



(21) 申请号 202120841937.7

(22) 申请日 2021.04.23

(73) 专利权人 中国科学院宁波材料技术与工程
研究所

地址 315201 浙江省宁波市镇海区庄市大
道519号

(72) 发明人 徐刚 赵明 肖江剑 许根 王菊

(74) 专利代理机构 南京利丰知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 32256

代理人 王锋

(51) Int.Cl.

G01N 21/01 (2006.01)

G01N 21/95 (2006.01)

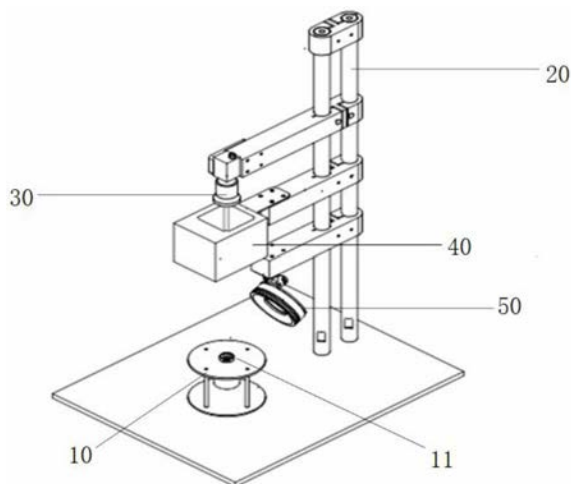
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 实用新型名称

一种2D图像采集设备及轴承三维缺陷检测
装置

(57) 摘要

本实用新型公开了一种2D图像采集设备及轴承三维缺陷检测装置。所述设备包括：转动平台，用于固定待检测的轴承及用于轴承的360度任意步长的旋转；组合光源，用于提供图像采集所需的光源；2D相机及镜头，用于在转动平台带动轴承转动的同时及组合光源照射的同时，对轴承表面进行N个角度的拍摄，获得N张待检测的二维轴承图像。本实用新型通过2D相机和转动平台相配合，替代目前昂贵的3D相机检测方式，提高检测精度及检测效率，降低系统成本。



1. 一种2D图像采集设备,其特征在于,所述设备包括:

转动平台,用于固定待检测的轴承及用于轴承的360度任意步长的旋转;

组合光源,用于提供图像采集所需的光源;

2D相机及镜头,用于在转动平台带动轴承转动的同时及组合光源照射的同时,对轴承表面进行N个角度的拍摄,获得N张待检测的二维轴承图像;

其中,所述组合光源采用一组可调节的同轴光源和环形光源,所述同轴光源位于转动平台的上方,且与转动平台和轴承均同轴设置。

2. 根据权利要求1所述的一种2D图像采集设备,其特征在于:所述环形光源位于转动平台的侧上方,与转动平台顶部平面呈一定的倾斜角度设置。

3. 根据权利要求1所述的一种2D图像采集设备,其特征在于:所述转动平台安装于一固定支架上,且其顶部平台水平设置。

4. 一种轴承三维缺陷检测装置,其特征在于,所述装置包括:

权利要求1~3中任意一项所述的2D图像采集设备,用于将待检测的轴承固定于转动平台上,在相应的组合光源下,转动平台根据其设置的转动步长转动,转动的同时对轴承表面进行N个角度的拍摄,获得N张待检测的二维轴承图像,其中,N为大于等于3的自然数;

图像预处理模块,与2D图像采集设备相连,用于对所述N张待测的轴承图像进行预处理,得到用于缺陷检测的1/N张预处理图像;

图像缺陷检测模块,与图像预处理模块相连,用于将所述1/N张预处理图像输入到预先训练的N通道的深度学习模型中,得到缺陷检测结果。

5. 根据权利要求4所述的轴承三维缺陷检测装置,其特征在于:所述图像预处理模块所使用的预处理方法为滤波、字符模板定位、通道分离与融合、拼接与匹配方法中的一种或多种。

