

计算机视觉技术在工业质检中的应用与优化研究

齐洋洋

(陕西工业职业技术学院, 陕西 咸阳 712000)

摘要: 计算机视觉技术已成为工业质检中不可或缺的一部分, 其应用范围涵盖自动缺陷检测、光学字符识别 (Optical Character Recognition, OCR) 和尺寸测量。文章着重探讨了计算机视觉技术在工业质检中的关键应用, 并总结了一些有效的优化策略, 包括深度学习技术、数据增强和硬件加速。通过评估计算机视觉技术的应用价值, 进一步增强质检流程, 制造商可以更好地保证产品质量, 促进现代工业的可持续发展。

关键词: 计算机视觉技术; 工业质检; 深度学习; 数据增强

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1003-9767 (2024) 24-187-03

Research on the Application and Optimization of Computer Vision Technology in Industrial Quality Inspection

QI Yangyang

(Shaanxi Polytechnic Institute, Xianyang Shaanxi 712000, China)

Abstract: Computer vision technology has become an indispensable part of industrial quality inspection, and its application scope covers automatic defect detection, optical character recognition (OCR) and dimensional measurement. The paper focuses on the key applications of computer vision technology in industrial quality inspection, and summarizes some effective optimization strategies, including deep learning technology, data enhancement, and hardware acceleration. By evaluating the application value of computer vision technology and further enhancing the quality inspection process, manufacturers can better ensure the product quality and promote the sustainable development of modern industry.

Keywords: computer vision technology; industrial quality inspection; deep learning technology; data enhancement

0 引言

在工业质检领域, 计算机视觉技术可以实现图像分类、目标检测、特征提取、视觉追踪和三维重建, 从根本上提高工业质检的水平、效率和准确性^[1]。优化策略的有效实施, 将会稳步提高计算机视觉系统的性能、速度和适用性。本文旨在研究计算机视觉技术在工业质检中的应用与优化, 以推动质检流程的不断创新, 使新时期的工业质检和技术应用取得更大的成功。

1 计算机视觉技术在工业质检中的关键应用

1.1 自动缺陷检测

利用计算机视觉技术进行自动缺陷检测, 能够使制造商高精度、高效地识别和分类制造产品中的缺陷、异常和瑕疵。自动缺陷检测的主要功能包括以下方面: 一是缺陷识别, 计算机视觉系统通过分析图像或传感器数据, 能够检测质量标准的偏差, 如表面缺陷、裂纹、划痕、凹痕或变色, 且借助机器学习算法, 系统可区分正

收稿日期: 2024-11-28

基金项目: 陕西工业职业技术学院校级科研计划自然科学类一般项目, 基于机器视觉的光学玻璃透镜缺陷检测方法研究 (项目编号: 2024YKYB-027)。

作者简介: 齐洋洋, 女, 硕士研究生, 讲师。研究方向: 计算机视觉、图像处理。

常特征和缺陷特征,从而实现实时自动缺陷识别^[2];二是分类和分割,一旦检测到缺陷,计算机视觉系统就会根据其特征、大小、形状和严重程度将其分类并分割成不同的类别,这使得制造商能够确定缺陷的优先级,以分配维修或返工资源,并改进质量控制流程;三是实时监控,自动缺陷检测系统持续监控生产线,在产品制造或组装过程中对其进行检查,及时提供反馈以实现即时干预,从而最大限度地减少缺陷或不合规产品的生产以及浪费。

以下是自动缺陷检测的主要应用领域:在制造业,如汽车、电子和消费品制造领域,自动缺陷检测系统可检查组件、成品是否存在缺陷,以确保符合质量标准 and 客户要求;在半导体行业,如在半导体制造中,计算机视觉系统可检查晶圆、芯片和电子元件是否存在颗粒、划痕或图案偏差等缺陷,以确保半导体器件的高产量和可靠性;在食品和饮料行业,如在食品加工和包装中,自动缺陷检测系统可检查食品、包装材料和标签中是否存在污染物、异物或缺陷,以确保食品安全和质量合规^[3]。

自动缺陷检测具有以下好处:一是提高产品质量,自动缺陷检测系统比人工检查方法识别缺陷的准确性和可靠性更高,能确保产品质量始终如一,且降低缺陷产品进入市场的风险;二是提高效率,通过自动化缺陷检测流程,制造商可以减少检查时间、劳动力成本以及与手动检查方法相关的人工错误,从而提高运营效率和生产力。

1.2 光学字符识别

光学字符识别技术能够自动从图像、文档或扫描材料中提取、识别和解释文本信息。在工业质检中,OCR在各种应用中发挥着重要作用,包括但不限于以下几方面:一是文本识别,OCR系统分析包含文本的图像,以提取字母数字字符、符号或代码,以便进一步处理、分析或数据输入;二是文档数字化,OCR技术将纸质文档、发票、收据或报告转换为数字格式,实现对关键业务信息的电子存储、检索和归档,以实现合规、分析或决策。

