

人工智能技术在工业瑕疵点检测的应用

解 铮

武汉东湖学院 湖北武汉 430200

摘 要: 产品在生成过程中有缺陷不可避免, 瑕疵点对产品的外观和甚至功能产生影响。瑕疵点检测在提高产品量、保障工业安全和环境保护方面具有重要意义。本文从常用的瑕疵点检测方法的角度来分析, 并介绍了目前工业瑕疵点检测所遇到的问题 and 解决方法。随着新型检测技术和人工智能的不断发展, 工业瑕疵点检测将迈向更高准确性和效率, 为企业创造更多价值。同时, 检测技术的发展, 将推动工业生产的智能化进程。

关键词: 人工智能; 检测技术; 工业生产; 瑕疵点检测

引言

在现代工业生产中, 瑕疵点的存在往往导致产品质量下降, 甚至影响整个生产流程。通过工业瑕疵点检测, 可以及时发现并消除这些瑕疵, 从而提高产品质量。此外, 这也助于降低企业因瑕疵产品导致的售后成本和信誉损失。

1. 工业瑕疵点检测的方法和技术

工业瑕疵点检测目前主要有传统检测方法和基于计算机视觉的检测方法。传统的检测方法和计算机视觉检测方法最主要的差别在于: 传统检测方法是依靠各类传感器来获得数据信息, 从而判断是否有瑕疵点。而计算机视觉的方法采用摄像头来得到图像数据, 对图像进行内容理解。

1.1 传统检测方法

传统检测方法主要包括光学检测、电磁检测、超声波检测、激光检测等。这些方法在一定程度上能够发现瑕疵, 但存在检测准确性和可靠性不高、检测范围有限等问题。同时检测设备需要一定的费用, 后期也需要维护。

1.2 基于数字图像处理的瑕疵点检测

基于数字图像处理的方法依靠颜色、纹理、形状等信息来进行判断。对于有缺陷的区域, 通常像素值与周边正常区域的像素值会有较大的变化, 可以依据梯度信息来判断。

通常为了减少计算开销会将摄像头捕获的 RGB 三通道图像, 转化为灰度图像。然后使用滤波算法来去除背景中的干扰噪声, 从而突出前景的特征。常用的滤波器有均值滤波、中值滤波、最大最小值滤波、双边滤波等。有时还需要对照片进行形态学处理 (Morphology Operations), 使前景能够更好的凸显, 常用的形态学处理算法有膨胀、腐蚀、开运

算、闭运算、顶帽和黑帽。当得到了相对干净的前景之后, 然后采用边缘检测算子来提取前景信息。常用的边缘检测算子有: Sobel、Laplacian、Roberts、canny 等。最后通过轮廓查找来确定轮廓, 来获取轮廓信息。

基于数字图像处理的缺陷检测算法检测效果好、准确率高。但是该方法对环境要求比较高, 适合用于背景固定、前景轮廓相对突出的场景, 这样的图像处理起来轮廓相对容易提取。但是遇到背景中噪点较多, 要检测的对象的轮廓不好提取的场景下, 很难处理^[1]。

1.3 基于人工智能图像处理

人工智能和机器学习技术的出现, 为工业瑕疵点检测带来了新的变革。通过深度学习、图像识别等方法, 实现对瑕疵的自动识别和定位, 显著提高了检测的准确性和效率。

对于大多数瑕疵点检测的任务, 我们不仅需要知道是否有瑕疵点, 而且需要知道瑕疵点的位置信息, 那么就需要采用目标检测算法来实现这样的需求。随着近些年计算机硬件的快速发展, 越来越多优秀的目标检测算法设计出来。目标检测算法可以分为 2 大类: 单阶段检测 (one-stage) 算法和双阶段目标检测 (two-stage) 算法。Two-stage 算法以 R-cnn 系列算法为代表。One-stage 算法以 yolo 和 ssd 为代表。这两类算法最大的不同是有误候选框的生成。Two-stage 类的算法会现将有瑕疵点的候选框推荐出来, 然后再去判断类别和位置信息。Ssd 和 yolo 这类 One-stage 算法则不需要候选框, 而是直接利用卷积神经网络来实现分类和回归任务。

目标检测算法在生产环境中部署的平台多种多样, 有部署在普通 x86 电脑上, 有部署在 GPU 的图形处理器上,

也有的部署在嵌入式设备上。依据不同的使用场景会选择不同的部署方案。随着目前小型化模型的发展,越来越多的场景使用了基于嵌入式设备的目标检测算法。那么就需要将目标检测算法的主干网络,替换成轻量级的网络,目前常用的轻量级的主干网络有: mobileNet、GhostNet、ShuffleNet、EfficientNet 然后通过模型量化等手段达到进一步减少模型数量的目的。