6. 根据权利要求4所述的轴承三维缺陷检测装置,其特征在于,所述装置还包括:

深度学习模型优化模块,与图像缺陷检测模块相连,用于存储所述缺陷检测结果和1/N张预处理图像,并根据存储的所述缺陷检测结果和1/N张预处理图像,优化与修改深度学习模型,所述优化与修改深度学习模型包括:

将存储的所述缺陷检测结果和1/N张预处理图像,交由复检工人进行复检,剔除检测错误的检测结果图;

将缺陷检测结果正确的图像和对应的标注数据输入改进的YOLO检测网络中重新训练,优化与修改深度学习模型参数,提高缺陷目标的精度,极大减少人工标注样本数量。

7. 根据权利要求6所述的轴承三维缺陷检测装置,其特征在于,所述装置还包括:连接于图像预处理模块与图像缺陷检测模块之间的深度学习模型训练模块,所述深度学习模型训练模块包括:

多通道图像载入模块,与图像预处理模块相连,用于将图像预处理模块得到的所述1/N张预处理图像载入N通道特征提取网络,以便进行图像高层特征提取;

图像高层特征信息提取模块,与图像载入模块相连,用于提取预处理图像的高层特征信息,得到待测轴承的高层特征图像;

多注意力机制模块,与图像高层特征信息提取模块相连,用于模型训练的过程中,增强对轴承的缺陷部位权重,所述注意力机制包括空间注意力机制、通道注意力机制和卷积核

自适应选择机制；

高层特征图像差分模块，与多注意力机制模块相连，用于将所述待测轴承的高层特征图像与标准轴承同层的特征图像做差分，得到高层特征差分图像；

缺陷检测模块，与高层特征图像差分模块相连，用于将所述高层特征差分图像输入至检测网络，进行缺陷目标的检测，最后输出改进的YOLO检测模型给图像缺陷检测模块。

一种2D图像采集设备及轴承三维缺陷检测装置

技术领域

[0001] 本实用新型属于机器视觉缺陷检测技术领域,具体涉及一种2D图像采集设备及轴承三维缺陷检测装置。

背景技术

[0002] 轴承是各类机械装备的重要基础零部件,它的精度、性能、寿命和可靠性对主机的精度、性能、寿命和可靠性起着决定性的作用。在机械产品中,轴承属于高精度产品,不仅需要数学、物理等诸多学科理论的综合支持,而且需要材料科学、热处理技术、精密加工和测量技术、数控技术和有效的数值方法及功能强大的计算机技术等诸多学科为之服务,因此轴承又是一个代表国家科技实力的产品。

[0003] 特别是小型轴承,其外观缺陷检测通常存在从单一方向打光时候无法提取出特别是划痕、凹坑、毛刺等具有三维特征的缺陷,很难从一个方向进行判别,从而导致现有的2D轴承检测设备或系统无法完全检测出轴承的三维缺陷;进而现有针对该类型缺陷,大多采用3D相机,但因3D相机依赖进口及价格昂贵无法满足企业的实际应用需求。

[0004] 因此,如何提供一种在成本低廉的前提下,可以解决现有轴承生产企业面临的三维缺陷检测技术中存在的问题的轴承检测方案,是一个急需解决的问题。

实用新型内容

[0005] 本实用新型的主要目的在于提供一种轴承三维缺陷检测方法及系统,从而克服现有技术轴承的表面三维缺陷检测技术,存在的2D相机方案检测精度与效率低,3D传感器方案价格又昂贵等问题。

[0006] 为实现前述实用新型目的,本实用新型采用的技术方案包括:一种2D图像采集设备,所述设备包括:

[0007] 转动平台,用于固定待检测的轴承及用于轴承的360度任意步长的旋转;

[0008] 组合光源,用于提供图像采集所需的光源;

