

基于机器视觉的检测器材精度优化技术研究

王培新

嘉兴市龙腾检测器材有限公司,浙江嘉兴,314015;

摘要:本文研究了基于机器视觉的检测器材精度优化技术,分析了影响检测精度的关键因素,并提出了相应的优化策略。通过改进相机和镜头选择、优化照明设计、精确校准和标定、采用先进图像处理算法等措施,有效提高了机器视觉检测系统的精度。实验结果表明,优化后的系统在复杂环境下仍能保持较高的检测精度,为工业生产中的质量检测提供了可靠的技术支持。

关键词:机器视觉;检测器材;精度优化;图像处理;校准标定

DOI:10.69979/3041-0673.25.06.032

1 机器视觉检测器材精度影响因素分析

机器视觉检测器材的精度是确保工业检测质量的关键,然而,在实际应用中,其精度往往受到多种因素的影响。以下是对这些影响因素的详细分析。

1.1 相机与镜头性能

相机和镜头作为机器视觉检测系统的核心硬件,其性能直接决定了图像采集的质量,进而影响检测精度。

相机的分辨率是衡量其性能的重要指标之一。高分辨率的相机能够捕捉到更多的图像细节,从而提高检测的准确性。例如,在微小缺陷检测中,高分辨率相机能够清晰地呈现出缺陷的形态和特征,使得检测算法能够更准确地识别和分类。此外,相机的噪声水平也是影响检测精度的重要因素。低噪声的相机能够减少图像中的干扰信息,提高图像的清晰度和对比度,从而有利于后续的图像处理和分析。除了分辨率和噪声水平外,相机的帧率也是需要考虑的因素。在高速生产线上,需要相机具备较高的帧率以捕捉快速移动的物体。如果相机帧率不足,可能会导致图像模糊或漏检,从而影响检测精度。

镜头的性能同样对检测精度有着重要影响。镜头的焦距决定了成像的大小和视场角,选择合适的焦距能够确保检测对象在图像中占据合适的比例,既不过大也不过小。此外,镜头的畸变也是需要考虑的因素。畸变会导致图像中的物体形状发生变形,从而影响检测的准确性。因此,在选择镜头时,应尽量选择畸变较小的镜头,或者通过校准和补偿来减少畸变的影响。镜头的光圈大小也会影响图像的亮度和深度。较大的光圈能够增加进光量,提高图像的亮度,但可能会减小景深,导致图像

中的部分物体模糊。因此,在实际应用中,需要根据检测对象的特点和检测要求来选择合适的光圈大小^[1]。

1.2 照明条件

照明条件是影响机器视觉检测精度的另一个关键因素。合适的照明方案能够突出检测对象的特征,减少阴影和反光,从而提高检测的准确性。

常见的照明方式包括正面照明、背面照明、同轴照明等。正面照明适用于检测物体的表面特征,如颜色、纹理等;背面照明则能够突出物体的轮廓,适用于检测物体的形状和尺寸;同轴照明则能够减少反光和阴影,适用于检测具有反光表面的物体。在实际应用中,应根据检测对象的特点和检测要求来选择合适的照明方式^[2]。

光源类型也是影响照明效果的重要因素。常见的光源类型包括LED、卤素灯、荧光灯等。LED光源具有寿命长、稳定性好、亮度可调等优点,因此在机器视觉检测中得到了广泛应用。此外,还可以根据检测对象的特点和检测要求来选择合适的光源颜色。例如,在颜色检测中,应选择与被测物体颜色相近的光源,以提高检测的准确性。

光线方向和强度也会影响照明效果。合理的光线方向能够突出检测对象的特征,减少阴影和反光;而合适的光线强度则能够确保图像具有足够的亮度和对比度。在实际应用中,应通过实验来确定最佳的光线方向和强度,以达到最佳的照明效果^[3]。

1.3 图像处理算法

图像处理算法是机器视觉检测系统的核心软件部分,其性能直接影响检测的准确性和效率。

图像预处理是图像处理的第一步,其目的是去除图

像中的噪声和失真，提高图像的质量。常见的图像预处理方法包括滤波、去噪、增强对比度等。滤波能够去除图像中的高频噪声，使图像更加平滑；去噪则能够减少图像中的随机噪声，提高图像的清晰度；增强对比度则能够突出图像中的特征，使图像更加易于处理和分析。

特征提取是图像处理的关键步骤之一，其目的是从图像中提取出有用的信息，如边缘、角点、纹理等。这些特征能够反映检测对象的形态和特性，是后续分类和识别的基础。常见的特征提取方法包括边缘检测、角点检测、纹理分析等。

分类和识别是机器视觉检测的最终目的。通过训练分类器或识别模型，能够将提取出的特征进行分类和识别，从而判断检测对象是否合格或属于哪一类。常见的分类和识别方法包括支持向量机、神经网络、模板匹配等。在实际应用中，应根据检测对象的特点和检测要求来选择合适的分类和识别方法。

