

Research and Application of Instrument Detection and Diagnosis Technology Based on Image Processing

Weibin Xie

CNOOC (China) Limited Tianjin Branch, Tianjin, 300450, China

Abstract

In instrument detection and diagnosis technology, image information processing technology can quickly and accurately extract relevant information content, thereby enhancing and improving the display effect of previous images. In the instrument detection and diagnosis technology of image processing, computer vision and machine learning methods are mainly used to analyze and recognize instrument images, in order to improve efficiency and accuracy. This technology has broad application prospects and can be applied in various fields such as medical equipment and industrial equipment. Not only can it improve work efficiency, but it can also reduce human resource waste and provide guarantees for the normal operation and stability of the instrument.

Keywords

image processing; image display; instrument testing; fault diagnosis

基于图像处理的仪器检测与诊断技术研究与应用

谢维滨

中海石油（中国）有限公司天津分公司，中国·天津 300450

摘 要

在仪器检测与诊断技术中，图像信息处理技术能够快速、准确地提取相关的信息内容，以此增强和改善以往图像的显示效果。在图像处理的仪器检测和诊断技术中，主要是利用计算机视觉和机器学习方法来分析和识别仪器图像，以提高效率和准确性。这种技术具有广泛的应用前景，可应用于医疗设备、工业设备等各个领域。不但可以提高工作效率，还能减少人力资源浪费，并为仪器的正常运行和稳定性提供保障。

关键词

图像处理；图像显示；仪器检测；故障诊断

1 引言

在自动控制及图像处理技术不断发展的今天，相关仪器设备能否准确、迅速地进行故障诊断，是发现设备或者系统存在问题的主要检测手段，而想要实现这一目的，图像处理技术在其中的应用就显得非常重要。基于此，论文就图像处理仪器检测和诊断技术进行研究，为相关研究工作人员提供必要的参考借鉴。

2 图像处理方法的类型

2.1 图像平滑

在图像处理中，图像平滑是一种降低图像噪声和细节的方法，使图像看起来更加平滑和模糊而在图像平滑中，均值滤波是一种简单的平滑方法，通过周围像素的平均值来替

代每个像素的值，值滤波对于去除高频噪声（如盐与胡椒噪声）效果比较好，但会导致图像细节模糊。高斯滤波则是一种常用的线性平滑方法，它通过计算像素周围邻域内像素的加权平均值来平滑图像，高斯滤波具有保留图像细节的优点，并且能够有效地去除高频噪声^[1]。中值滤波是一种非线性平滑方法，用邻域内像素值的中值来代替每个像素的值，中值滤波对于去除椒盐噪声等随机噪声效果较好，但会导致图像边缘变得模糊。双边滤波通过考虑像素的空间距离和像素值之间的差异来保留图像的边缘细节，双边滤波能够平滑图像并保持边缘的锐利度，适用于既要平滑图像又要保留细节的场景。异常检测滤波是一种基于统计学原理的滤波方法，通过对图像中的像素进行异常检测，来去除噪声或异常点，该方法对于有局部异常点的图像具有较好的效果。

2.2 图像二值化

图像二值化是一种将像素值转化为二值（0 或 255）的图像处理方法，即将图像转换为黑白两种颜色的处理过程。在图像二值化中包括全局阈值二值化、自适应阈值二值化、

【作者简介】谢维滨（1990-），男，中国山东临清人，本科，工程师，从事自动化仪表的维护与应用、海上智能油田建设研究。

Otsu 阈值二值化和高斯混合模型 (GMM) 阈值二值化。其中, 全局阈值二值化是最简单的二值化方法之一, 它通过选择一个全局阈值, 大于阈值的像素设为 255 (白色), 小于等于阈值的像素设为 0 (黑色), 全局阈值二值化适用于图像背景和前景明显分离、光照均匀的情况。自适应阈值二值化是根据图像不同区域的局部特性确定阈值的方法, 将图像划分为多个子区域, 然后在每个子区域内计算局部阈值进行二值化, 自适应阈值二值化适用于图像光照不均匀、有复杂背景的情况。Otsu 阈值二值化是一种基于最大类间方差的图像二值化方法, 基于图像的灰度直方图, 通过遍历所有可能的阈值来寻找一个最佳的阈值, 使得目标和背景之间的类间方差最大, Otsu 阈值二值化适用于图像目标和背景有明显差异的情况。高斯混合模型 (GMM) 阈值二值化是一种基于统计模型的二值化方法, 假设图像像素值由多个高斯分布组成, 通过对这些高斯分布进行建模, 并选择恰当的阈值将图像分为前景和背景, GMM 阈值二值化适用于复杂背景且灰度跨度较大的图像。

