

机器视觉技术在质量检测与控制中的应用研究

杨 敏¹ 廖春晖²

(万向钱潮股份公司 浙江杭州 311200)

摘 要: 本研究旨在探讨机器视觉技术在质量检测与控制中的应用。机器视觉作为一种先进的技术手段,通过图像处理、分析以及机器学习等方法,实现对产品质量的准确评估与控制。本文首先介绍了机器视觉技术的概念与发展历程,探讨了其在质量检测与控制中的重要性。随后,详细讨论了图像处理与分析技术,包括图像预处理、特征提取、目标识别以及图像质量评价。进一步,探究了机器学习与深度学习在质量控制中的应用,通过案例分析展示了其在缺陷检测中的成效。此外,通过不同行业的案例,揭示了机器视觉技术在制造业、医疗领域、农业等领域的广泛应用。最后,展望了机器视觉技术的未来发展趋势,提出了面临的挑战与解决途径,并探讨了其在智能制造中的前景。

关键词: 机器视觉技术、质量检测、图像处理、机器学习、智能制造

Application of machine vision technology in Quality Inspection and Control

Min Yang¹ Chunhui Liao²

(Wanxiang Qianchao Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311200)

Abstract: The purpose of this study is to explore the application of machine vision technology in quality detection and control. Machine vision, as an advanced technical means, realizes the accurate evaluation and control of product quality through image processing, analysis and machine learning. This paper first introduces the concept and development process of machine vision technology, and discusses its importance in quality detection and control. Subsequently, the image processing and analysis techniques are discussed in detail, including image preprocessing, feature extraction, object recognition, and image quality evaluation. Further, the application of machine learning and deep learning in quality control is explored, and its effectiveness in defect detection is demonstrated through case analysis. In addition, through the cases of different industries, it reveals the wide application of machine vision technology in manufacturing industry, medical field, agriculture and other fields. Finally, the paper discusses the future development trend of machine vision technology, puts forward the challenges and solutions, and discusses its prospects in intelligent manufacturing.

Key words: machine vision technology, quality detection, image processing, machine learning, intelligent manufacturing

1 引言

随着工业制造的不断发展,产品质量的稳定性和一致性对于企业竞争力的提升变得越发重要。传统的人工质检方法在效率、准确性和适应性方面面临一定的限制。而机器视觉技术作为一种先进的质量检测手段,已经逐渐成为制造业质量控制的重要工具。它结合了图像处理、模式识别和人工智能等领域的技术,能够实现对产品表面缺陷、尺寸偏差等问题的快速检测和精确判断,为企业提供了更高效、更准确的质量检测解决方案。

2 机器视觉技术概述

2.1 机器视觉的定义与发展

机器视觉是一门融合了计算机科学、图像处理和模式识别等多学科知识的技术领域,旨在模仿人类视觉系统,使计算机能够对图像数据进行感知、理解和分析。机器视觉技术的诞生可以追溯到上

世纪 60 年代,当时的主要应用领域是工业自动化,用于对产品进行简单的形状识别和检测。随着计算机性能的提升以及图像处理算法的不断创新,机器视觉得以快速发展,从而拓展了其应用范围[1]。

近年来,随着深度学习技术的兴起,机器视觉在图像分类、目标检测、分割等领域取得了重大突破。此外,机器视觉还在医疗、交通、农业等多个领域发挥着重要作用。机器视觉技术的发展不仅在工业自动化中大幅提升了生产效率和质量,还在各个领域推动了创新和进步。

2.2 机器视觉系统的组成

机器视觉系统通常由多个环节组成,每个环节在图像处理流程中发挥着特定的作用。

(1) 图像采集:通过摄像机、传感器等设备获取目标物体的图像数据。不同场景和应用需要选择合适的图像采集设备和参数,以

确保图像质量和信息丰富度。

(2) 图像预处理: 在图像采集后, 通常需要进行预处理以消除噪声、增强对比度、平滑图像等, 以便后续分析能够更准确地进行。

(3) 特征提取与选择: 从图像中提取出有用的特征, 例如边缘、纹理、形状等。特征提取的质量和选择对于后续的目标识别和分类至关重要。

(4) 图像分割与目标识别: 将图像分割成不同的区域, 然后识别和定位目标物体。图像分割通常涉及阈值分割、区域生长等技术, 而目标识别则可以使用机器学习或深度学习方法。

(5) 特征匹配与比较: 将提取的特征与预设模板或标准进行匹配和比较, 从而判断目标物体是否合格或符合要求。

(6) 决策与控制: 根据图像处理和分析的结果, 系统可以自动做出决策, 如判定产品是否通过质检, 控制生产线的运行状态等。

2.3 机器视觉在质量检测与控制中的作用

机器视觉技术在质量检测与控制中扮演着关键的角色。它可以自动化地执行大规模的产品检测, 减少人为错误和主观判断带来的不确定性。机器视觉系统可以高速、高精度地检测产品表面的缺陷、瑕疵和偏差, 例如裂纹、磨损、色差等, 甚至可以发现肉眼难以察觉的微小缺陷。这有助于提高产品的一致性和质量, 减少不良品率, 降低退货率。