2 机器视觉检测器材精度优化策略

机器视觉检测器材的精度优化是提升工业检测质量与效率的关键环节。针对影响检测精度的诸多因素，本文提出以下优化策略，旨在全面提升机器视觉检测系统的性能。

2.1 相机与镜头优化选择

高分辨率相机能够捕捉到更多的图像细节，对于微小缺陷或高精度尺寸的检测尤为重要。在选择相机时，应根据检测任务的具体需求，评估所需的最小分辨率，并考虑相机的像素尺寸、像素数量以及动态范围等参数。同时，低噪声相机能够减少图像中的干扰信息，提高图像的清晰度和对比度，从而增强后续图像处理的准确性。因此，在相机选型时，应优先考虑信噪比高、噪声水平低的相机。

镜头作为图像采集的窗口，其质量直接影响成像效果。在选择镜头时，应关注镜头的焦距、光圈、畸变等参数。对于需要检测微小特征或高精度尺寸的应用，应选择焦距合适、畸变小的镜头，以确保成像的准确性和真实性。此外，镜头的光圈大小也会影响图像的亮度和景深，应根据实际检测需求进行合理选择。对于需要大景深的应用，可以选择小光圈镜头；而对于需要高亮度图像的应用，则可以选择大光圈镜头。

相机与镜头的匹配程度也会影响检测精度。在实际

应用中，应确保相机与镜头的接口兼容，并进行精确的校准和标定。通过校准，可以消除相机和镜头之间的误差，提高成像的几何准确性。同时，定期校准也是保持系统长期稳定运行的重要措施。

2.2 照明设计优化

照明条件是影响机器视觉检测精度的关键因素之一。在制定照明方案时，应确保照明均匀、稳定，并突出检测对象的特征。对于不同的检测对象和应用场景，需要选择合适的照明方式和光源类型。例如，对于需要检测表面缺陷的物体，可以采用环形光照明方式，以突出物体表面的微小起伏；对于需要检测透明或半透明物体的内部特征，则可以采用背光照明方式。

光源的颜色和亮度也会影响检测效果。在选择光源颜色时，应考虑检测对象的颜色特性和检测需求。例如，对于颜色检测应用，应选择与被测物体颜色相近或对比明显的光源颜色。同时，光源的亮度也应根据检测需求进行合理调整，以确保图像具有足够的亮度和对比度。

阴影和反光是影响机器视觉检测精度的常见问题。为了减少阴影和反光的影响，可以采取多种措施。例如，可以调整光源的位置和角度，使光线更加均匀地照射在检测对象上；可以采用漫反射光源或柔光箱等装置，使光线更加柔和地照射在检测对象上；还可以在相机镜头前加装偏振片或滤光片，以减少反光对图像的影响。

2.3 先进图像处理算法的应用

图像预处理是机器视觉检测的重要环节之一。通过改进图像预处理算法，可以去除图像中的噪声和失真，提高图像的质量。例如，可以采用自适应滤波算法来去除图像中的高频噪声；可以采用直方图均衡化算法来增强图像的对比度；还可以采用形态学处理算法来去除图像中的小斑点或填充小孔洞。

特征提取与匹配是机器视觉检测的核心环节之一。通过优化特征提取与匹配算法，可以准确地提取出检测对象的特征，并进行有效的匹配和识别。例如，可以采用基于深度学习的特征提取算法来自动学习图像中的特征；可以采用 SIFT、SURF 等经典的特征匹配算法来进行特征点的匹配；还可以结合多种算法进行融合处理，以提高特征提取与匹配的准确性和鲁棒性。

智能分类与识别是机器视觉检测的最终目的。通过应用智能分类与识别算法，可以将提取出的特征进行分

类和识别，从而判断检测对象是否合格或属于哪一类。例如，可以采用支持向量机、神经网络等经典的分类算法进行分类处理；可以采用卷积神经网络等深度学习算法进行图像识别处理；还可以结合多种算法进行集成学习处理，以提高分类与识别的准确性和效率。

2.4 系统校准与定期维护

系统校准是确保机器视觉检测系统精度的重要措施之一。通过定期校准相机、镜头、光源等关键部件，可以消除系统误差和随机误差，提高检测的准确性和稳定性。同时，校准过程还可以发现系统潜在的问题和故障，及时进行维修和更换部件，确保系统的长期稳定运行。

校准方法与流程应根据具体的检测系统和应用需求进行制定。一般来说，校准过程包括硬件校准和软件校准两个方面。硬件校准主要是对相机、镜头等硬件部件进行参数调整和性能测试；软件校准则主要是对图像处理算法和分类识别模型进行训练和优化。在校准过程中，应严格按照相关标准和规范进行操作，并记录校准数据和结果，以便后续分析和追溯。

除了定期校准外，还应定期对机器视觉检测系统进行维护和保养。这包括清洁相机镜头、检查光源亮度、更新软件算法等工作。通过定期维护和保养，可以延长系统的使用寿命和稳定性，提高检测的准确性和效率。