[0009] 2D相机及镜头,用于在转动平台带动轴承转动的同时及组合光源照射的同时,对轴承表面进行N个角度的拍摄,获得N张待检测的二维轴承图像。

[0010] 在一优选实施例中,所述组合光源采用一组可调节的同轴光源和环形光源。

[0011] 在一优选实施例中,所述同轴光源位于转动平台的上方,且与转动平台和轴承均同轴设置。

[0012] 在一优选实施例中,所述环形光源位于转动平台的侧上方,与转动平台顶部平面呈一定的倾斜角度设置。

[0013] 在一优选实施例中,所述转动平台安装于一固定支架上,且其顶部平台水平设置。

[0014] 本实用新型实施例提供了一种轴承三维缺陷检测装置,包括:

[0015] 上述2D图像采集设备,用于将待检测的轴承固定于转动平台上,在相应的组合光源下,转动平台根据其设置的转动步长转动,转动的同时对轴承表面进行N个角度的拍摄,

获得N 张待检测的二维轴承图像,其中,N为大于等于3的自然数;

[0016] 图像预处理模块,与2D图像采集设备相连,用于对所述N张待测的轴承图像进行预处理,得到用于缺陷检测的1/N张预处理图像;

[0017] 图像缺陷检测模块,与图像预处理模块相连,用于将所述1/N张预处理图像输入到预先训练的N通道的深度学习模型中,得到缺陷检测结果。

[0018] 在一优选实施例中,所述图像预处理模块所使用的预处理方法为滤波、字符模板定位、通道分离与融合、拼接与匹配方法中的一种或多种。

[0019] 在一优选实施例中,所述装置还包括:

[0020] 深度学习模型优化模块,与图像缺陷检测模块相连,用于存储所述缺陷检测结果和1/N 张预处理图像,并根据存储的所述缺陷检测结果和1/N张预处理图像,优化与修改深度学习模型,所述优化与修改深度学习模型包括:

[0021] 将存储的所述缺陷检测结果和1/N张预处理图像,交由复检工人进行复检,剔除检测错误的检测结果图;

[0022] 将缺陷检测结果正确的图像和对应的标注数据输入改进的YOLO检测网络中重新训练,优化与修改深度学习模型参数,提高缺陷目标的精度,极大减少人工标注样本数量。

[0023] 在一优选实施例中,所述装置还包括:连接于图像预处理模块与图像缺陷检测模块之间的深度学习模型训练模块,所述深度学习模型训练模块包括:

[0024] 多通道图像载入模块,与图像预处理模块相连,用于将图像预处理模块得到的所述1/N 张预处理图像载入N通道特征提取网络,以便进行图像高层特征提取;

[0025] 图像高层特征信息提取模块,与图像载入模块相连,用于提取预处理图像的高层特征信息,得到待测轴承的高层特征图像;

[0026] 多注意力机制模块,与图像高层特征信息提取模块相连,用于模型训练的过程中,增强对轴承的缺陷部位权重,所述注意力机制包括空间注意力机制、通道注意力机制和卷积核自适应选择机制;

[0027] 高层特征图像差分模块,与多注意力机制模块相连,用于将所述待测轴承的高层特征图像与标准轴承同层的特征图像做差分,得到高层特征差分图像;

[0028] 缺陷检测模块,与高层特征图像差分模块相连,用于将所述高层特征差分图像输入至检测网络,进行缺陷目标的检测,最后输出改进的YOLO检测模型给图像缺陷检测模块。

[0029] 与现有技术相比较,本实用新型的有益效果至少在于:本实用新型通过2D相机和转动平台相配合,替代目前昂贵的3D相机检测方式,提高检测精度及检测效率,降低系统成本。

附图说明

[0030] 为了更清楚地说明本实用新型实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本实用新型中记载的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0031] 图1是本实用新型一实施方式中2D图像采集设备的结构示意图;