此外, 机器视觉技术还能够实现实时监测和控制生产过程中的异常情况。通过在生产线上部署视觉系统, 可以及时发现并纠正可能导致缺陷的因素, 确保产品在生产过程中始终保持高质量。机器视觉还能够收集大量生产数据, 通过分析这些数据来识别潜在的生产问题, 并支持制造过程的持续改进。

3 图像处理与分析技术

3.1 图像预处理方法

图像预处理是机器视觉技术中不可或缺的环节, 它对后续图像分析和识别的准确性起着至关重要的作用。在进行图像预处理时, 需要考虑如何去除噪声、增强对比度、平滑图像等, 以便更好地揭示图像中的有用信息[2]。

一种常用的图像预处理方法是去噪, 这可以通过使用滤波器来实现。例如, 均值滤波器可以平均周围像素的灰度值, 从而减少随机噪声的影响。另一种方法是中值滤波器, 它能够有效地消除椒盐噪声等离群值。

除去除噪声之外, 图像增强也是预处理的重要任务之一。直方图均衡化是一种常用的增强方法, 它通过重新分布图像的灰度级来扩展灰度值的范围, 从而增强图像的对比度。另外, 自适应直方图均衡化能够根据图像的局部特性进行增强, 避免了全局增强可能引起的过度增强现象。

此外, 图像几何校正也是预处理的重要环节之一。在一些应用场景中, 图像可能因为拍摄角度、镜头畸变等因素而产生畸变。几

何校正技术可以对图像进行旋转、缩放、扭曲等变换, 使得目标物体在图像中更准确地呈现。

3.2 特征提取与选择

特征提取与选择是图像分析的关键步骤, 它们能够从图像中抽取对于目标识别和分类有意义的信息。在机器视觉中, 特征可以是颜色、纹理、形状等视觉属性。

特征提取方法包括边缘检测、角点检测、纹理描述子提取等。边缘检测能够在图像中标记出物体的边界, 从而有助于形状识别和分割。角点检测用于找出图像中的关键点, 它在图像匹配和目标定位中有着重要作用。纹理描述子提取可以捕捉图像中的纹理特征, 用于区分不同区域和物体。

特征选择是在众多提取出的特征中选择最具代表性和区分性的子集。这有助于降低后续分析的计算复杂性和存储开销。特征选择可以基于信息增益、相关性等准则进行。

3.3 图像分割与目标识别

图像分割是将图像分割成不同的区域, 目标识别则是在分割后的区域中定位和识别目标物体。图像分割和目标识别是机器视觉的关键任务, 对于实现自动化的目标定位和分类至关重要。

图像分割技术包括基于阈值的分割、边缘检测、区域生长等方法。基于阈值的分割将图像中的像素根据其灰度值分成不同的类别, 从而实现物体与背景的分割。边缘检测能够找出图像中的边界, 为后续识别提供了边缘信息。区域生长方法通过选择种子点, 逐步生长出目标区域。

目标识别是在分割后的图像区域中识别出感兴趣的目标。这可以通过特征匹配、机器学习等方法实现。特征匹配能够将提取的特征与预设模板或数据库进行比较, 从而找出最佳匹配。机器学习技术则可以通过训练分类器来对目标进行分类。

3.4 图像质量评价与改善

图像质量评价是保障图像处理和分析准确性的关键环节。它能够判断处理后图像是否保持了原始信息, 以及在处理过程中是否引入了噪声和失真。图像质量评价通常依赖于一系列评价指标, 如峰值信噪比 (PSNR)、结构相似性指标 (SSIM) 等。这些指标可以帮助评估图像的失真程度和清晰度。

基于图像质量评价的结果, 可以采取一系列图像质量改善措施。例如, 通过优化图像预处理方法, 可以减少噪声的影响; 调整图像增强参数, 可以改善图像的对比度和清晰度; 对于图像分割和目标识别, 可以通过改进算法和调整参数, 提高目标定位和识别的准确性。

4 机器学习与深度学习在质量控制中的应用

4.1 机器学习在质量检测中的应用

机器学习在质量检测领域的应用日益广泛, 为制造业提供了高效、准确的质量控制方法。在生产过程中, 传感器和采集设备可以

收集大量的数据,这些数据包含了与产品质量相关的信息。机器学习技术可以通过分析这些数据,建立模型来判断产品的质量状况。

具体应用包括缺陷检测和产品分类。在缺陷检测方面,机器学习模型可以通过学习正常产品的特征,识别出异常或缺陷。例如,在制造线上,机器学习可以检测产品的尺寸、外观等方面是否存在问题。在产品分类方面,机器学习可以将产品按照不同的特征进行分类,有助于分辨不同规格或型号的产品[3]。