3 实验验证与结果分析

为了验证本文提出的机器视觉检测器材精度优化策略的有效性，我们设计并实施了一系列实验。实验旨在通过对优化前后的机器视觉检测系统性能，评估优化策略对检测精度、处理速度及稳定性的提升效果。以下是对实验过程、结果及分析的详细阐述。

实验选取了具有复杂形状和表面特征的工业零件作为检测对象，这些零件包含微小缺陷、高精度尺寸要求以及不同材质和表面反光特性，能够全面检验机器视觉检测系统的性能。实验采用了优化前后的两套机器视觉检测系统。优化前的系统使用普通分辨率相机、标准镜头及常规照明方案；优化后的系统则根据本文提出的策略，选用了高分辨率、低噪声相机，搭配高质量镜头，并设计了均匀、稳定的照明方案，同时引入了先进的图像处理算法。实验任务包括尺寸测量、缺陷检测及分类识别。尺寸测量任务要求系统准确测量零件的关键尺寸

参数；缺陷检测任务要求系统能够敏感地检测出零件表面的微小缺陷；分类识别任务则要求系统能够根据零件的特征将其正确分类。

首先，对优化前后的两套机器视觉检测系统进行安装与调试，确保系统硬件连接正确、软件配置无误，并进行初步的校准和标定工作。在相同的实验条件下，使用两套系统分别对实验对象进行数据采集。采集过程中，保持光照条件、零件位置及姿态的一致性，以减少外部因素对实验结果的影响。对采集到的图像数据进行处理与分析。首先，对图像进行预处理，去除噪声和失真；然后，提取图像中的特征信息；最后，根据实验任务的要求，进行尺寸测量、缺陷检测及分类识别等处理，并记录处理结果。

实验结果表明，优化后的机器视觉检测系统在尺寸测量任务中表现出更高的精度。与优化前相比，优化后的系统测量误差明显减小，测量结果的稳定性和重复性也得到了显著提升。这主要得益于高分辨率相机的使用以及先进的图像处理算法的应用，使得系统能够更准确地捕捉和识别零件的尺寸特征。在缺陷检测任务中，优化后的系统同样表现出优异的性能。系统能够敏感地检测出零件表面的微小缺陷，如划痕、裂纹等，且误检率和漏检率均显著降低。这主要得益于优化后的照明方案以及图像处理算法中特征提取和匹配能力的提升，使得系统能够更清晰地呈现缺陷特征，并准确地进行识别和分类。在分类识别任务中，优化后的系统也取得了显著的提升。系统能够根据零件的特征将其正确分类，分类准确率较优化前有了大幅提高。这主要得益于先进的图像处理算法和智能分类识别模型的应用，使得系统能够更准确地提取和识别零件的特征信息，并进行有效的分类和识别。

实验结果表明，本文提出的机器视觉检测器材精度优化策略是有效的。通过选用高分辨率、低噪声相机、搭配高质量镜头、设计均匀稳定的照明方案以及引入先进的图像处理算法等措施，可以显著提高机器视觉检测系统的精度、处理速度和稳定性。各优化措施在提升系统性能方面发挥了重要作用。高分辨率相机的使用提高了图像的清晰度和细节捕捉能力；高质量镜头的搭配减少了成像畸变和失真；均匀稳定的照明方案突出了检测对象的特征并减少了阴影和反光的影响；先进的图像处理算法则提高了特征提取、匹配和分类识别的准确性。除了精度的提升外，优化后的系统还表现出更好的稳定

性。这主要得益于系统硬件的升级和软件的优化，使得系统能够更稳定地运行并抵抗外部干扰。同时，定期校准和维护措施也确保了系统长期保持高精度和高稳定性。

通过本次实验验证，我们得出以下结论：本文提出的机器视觉检测器材精度优化策略是有效的，能够显著提高机器视觉检测系统的精度、处理速度和稳定性。这些优化措施为工业生产中的质量检测提供了可靠的技术支持，有助于推动机器视觉检测技术的进一步发展和应用。

4 结束语

本文研究了基于机器视觉的检测器材精度优化技术，分析了影响检测精度的关键因素，并提出了相应的优化策略。通过实验验证，优化后的机器视觉检测系统在检测精度、处理速度和稳定性方面都有了显著提高。

本文的研究成果为工业生产中的质量检测提供了可靠的技术支持，有助于推动机器视觉检测技术的进一步发展和应用。

参考文献

- [1] 郑子毅. 基于机器视觉的PCB锡膏缺陷检测[D]. 广东: 广东工业大学, 2022.
- [2] 赵同伟. 基于机器视觉的铣刀跳动检测算法研究[D]. 黑龙江: 哈尔滨工程大学, 2022.
- [3] 杨宏贤. 基于机器视觉的织针变形检测方法研究[D]. 上海: 东华大学, 2020.

作者简介：王培新，1987.09，男，民族：汉族，籍贯：浙江省嘉兴市，职称：工程师，研究方向：计算机系统检测技术服务。