2.3 边缘检测

边缘检测是图像处理中常用的一种技术, 用于提取图像中不连续的区域之间的边界线, 通过识别图像中的边缘来捕捉物体的形状和轮廓信息。Roberts 算子是一种基于微分的边缘检测算法, 通过计算图像中相邻像素之间的差异来识别边缘, Roberts 算子使用两个 3×3 的卷积核对图像进行卷积操作, 从而得到水平和垂直方向的边缘强度^[2]。Sobel 算子也是基于微分的边缘检测算法, 它使用两个大小为 3×3 的卷积核分别对图像进行水平和垂直方向的卷积运算, 然后将两个方向的梯度值进行叠加, 得到边缘强度。Prewitt 算子与 Sobel 算子类似, 也是一种利用方向导数计算边缘强度的算子, 同样使用两个 3×3 的卷积核进行水平和垂直方向的卷积运算, 然后叠加得到边缘强度。Canny 算法是一种经典的边缘检测方法, 它结合了多个步骤来提高边缘检测的准确性和稳定性, Canny 算法首先进行高斯模糊以降噪, 然后计算图像梯度, 接着进行非极大值抑制、双阈值处理和边缘连接, 最终得到连续的边缘线条。

3 设备仪器故障诊断基本流程

设备仪器故障诊断的基本流程可以分为以下五个步骤: 第一, 收集故障信息, 详细了解用户所报告的故障现象, 并与相关人员进行沟通, 以获得尽可能多的信息, 包括收集设备名称、型号、使用环境、故障发生时间和频率等信

息。第二, 根据收集到的信息, 对故障进行初步判断, 可以通过查阅设备的技术资料、操作手册、维修手册等来帮助判断故障可能原因的范围。第三, 根据初步判断的结果, 进行实际的检查工作, 包括对设备外部进行检查, 观察是否有明显的损坏、松动或异常现象, 以及对设备内部进行必要的拆卸、清洁和检查, 可以借助专用的测试仪器和工具, 如万用表、示波器等来进行测量和检测。第四, 根据实际检查的结果, 结合设备的工作原理和技术规格, 进行故障分析, 需要具备相应的技术知识和经验, 以找出导致故障的具体原因, 一旦确定了故障的原因, 就可以采取相应的修复措施, 修复可能涉及更换损坏的部件、调整设备参数、修复电路板等。第五, 在完成故障修复后, 需要对设备进行功能测试, 以确保故障已经得到解决, 设备能够正常工作, 将故障的相关信息记录下来, 包括故障现象、原因、修复方法等, 以便今后的参考和分析, 同时, 如果需要向用户或相关人员汇报故障情况, 也需要准备相应的报告。仪器故障诊断流程如图 1 所示。

4 图像处理技术在仪器设备故障诊断中的应用

4.1 CCD 图像获取技术在故障诊断中的应用

CCD (Charge-Coupled Device) 图像获取技术在故障诊断中的应用包括以下几个方面: 在故障现象记录中, CCD 图像获取技术可以用于记录设备故障时的现象, 通过将 CCD 摄像头或传感器与设备连接, 可以实时获取设备工作状态的图像, 这些图像可以用于分析和判断故障现象的特征, 为故障诊断提供直观的依据。在可视化故障检测中, CCD 图像获取技术可以用于对设备进行可视化的故障检测, 通过观察设备工作过程中的图像变化, 能够发现潜在的故障迹象, 如温度异常、电流波动、机械部件振动等, 以此帮助工程师及时发现并解决问题, 避免故障进一步扩大^[3]。在精细部件检查中, CCD 图像获取技术用于对设备的微小部件进行检查, 通过使用高分辨率的 CCD 摄像头或显微镜, 观察到设备内部的细节和结构, 以寻找可能存在的故障点, 如损坏的电路元件、腐蚀的接触点等, 有助于准确定位和修复故障。在高速图像处理中, CCD 图像获取技术可以实现高速的图像采集和处理, 在某些故障诊断场景中, 需要对设备进行动态监测, 以捕捉瞬态故障或高频信号, CCD 图像获取技术可以满足快速图像采集的需求, 并结合图像处理算法, 提取有用的特征信息, 帮助判断故障原因。总而言之, CCD 图像获取技术在故障诊断中能够提供直观的故障现象