4.2 深度学习技术及其特点

深度学习作为机器学习的重要分支,在质量控制中展现出强大的能力。其核心是深层神经网络,能够自动从数据中学习特征表示,无需手工设计特征。这使得深度学习在处理复杂、大规模数据方面具有优势。

深度学习的特点包括端到端的学习、逐层抽象和表征学习。通过多个层次的抽象,深度学习可以从数据中提取出更高层次、更具有区分性的特征。这使得它在图像识别、缺陷检测等任务中表现出色。

4.3 深度学习在缺陷检测中的案例分析

深度学习在缺陷检测领域取得了显著的成就。例如,在制造业中,通过使用卷积神经网络(CNN),可以对产品表面的缺陷进行高精度的检测。训练阶段,模型从大量正负样本中学习特征,然后在实际生产中实时判断是否存在缺陷。

一个案例是在电子产品制造中的焊接缺陷检测。深度学习模型能够识别焊点的异常,如未焊接、焊接不良等。这种自动化的缺陷检测大大提高了生产效率,减少了人工检查的需求。

5 机器视觉技术在不同行业中的案例分析

5.1 制造业中的质量检测与控制案例

制造业是机器视觉技术应用广泛的领域之一。例如,在汽车制造中,机器视觉可以用于检测车体表面的划痕、凹陷等缺陷,确保产品质量。在电子产品制造中,机器视觉可以检测焊接缺陷、元器件安装不良等问题。这些应用不仅提高了产品质量,还减少了人工检查的成本和时间。

5.2 医疗领域中的影像分析应用

机器视觉在医疗领域也有着广泛的应用。例如,通过对医学影像如X射线、MRI等的分析,可以实现肿瘤检测、疾病诊断等。同时,机器视觉也能够帮助医生提取病人数据,实现病历自动化管理。这些应用有助于提高医疗诊断的准确性和效率。

5.3 农业领域中的图像识别技术

农业领域也在积极探索机器视觉技术的应用。通过无人机采集的图像,可以对农田的植被、土壤状况进行分析,实现精准农业。图像识别技术可以帮助农民识别病虫害,提前采取措施,提高农产品的产量和质量。

6 未来发展与展望

6.1 机器视觉技术的发展趋势

随着人工智能和计算机视觉领域的不断进步,机器视觉技术也在不断发展和演进。未来,机器视觉技术将更加注重实时性和高效性。传感器技术的进步将使得数据采集更加准确和丰富。同时,深度学习等技术的应用将使得机器视觉能够处理更加复杂的图像和场景,实现更高水平的自动化和智能化。

6.2 挑战与解决途径

尽管机器视觉技术取得了显著的进展,但仍然面临一些挑战。数据质量、标注困难以及模型的可解释性等问题仍然存在。此外,不同行业和应用场景的差异性也需要考虑,如何将通用的机器视觉技术应用到特定领域中也是一个挑战。

为应对这些挑战,可以通过提升数据采集和处理的准确性,发展更高效的标注方法,研究模型的可解释性等途径来解决。跨学科合作也是解决机器视觉应用中的难题的重要方式,例如结合领域知识和技术专长。

7 结论

通过本论文的研究与探讨,我们深入了解了机器视觉技术在质量检测与控制领域的应用与前景。机器视觉技术以其强大的数据处理和分析能力,已经在制造业、医疗、农业等多个领域取得了显著成果。在制造业中,它实现了自动化的缺陷检测和产品分类,提高了生产效率和产品质量。在医疗领域,机器视觉帮助医生实现影像分析和诊断,提高了诊断准确性。在农业领域,机器视觉实现了精准农业,优化了农产品产量和质量。

然而,机器视觉技术仍面临数据质量、模型解释性、领域适应性等挑战。为了充分发挥机器视觉的潜力,我们需要不断改进数据采集和处理方法,研究更可解释的模型,同时也需要跨学科合作,将技术与领域知识相结合。

未来,机器视觉技术将持续发展,特别是在智能制造等领域。随着技术的进步,我们可以预见机器视觉在质量检测与控制中将实现更高水平的自动化和智能化,为产业升级和创新提供有力支持。通过不断的创新和合作,我们有信心机器视觉技术将在未来取得更加卓越的成就,为各个行业带来更大的价值和机遇。

参考文献

- [1] 应义斌,章文英,蒋亦元,等.机器视觉技术在农产品收获和加工自动化中的应用[J].农业机械学报,2000,31(3):4.DOE:10.3969/j.issn.1000-1298.2000.03.032.
- [2] 刘继胜,钟良.机器视觉技术在质量检测中的应用[J].现代制造工程,2004(2):4.DOE:10.3969/j.issn.1671-3133.2004.02.038.
- [3] 刘刚.机器视觉技术在螺纹检测中的应用[J].硅谷,2014,7(20):2.DOE:10.3969/j.issn.1671-7597.2014.20.070.