

磁材表面缺陷视觉检测方法

Visual Inspection Method for Surface Defects of Magnetic Materials

李玉玲

Yuling Li

深圳威斯特姆智能技术有限公司 中国·广东 深圳 518000

Shenzhen Westrom Intelligent Technology Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

摘要: 在工业制造领域,表面缺陷检测是重要的质量控制手段。随着科学技术的不断发展,磁性材料生产过程中对表面缺陷的要求也在不断提高,因此对于产品表面检测技术提出了更高要求。论文通过对中国和其他国家视觉技术研究现状的分析与总结,根据实际应用需求与检测场景特点,对现有的图像处理、特征提取等方法进行优化融合及改进,为磁材表面缺陷提供高质量视觉检测服务。

Abstract: In the field of industrial manufacturing, surface defect detection is an important means of quality control. With the continuous development of science and technology, the requirements for surface defects in the production process of magnetic materials are also increasing, so higher requirements are put forward for product surface detection technology. Based on the analysis and summary of the current situation of visual technology research in China and other countries, and according to the actual application needs and the characteristics of the detection scene, the paper optimizes and improves the existing image processing, feature extraction and other methods, and provides high-quality visual detection services for the surface defects of magnetic materials.

关键词: 磁性材料; 磁材表面缺陷; 视觉检测

Keywords: magnetic materials; surface defects of magnetic materials; visual detection

DOI: 10.12346/etr.v4i12.7446

1 引言

随着工业自动化程度的不断提高,对工业产品质量要求也越来越高。然而,在工业产品生产过程中,由于其加工的复杂性,表面缺陷是一个难以准确检测与识别的难题。目前,在传统的视觉检测系统中常用图像处理技术如基于灰度共生矩阵技术(GANs)和基于中值滤波(MSF)技术方法及图像增强技术(BME)进行缺陷识别等方法。这些方法虽在一定程度上提高了缺陷识别率和精度。由于缺陷检测对象的复杂性和多样性导致算法需要反复训练和调试。另外,这些方法并不适用于大批量应用。

论文通过深圳威斯特姆智能技术有限公司的研发生产经验,对磁材表面缺陷视觉检测方法进行深入研究探讨。深圳威斯特姆智能技术有限公司是一家专业致力于图像视觉检测的集研发、生产、销售于一体的高新技术企业,WSDM

是该公司旗下的品牌,秉承十八年图像视觉检测经验,可为行业不同产品“量身定制”自动化检测解决方案,主要产品为CCD玻璃盘筛选机,CCD分度盘筛选机,CCD360度旋转筛选机,全自动接触式检测机,激光检测平面度设备等^[1]。主要涉及行业有磁性材料,密封件、连接器、电子元器件,精密五金件,手机配件等,公司为苹果手机、LG、三星、华为、宝马汽车等世界500强企业的产品提供检测设备及服务。

2 磁材表面缺陷检测方法分析

磁材表面缺陷检测,有多种不同的检测方法,各有优劣。

①人工标记标签法:人工成本高,且极有可能出现人为误差。

②基于模板匹配的方法:该方法具有检测速度快及检测精度高的特点,但其不适用于大批量应用,同时该方法也不

【作者简介】李玉玲(1982-),女,中国河南郑州任何,本科,工程师,从事磁性材料检测研究。

能对一些复杂环境下产生的图像进行有效检测。该方法具有较高的识别率，但检测速度慢。

③基于灰度共生矩阵的方法：该方法通过提取图像区域之间的灰度共生信息来完成对缺陷的检测，该方法也不适用于大批量生产或现场条件复杂的图像进行缺陷检测。

④基于卷积神经网络的方法：该方法可以有效地提取缺陷特征，具有较好的泛化能力和鲁棒性。

⑤基于自适应图像增强技术（BME）的方法：该方法可以很好地提升缺陷识别率，并且避免了人工选择图像增强技术带来的人为误差。但该方法并不适用于缺陷自动化检测系统。

由于上述不同视觉检测方法的优缺点，结合磁材缺陷特点及缺陷类型，本研究提出了一种基于深度学习的磁材表面缺陷自动检测算法：

- ①将深度学习方法引入到目标识别与分类中。
- ②引入人工标记图像特征提取与匹配。
- ③采用基于区域的局部二值模式（LBP）进行分类识别。

3 主要研究内容

基于现有图像处理方法，利用深度学习算法对缺陷图像进行特征提取，研究目标为不同缺陷的图像识别效果及其分类，针对磁材表面缺陷实现精准快速的自动化检测，建立相应的数据集，实现准确、快速、自动化的实时监测分析与数据积累，为后续进行数据分析提供了基础条件，为企业提高生产效率和产品质量提供重要保障^[2]。主要包括以下几个方面：