以下是OCR的主要应用领域:一是制造业,在制造和装配操作中,OCR系统读取并验证组件、标签或包装上的文本信息,以确保可追溯性、真实性并符合生产标准;二是物流和仓储,在物流、配送和供应链管理中,OCR技术通过从运输标签、条形码或装箱单中提取文本信息来自动执行数据输入、库存跟踪和订单处理任务。

OCR具有以下优点:一是提高准确性,OCR技术可以准确地从图像或文档中提取文本信息,减少与数据输入、转录或文档处理相关的手动错误;二是提高效率,通过自动执行文本识别和数据提取任务,OCR系统减少了与手动文档处理和数据输入相关的处理时间、劳动力成本和管理开销^[4];三是增强合规性和可追溯性:OCR技术通过验证标签、文件或包装材料上的文本信息的准

确性和完整性,确保符合监管要求、行业标准和质量管理体系。

1.3 尺寸测量

使用计算机视觉技术进行尺寸测量可以在工业应用中自动、精确、非接触地测量物体的尺寸、大小、形状或几何形状。尺寸测量的关键方面包括以下几方面:一是图像采集,计算机视觉系统使用摄像机、传感器或成像设备捕获物体、组件或零件的图像或视频,确保足够的覆盖范围和分辨率以进行准确的尺寸测量;二是特征提取,尺寸测量算法分析图像以识别物体上的关键特征、标志或参考点,从而实现尺寸、距离或角度的精确定位和测量;三是测量校准,计算机视觉系统根据已知标准、尺寸或校准工件校准测量尺度、单位或参考框架,确保准确性、尺寸测量与既定计量标准的可追溯性。

以下是尺寸测量的主要应用领域:一是制造业,在制造和生产过程中,尺寸测量系统可验证机械零件、部件或组件的准确性和精密度,以确保符合设计规范、公差和质量标准;二是航空航天工业,在航空航天工程和制造中,尺寸测量技术用于检查飞机部件、机身结构或发动机部件的尺寸精度、几何公差和表面光洁度要求^[5];三是汽车行业,在汽车制造和装配线上,尺寸测量系统可验证车身、底盘部件或发动机部件的尺寸完整性,确保正确的配合、对准和功能。

尺寸测量具有以下好处:一是准确度和精确度,基于计算机视觉的尺寸测量系统可以对物体的尺寸、大小或几何形状进行准确而精确的测量,确保符合严格的公差和质量规范;二是非接触式检查,尺寸测量技术可以对物体进行非接触式、非破坏性检查,无需与精密或敏感部件进行物理接触,从而降低损坏或变形的风险;三是效率和自动化,自动化尺寸测量系统简化了检查工作流程,减少了检查时间,并消除了与传统接触式测量方法相关的手动测量错误。

2 工业质检中计算机视觉技术应用的优化策略

2.1 深度学习技术

深度学习彻底改变了计算机视觉,能够从大型数据集中学习分层表示的复杂模型^[6]。在工业质检中,深度学习技术的应用优势包括以下几方面:一是特征学习,深度神经网络可以自动从原始图像数据中学习判别特征,无需手动进行特征工程,以检测使用手工特征难以表征的复杂缺陷和异常;二是灵活性,深度学习模型具有高度灵活性,以适应各种检查任务,包括缺陷检测、分类、分割和定位。卷积神经网络(Convolutional Neural Networks, CNN)、循环神经网络(Recurrent Neural Network, RNN)及其变体可以根据特定要求和性能目标进行定制。

以下是深度学习在工业质检中的具体应用：自动缺陷检测，基于 CNN 的架构广泛用于制造业、汽车业和电子业的自动缺陷检测，这些模型可以学习区分图像中的正常区域和缺陷区域，从而实现实时检查和质量控制；尺寸测量，深度学习模型与回归技术相结合，可以根据图像准确估计物体的尺寸，从而实现工业环境中的精确尺寸测量；OCR，工业应用中的 OCR 任务采用 RNN 和注意力机制，这些模型可以高精度地识别和提取图像或扫描文档中的文本信息，从而实现自动数据输入和文档数字化。

2.2 数据增强

数据增强是一种通过对现有数据样本应用各种转换来人为增加训练数据集多样性和大小的先进技术。在工业质检中，数据增强有助于提高模型泛化、鲁棒性和性能^[7]。数据增强的应用优势包括以下几方面：一是耐受变化，数据增强会在训练数据中引入变化，如光照条件、视点、旋转、缩放和噪声水平的变化，这增强了模型推广到未知数据的能力，并使其能适应检查任务中遇到的实际变化；二是克服数据不平衡，在工业质检中，数据集通常表现出类别不平衡，某些缺陷类型或产品变化出现的频率低于其他缺陷类型或产品变化，数据增强技术有助于解决数据不平衡问题，并提高模型在代表性不足的类别上的性能。