图 1 仪器故障诊断流程图

记录、可视化故障检测、精细部件检查和高速图像处理等功能，为故障诊断提供了有效的辅助手段。

4.2 谱图像在设备故障诊断中的应用

谱图像在设备故障诊断中的应用包括频谱分析、振动分析、电力质量分析和红外谱图。在频谱分析中，谱图像可以通过频谱分析来检测设备故障，设备在正常工作状态下会产生特定的频谱图像，而当设备发生故障时，其频谱图像会发生变化，通过对故障设备信号的频谱进行分析，可以识别出异常频率成分或频谱线形的突变，从而帮助确定故障原因。在振动分析中，谱图像可以用于设备振动分析以诊断故障，将设备的振动信号转换成频谱图像，可以观察到不同频率的振动成分，在故障设备中，可能存在特定频率的振动异常或谐波成分，通过对谱图像的分析，可以确定振动异常与故障之间的关系。在电力质量分析中，谱图像可以用于分析电力系统的电力质量问题，电力质量问题会导致电压波形、电流波形的畸变，通过对电流/电压信号进行频谱分析，可以观察到频谱中的谐波成分、间谐波分量等信息，并判断电力质量是否合规，对于发现的异常频谱成分，可以进一步定位故障源。在红外谱图中，红外谱图可以用于热像仪技术检测设备故障，通过获取设备的红外图像，可以显示出设备表面的温度分布情况，当设备存在故障时，温度分布会出现异常，例如局部过热或过冷等，通过分析红外谱图，可以确定故障的位置和类型，及时采取相应的修复措施。总之，谱图像在设备故障诊断中的应用范围很广，可以用于频谱分析、振动分析、电力质量分析和红外谱图等多个方面，帮助工程师快速捕捉设备故障信息，并进行准确的故障诊断与维修。

4.3 图像增强技术在设备故障诊断中的应用

图像增强技术在设备故障诊断中的应用过程中，在噪声滤波方面，噪声会干扰信号和图像的清晰度，降低故障的可见性，图像增强技术可以采用各种噪声滤波算法，如均值滤波、中值滤波、高斯滤波等，去除图像中的噪声，提升图像的质量和细节可见度^[4]。在对比度增强方面，对比度是指图像中不同灰度值之间的差异程度，在设备故障诊断中，图像中可能存在低对比度问题，导致故障区域不明显或无法观察到，通过图像增强技术，可以调整图像的对比度，使得故

障区域与背景之间的差异更加明确，从而更容易检测和分析故障。在锐化处理方面，设备故障通常会导致图像模糊或细节丢失，使得故障部位无法清晰显示，图像增强技术可以采用锐化处理算法，增强图像的边缘及细节信息。通过突出故障部位的边缘或细节特征，可以更准确地定位和分析设备故障。在色彩增强方面，对于彩色图像，在设备故障诊断中，色彩信息可以提供更丰富的故障特征，图像增强技术可以通过色彩平衡、色调调整等算法，增强图像中的色彩信息，使得故障区域的颜色差异更加明显，有助于故障的检测和分类。在图像拼接方面，有时候一台设备可能需要多张图像来完整显示故障区域，但是设备位置限制了拍摄角度，无法一次获取到全貌，图像增强技术可以利用图像拼接算法，将多张局部图像拼接成一个完整的设备图像，帮助工程师全面观察设备状态，更好地进行故障诊断。由此可见，图像增强技术在设备故障诊断中能够提升图像质量、改善对比度、增强边缘及细节、调整色彩信息以及实现图像拼接，从而帮助工程师更准确地检测和分析设备故障，提高故障诊断的效率和准确性。

5 结语

在当今社会科技水平的不断发展基础下，仪器设备状态检测以及实时维护工作逐渐成为各行业设备检测中重点关注的工作内容之一。而在人们对生活品质追求不断提高的基础下，图像处理技术在各行业设备检测中能够快速实现对设备故障的诊断，并最大限度地保障设备运行质量和效率，以此确保设备的正常运转。

参考文献

- [1] 杨凡,邓庆浩.基于图像处理的弓网燃弧检测方法研究与应用[J].工程技术研究,2022,7(13):7-11.
- [2] 张振琛,顾桂梅,李占斌.基于图像处理的弓网燃弧检测方法[J].兰州交通大学学报,2020,39(2):7.
- [3] 王学亮,梁才国.基于视频图像处理技术的弓网燃弧检测方法研究[J].机械管理开发,2018,33(6):98-100.
- [4] 柴皓.基于图像处理与地理信息技术耦合的煤矿井下精准测量技术研究[J].矿业装备,2021(1):18-19.