①基于深度学习的磁材表面缺陷识别，研究采用自适应阈值分割法得到一组区域集合，通过计算每个区域对应不同阈值实现区域分割；

②通过局部二值化、图像去噪、自适应阈值分割得到特征数据集；

③根据不同颜色通道特点与需求实现对应颜色属性的提取和分析；

④针对磁材表面缺陷识别问题，利用深度学习模型对图像进行识别与分类，设计开发磁材表面缺陷自动识别系统；

⑤基于以上基础与目标对磁材面带缺陷进行识别与定位检测，通过特征提取实现检测结果，实现自动化精准在线检测与数据分析。

4 深度学习技术与原理

深度学习的主要原理为卷积神经网络（CNN），利用了数据深度的信息来对目标图像进行特征提取和分类，是目前最先进且最有效的图像处理算法之一。

卷积神经网络是一个多层非线性连接网络，在其输入层和输出层之间通过交替连接卷积神经网络进行计算。卷积神经网络通过从输入图像中提取有效信息的方式来对输入信

息和输出结果之间进行建模，并通过计算每个神经元之间的映射来实现计算。卷积神经网络具有非常强的非线性映射能力，它可以根据输入数据自动地建立一个全局的非线性映射关系。卷积神经网络中包含了大量不同长度和不同方向上具有梯度方向变化特点的卷积神经网络^[3]。

在卷积层之后会有一个全连接神经网络，主要用于处理多个节点之间复杂数据链接关系。全连接神经网络不需要任何额外的中间节点就可以从不同输入图像中提取特征信息，这使得卷积神经网络可以更好地适应多目标问题。全连接神经网络会在每一个隐藏核上保留一小部分输出神经元，从而有效地保存输入图像数据中所有的深层特征信息。在深度学习领域中使用全连接神经网络通常是为了避免过拟合。

5 磁材表面缺陷视觉检测系统的设计

5.1 视觉检测系统流程

磁材表面缺陷视觉检测系统流程分为以下几个阶段：第一阶段为图像预处理，获取数据源图像，进行图像预处理并保存图像结果；第二阶段为特征提取+特征分类，通过颜色、纹理特征来分类，利用颜色通道来提高准确率，利用纹理特征、RGB值实现图像增强；第三阶段为识别及定位，对数据源进行标注，对缺陷进行识别定位并给出结果；第四阶段为缺陷诊断，检测数据集上的缺陷结果与标注结果做对比诊断，判断是否为缺陷；最终通过系统，实现自动分析与报告的生成。

系统基于深度学习算法对缺陷进行自动检测分析，根据缺陷数量、位置、形状、宽度等因素构建特征数据集。针对特征数据集利用深度学习算法对故障进行自动识别分类，为后续分析提供基础和依据。此外，磁材表面缺陷自动检测还具有实时显示数据统计等功能，可以满足实际使用需求^[4]。

5.2 系统结构

系统结构主要分为图像采集卡、CCD相机、PC端软件系统等部分组成。

5.2.1 图像采集卡

图像采集卡主要负责图像数据的采集、存储和图像传输工作。

5.2.2 CCD相机

CCD相机对目标进行初步检测与识别，并将得到的结果通过无线网络传输到上位计算机进行处理。为了保证图像质量、避免噪声干扰与系统可靠性，CCD相机在安装前，需要进行充分的调试。

CCD相机的基本结构主要由CCD驱动板、感光元件、物镜等组成。CCD驱动板包括A、B两部分，其中A由24位分辨率（24bit）的彩色滤光片（CF）构成，共包含约10000000个像素；B由12位分辨率（96bit）的彩色滤光片（CF）构成，共包含约10000000个像素。感光元件包含有CCD控制芯片及图像传感器。物镜部分包括由12位彩色滤

光片构成的物镜。镜头用于将光转换为电信号，从而转换为计算机可以识别的图像信号，镜头可与不同类型的传感器相连。可移动的感光元件用于在外部光线条件下进行目标检测。

5.2.3 PC 机端软件系统

软件系统负责数据处理和图像显示等功能，并实现对图像的存储与查看。软件系统主要由人机交互界面、程序设计、图像预处理、数据处理、图像显示与查询、存储与管理等部分组成。其中，界面主要包括菜单、图片管理及查询等功能；图像预处理主要完成图像目标区域的分割、提取与识别，从而实现缺陷特征的提取；数据处理是在对图像预处理后的基础上进行进一步的数据解析，从而得到不同位置缺陷特征点的具体信息；图像显示与查询主要通过对待测目标轮廓图、目标表面信息及缺陷参数图的显示来完成视觉检测系统的功能，并实现对图像文件和图片文件的快速查询；存储与管理是指通过将这些信息进行汇总和分析以便于后续调用。

