传统的机器视觉技术在处理复杂生产场景时有一定的局限性,如物体的形态变化、复杂背景干扰等。深度学习模型的引入为机器视觉技术的创新应用提供了全新的方向。基于深度学习的自适应视觉检测技术,能够对大量数据进行训练,使其具备更强的泛化能力和鲁棒性。例如,在生产线上产品质量检测中,传统视觉技术依赖于预设的阈值和特征,而深度学习模型在面对复杂且多变的产品形态时,能自主识别微小的缺陷并实时调整检测参数。该技术利用 CNN 等深度模型的多层结构,逐层提取图像的高维特征,精准捕捉产品表面的细微差异,从而提高检测的灵敏度和准确性。自适应视觉检测技术还能应用于产品分类、缺陷检测和动态调整。引入自监督学习和强化学习机制,该技术可在操作过程中不断优化和调整识别参数,逐步摆脱人为干预,实现高度自主化的视觉检测。例如,在处理具有复杂形状或多种颜色变化的产品时,传统的规则式检测算法很难覆盖所有可能的变化场景,而基于深度学习的自适应视觉检测技术,则能够智能调优,自动适应不同的产品变化,提高检测的灵活性和可靠性^[7]。

4 未来发展趋势

①视觉与语义融合的智能认知技术将成为关键。随着制造业对智能化水平要求的提高,机器视觉技术将不仅限于图像信息的处理,而是向着融合语义理解与场景认知的方向发展。将自然语言处理(natural language processing, NLP)与机器视觉技术结合,机器不仅能“看”到物体,还能理解其在生产流程中的语义角色,从而实现更高层次的自动化决策。②量子计算与机器视觉技术的结合将带来颠覆性突破。随着制造业复杂性的不断提高,传统计算已难以处理海量的图像数据,特别是在实时性要求极高的场景中。量子计算因其强大的并行计算能力,能大幅

提高机器视觉技术的处理速度与精度。量子计算将使机器视觉技术能够更高效地处理高维、非结构化的数据,并显著增强其智能感知与决策能力。③基于数字孪生技术的虚实融合视觉应用将推动制造业的智能化转型。数字孪生技术能实时映射物理制造过程与虚拟模型,实现对生产过程的全方位监控与优化。机器视觉技术与数字孪生技术的深度融合,可使虚拟模型中的视觉数据与物理世界中的实际场景无缝衔接。例如,在高度自动化的生产线上,机器视觉技术结合数字孪生模型对设备状态、物料流动等进行实时监控,提前预判潜在的生产瓶颈,并通过虚拟环境中的视觉模拟进行快速调试与优化。

5 结语

机器视觉技术在智能制造领域具有广泛的应用,通过强化跨学科研究、发展智能化硬件设备以及不断进行算法创新等多个方面的探索和优化,将实现生产效率提高、产品质量保证以及安全生产等各方面的需求。随着技术的进一步创新与应用的扩展,机器视觉技术将在智能制造领域发挥更加重要的作用,为制造业的发展贡献更多的力量,与人类共同开创更加美好的未来。

参考文献

- [1] 沈格.智能制造时代的工业机器人发展新趋势研究[J].环球市场, 2020(2): 385.
- [2] 何洋洋,张芳芳.工业机器人技术在智能制造领域中的应用分析[J].女人坊(新时代教育), 2020(2): 281-261.
- [3] 孙红英.工业机器人在智能制造中的应用研究[J].电子测试, 2020(12): 129-130.
- [4] 王益妃.工业机器人的产业应用现状分析:以绍兴应用情况为例[J].中国市场, 2018(13): 72-73.
- [5] 姜明.工业机器人技术在智能制造领域中的应用分析[J].现代工业经济和信息化, 2022, 12(9): 122-124.
- [6] 王厚民.简析工业机器人技术在智能制造领域中的应用[J].石河子科技, 2021(4): 19-20.
- [7] 陶昌隆.工业机器人技术在智能制造领域中的运用研究[J].中国设备工程, 2019(18): 201-203.

基金项目:2023 年保定市科技局课题“机器视觉技术在智能制造领域中的基础研究”(2372P008)。

作者简介:冯贺平(1978—),女,汉族,河北邯郸人,硕士研究生,副教授,主要从事智能控制、智能检测工作。

赵伯鑫(1982—),男,汉族,河北保定人,硕士研究生,副教授,主要从事计算机网络、信息安全工作。