以下是数据增强在工业质检中的具体应用：一是自动缺陷检测，数据增强技术通常应用于缺陷图像，以增强训练数据集，这增加了模型看到的缺陷实例的多样性，从而提高了其在不同方向和视点下检测缺陷的能力；二是尺寸测量，数据增强可应用于包含不同大小、形状和方向的物体的图像，以模拟尺寸测量任务中真实世界的多变性，同时通过使用不同的物体实例增强训练数据集，该模型可以学习在不同物体的几何形状和尺寸之间进行泛化；三是 OCR，使用合成文本增强技术可以增强 OCR 训练数据集，有助于提高模型对工业文档和标签中遇到的文本字体、样式和方向变化的鲁棒性。

2.3 硬件加速

硬件加速是指使用专用硬件组件来加速计算机视觉算法中涉及的计算密集型任务。在工业质检中，硬件加速具有以下优点。一是速度和效率，硬件加速平台（如 GPU 和 FPGA）提供并行处理功能，可显著加快复杂计算机视觉算法的执行速度。通过将计算密集型任务从通用 CPU 转移到专用硬件，检测系统可实现更高的吞吐量和更低的延迟，从而实现工业环境中的实时性能。二是高效率，硬件加速技术旨在优化功耗，同时最大限度地提高计算性能。与传统的基于 CPU 的实现相比，专用硬件加速器具有更高的能效，非常适合部署在资源受限的

环境或工业环境中常见的电池供电设备。三是可扩展性，硬件加速平台可以通过并行部署多个设备进行水平扩展，也可以通过利用日益强大的硬件配置进行垂直扩展。这种可扩展性使工业质检系统能够处理更大的数据集、更高分辨率的图像和更复杂的算法，从而满足对检测吞吐量和准确性日益增长的需求。

以下是硬件加速在工业质检中的具体应用。一是自动缺陷检测，硬件加速可加速用于缺陷检测的深度学习模型的推理阶段，从而实现实时处理来自工业检测系统的高分辨率图像。GPU 和 FPGA 通常用于并行化矩阵运算和卷积层，从而显著减少推理延迟，并提高系统响应能力。二是尺寸测量，硬件加速器可增强用于尺寸测量任务的图像处理和特征提取算法的性能^[8]。GPU 和 FPGA 可利用其并行处理能力，通过加速几何变换、边缘检测和特征提取等操作，快速准确地从图像中测量物体尺寸。三是 OCR，硬件加速平台可以加速 OCR 算法的执行，实现实时文本识别和从图像或扫描文档中提取数据。此外，GPU 和 FPGA 可以加速矩阵乘法和 RNN 计算，加快推理过程并提高工业应用中的 OCR 准确性。

3 结语

计算机视觉技术的应用改变了工业质检的流程，使制造商能够以更高的准确性、效率和质量标准合规性进行产品开发、生产与推广，由此获得最大化的经济效益。在未来实践中，制造商可继续拥抱新技术，迎合质检新要求，推动产品质量、运营效率以及客户满意度的整体提高，满足整个社会的产品需求，为经济增长、行业发展、社会进步做出应有的贡献。

参考文献

- [1] 林振善, 毕瑞, 周海波. 基于计算机视觉的工业检测技术[J]. 计算机产品与流通, 2024(09):82-84.
- [2] 卜晓然, 宁玉玺, 吴运其, 等. 智能工业质检与分拣系统设计及实现[J]. 福建电脑, 2022, 38(08):80-83.
- [3] 王铁胜. 计算机视觉技术的发展及应用[J]. 信息系统工程, 2022, 35(04):63-66.
- [4] 王茂森. 计算机视觉技术在农产品质量检测中的运用探究[J]. 数字通信世界, 2022(06):129-131.
- [5] 陈吉成, 许热, 王大伟. 计算机视觉技术下的工业检测技术分析[J]. 软件, 2023, 44(12):154-156.
- [6] 谭晓华. 基于深度学习的计算机视觉控制系统设计[J]. 信息与电脑(理论版), 2024, 36(10):91-93.
- [7] 邓天翊, 张耕培. 基于元学习和数据增强优化小样本模型泛化性能研究[J]. 现代信息科技, 2024, 8(08):93-96.
- [8] 刘先. 计算机技术在食品质量与安全检测中的应用[J]. 电子技术(上海), 2023, 52(09):398-399.