6 实验结果与分析

通过用灰度阈值对图像进行分割，灰度图像能够准确识别出缺陷部位区域，并且可以有效区分不同缺陷类型。颜色空间中可以实现准确区分不同颜色通道之间的区别。通过使用 LocalSample 算法、中值滤波法等多种方式对特征提取方法进行优化，使特征更加符合图像特点与需求；然后在提取出的特征数据集中采用了自适应阈值分割方法进行分割及特征提取处理；最后根据不同颜色通道之间的特点与需求，将各类型信号分别保存至不同颜色通道对应的文件中。

在实验过程中，我们使用多种算法对表面缺陷进行识别，通过实验结果对比可以发现：基于 LocalSample 算法与基于中值滤波法相结合的表面缺陷特征提取方法具有较高识别率和较高精确度。此外，对不同颜色通道之间进行了对比分析，根据结果表明该检测系统可以很好地识别出缺陷图像与原始缺陷图像之间所存在差异。另外，根据不同类型信号之间的区别和特点分析了不同方法之间的优势与不足之处：即对于图像中存在同一部位颜色通道差异性较大、各类型信号在相同缺陷区域中存在差异时进行数据分析可得出该系统具有较高识别率等优势。

为了对比分析不同类型缺陷的检测效果，我们对图像中每个不同类型的缺陷进行提取，可以看出：使用中值滤波法进行数据处理后发现：图像中存在大量差异区域，如同一区域内存在着几种不同颜色通道情况，因此使用这种方法可以提高识别率等。整体来看，该系统具有较高识别率和较高精确度；该系统能够有效区分出多种差异比较明显的不同类型缺陷^[5]。论文所提出的方法也是一种新型的图像分割与特征提取算法，利用图像分割及相关算法对图像进行分割提取，并在此基础上用 LocalSample 算法提取出缺陷特征数据集中

的一组对应颜色通道信息；然后根据不同颜色通道之间的区别，将图像数据分别保存至不同的颜色通道文件中。该处理方式能有效识别出不同颜色通道之间的区别，对于不同类型缺陷都能实现精准识别。

综上所述：

①该检测系统在实际应用过程中可以根据不同产品需要对检测系统做出调整。

②采用自适应阈值分割方法与中值滤波法相结合方式时可以实现同一类型缺陷数据集中提取两种方法特征值之间的差异性，使两种方法检测结果更加具有区分度。

③为了提高系统识别率及精确度，可采用不同类型数据集进行实验验证。

④对不同类型信号分别进行数据分析对比可知，该系统整体识别率和精确度都具有较高的优势。

⑤在实际应用中发现：该系统对于图像中存在同一部位颜色通道差异性较大的缺陷区域可以有效识别。

⑥对不同类型信号之间差异性进行分析并对比可知：相同部位信号特征值存在差异性。

⑦该检测系统适用于表面缺陷类型较多的产品检测，可满足大部分表面缺陷检测需求。

7 结语

论文针对磁材表面缺陷检测，基于对现有图像处理和特征提取方法的研究，提出了一种新型图像处理、特征提取方法。该方法具有操作简单、适用范围广等特点，且能满足磁材表面缺陷检测需求。同时，为解决传统的图像处理方法在检测场景中易受光照等外界因素影响的问题，论文提出了一种基于目标区域灰度分布特性的缺陷分类特征提取，该方法将传统图像分割过程中的“阈值”转化为“灰度”值进行判断，在确保目标区域像素不受光照等因素影响外的同时也能提高检测精度。此外，基于颜色空间转换理论结合颜色空间变换能够有效地提高图像中颜色信息提取精度与完整性。综上所述，本研究为磁材表面缺陷的高效识别与精确定位提供了新途径和新思路。

参考文献

- [1] 凌云.磁材自动光学检测设备的评价要素[J].国外电子测量技术,2015,34(7):13-18.
- [2] 高会军.工业产品自动化视觉检测技术与应用[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2016.
- [3] 陈杰,邓敏,肖鹏峰,等.利用Gabor滤波器与蚁群算法进行纹理分割[J].武汉大学学报(信息科学版),2010,35(11):1271-1274+1334.
- [4] 杨铄,许清风,王卓琳.基于卷积神经网络的结构损伤识别研究进展[J].建筑科学与工程学报,2022,39(4):38-57.
- [5] 李大伟.基于机器视觉的磁性材料检测方法研究[D].济南:山东大学,2011.