图像分割技术也有被用到瑕疵点检测中。图像分割和目标检测相比,除了能够检测到类别信息、瑕疵点的位置信息,还可以精确地检测到瑕疵的为轮廓信息。依据瑕疵点的轮廓和范围,可以非常容易地获取到瑕疵点所在区域的面积、周长、中心点、宽度的信息。按照分割功能的区别,可以分为基于全卷积网络的图像分割和基于 Mask R-cnn 的图像分割方法^[2]。

2. 工业瑕疵点检测的挑战和解决方案

基于数字图像处理和人工智能技术近些年在工业瑕疵点检测领域都有大量的使用案例落地。相对于传统的瑕疵点检测,效果有了质的飞跃,但是依旧存在一些问题。

2.1 数据采集

摄像头捕获的图像是数据的来源。工业瑕疵点检测系统中数据采集部分通常由摄像头和光源构成。对于基于数字图像处理的瑕疵点检测光源是非常重要的硬件设备,为检测系统提供照明的作用。在一些机械零件生成的时候,不同批次的零件反光率不一样,有的反光率低,那么检测效果会比较好,但是有些零件反光率高,那么摄像头捕获到的图像会产生过暴的效果,算法很难做到动态的自适应调整。目前比较常见的做法就是不同型号的零部件,经过算法参数的调整生成不同的程序。当生产不同型号的产品前,需要导入不同的程序。

2.2 环境复杂

对于复杂的场景下对算法的鲁棒性、模型的泛化能力有较高的要求。可以使用参数量大的模型对场景中的样本进行训练。参数量越大就需要更多的样本。否则模型难以收敛,准确率难以保证。

2.3 样本数据少

样本数量偏少的问题出现在基于人工智能的瑕疵点检测方法中。深度学习的模型训练需要大量的数据来支撑模型的准确率。通常在模型训练的过程中会遇到过拟合和欠拟

合的问题。对于大多的生产环境,生产条件已经较为成熟,在生产过程中没有太多瑕疵品产生。那么瑕疵品的照片就偏少,数据集中的样本不足以支撑训练出可用的模型。通常对于这种情况需要对一方面可以对主干网络进行优化,减少主干网络的参数。另一方面可以对数据进行增强,来扩充数据集中的样本。

3. 工业瑕疵点检测的未来发展趋势

基于人工智能的瑕疵点检测未来的发展有如下几个方面:(1) 提高图像采集的质量。光源和摄像头等硬件设施是原始检测数据的直接来源。好的光源和摄像头能够得到相对容易处理的图片,大大降低图像滤波处理的工作。(2) 随着卷积神经网络的发展,越来越多的算法涌现出来。每个算法都有各自的优缺点。要结合当前的时候场景来选择合适的算法。特别是针对数据样本不多的情况下的处理方式。(3) 如今越来越多的生产场景使用到了基于计算机视觉的瑕疵点检测算法。如何在不减少准确率和检测速度的前提下,将一个已经训练好的模型的参数迁移到另一个相识的产品上,也有待进一步研究^[3]。工业瑕疵点检测与其他工业技术的融合发展工业瑕疵点检测将与其他工业技术如物联网、大数据、云计算等融合发展,实现检测系统的集成化和智能化。

4. 结论

工业瑕疵点检测技术在近年来得到了广泛关注和应用,基于数字图像处理和人工智能技术的瑕疵检测方法取得了显著的成果。文章从目标检测算法、图像分割技术、工业瑕疵点检测的挑战和解决方案以及未来发展趋势等方面进行了详细的分析和讨论。

目标检测算法和图像分割技术在工业瑕疵点检测中起到了关键作用。目标检测领域有着广泛的应用。此外,基于轻量级主干网络的模型部署在嵌入式设备上,可以有效提高检测速度。

在工业瑕疵点检测中,数据采集、环境复杂性和样本数据少是面临的主要挑战。针对这些问题,可以采取调整算法参数、模型优化、数据增强等方法来提高检测准确率和鲁棒性。未来发展趋势包括提高图像采集质量、算法优化、模型迁移以及工业瑕疵点检测与其他工业技术的融合发展。总之,工业瑕疵点检测技术在人工智能和数字图像处理领域取得了重要进展,但仍需不断探索和发展。

参考文献

[1] 罗东亮, 蔡雨萱, 杨子豪等. 工业缺陷检测深度学习方法综述 [J]. 中国科学: 信息科学, 2022, 52(06): 1002-1039.

[2] 陶显, 侯伟, 徐德. 基于深度学习的表面缺陷检测方法综述 [J]. 自动化学报, 2021, 47(05): 1017-1034.

DOI:10.16383/j.aas.c190811

[3] 金映谷, 张涛, 杨亚宁等. 基于深度学习的产品缺陷检测方法综述 [J]. 大连民族大学学报, 2020, 22(05): 420-427.

DOI:10.13744/j.cnki.cn21-1431/g4.2020.05.007