[0032] 图2是本实用新型一实施方式中检测装置的结构框图。

具体实施方式

[0033] 通过应连同所附图式一起阅读的以下具体实施方式将更完整地理解本实用新型。本文中揭示本实用新型的详细实施例；然而，应理解，所揭示的实施例仅具本实用新型的示范性，本实用新型可以各种形式来体现。因此，本文中所揭示的特定功能细节不应解释为具有限制性，而是仅解释为权利要求书的基础且解释为用于教导所属领域的技术人员在事实上任何适当详细实施例中以不同方式采用本实用新型的代表性基础。

[0034] 本实用新型实施例所揭示的一种2D图像采集设备及轴承三维缺陷检测装置，涉及工业检测技术领域，尤其是涉及一种基于2D相机与转动平台的小型轴承的多视角三维外观缺陷检测装置，三维缺陷包括但不限于为凹坑、划痕、毛刺等。

[0035] 如图1所示，本实用新型实施例所揭示的一种轴承三维缺陷检测装置，包括：

[0036] 2D图像采集设备，用于将待检测的轴承固定于转动平台上，在相应的组合光源下，转动平台根据其设置的转动步长转动，转动的同时对轴承表面进行N个角度的拍摄，获得N张待检测的二维轴承图像，其中，N为大于等于3的自然数。

[0037] 具体地，结合图2所示，本实施例中，2D图像采集设备包括安装于一固定支架20上的转动平台10、组合光源和2D相机及镜头30，其中，转动平台10具体可为步进电机驱动的转动平台，转动平台10的顶部平台水平设置，其可以带动轴承（图未示）进行360度任意步长的旋转，待检测的轴承固定于转动平台10上的中心的轴承固定底座11上。本实施例中，转动平台的转动步长 $=360^{\circ}/N$ ，其中，N为大于等于3的自然数。

[0038] 组合光源用于对转动平台10上的轴承进行照射，本实施例中，组合光源采用一组可调节的同轴光源40和/或环形光源50，其中，同轴光源40位于转动平台10的上方，且与转动平台10和轴承均同轴设置，环形光源50位于转动平台10的侧上方，与转动平台10顶部平面呈一定的倾斜角度设置。本实用新型对不同规格的轴承选用不同的组合光源。实施时，组合光源由一光源控制器（图未示）控制，所述组合光源可以是平行光、同轴光、环型光中两种以上光源的组合。

[0039] 转动平台按照设定步长转动，转动的同时组合光源转动平台上的轴承表面进行照射，根据转动平台设定的转动步长对轴承进行拍摄，完成对轴承表面在光源下的N个角度拍摄，获得N张待检测的二维轴承图像，如N取4，则转动平台的转动步长则为 90° ，转动平台转动一圈实现对轴承表面4个角度的拍摄。本实施例中，全部采用2D相机对轴承进行拍摄，相比于3D相机，成本较低。

[0040] 图像预处理模块，用于对所述N张待检测的轴承图像进行预处理，得到用于缺陷检测的 $1/N$ 张预处理图像。

[0041] 本实施例中，图像预处理模块所使用的预处理方法为滤波、字符模板定位、通道分离与融合、拼接与匹配方法中的一种或多种。

[0042] 图像缺陷检测模块，用于将所述 $1/N$ 张预处理图像输入到预先训练的N通道的深度学习模型中，得到缺陷检测结果。

[0043] 进一步地，还包括连接于图像预处理模块与图像缺陷检测模块之间的深度学习模型训练模块，所述深度学习模型训练模块包括：

[0044] 多通道图像载入模块，与图像预处理模块相连，用于将图像预处理模块得到的所述 $1/N$ 张预处理图像载入N通道特征提取网络，以便进行图像高层特征信息提取；

[0045] 图像高层特征信息提取模块,与图像载入模块相连,用于提取预处理图像的高层特征信息,得到待测轴承的高层特征图像;

[0046] 多注意力机制模块,与图像高层特征信息提取模块相连,用于模型训练的过程中,增强对轴承的缺陷部位权重,所述注意力机制包括空间注意力机制、通道注意力机制和卷积核自适应选择机制;

[0047] 特征图像差分模块,与多注意力机制模块相连,用于将所述待测轴承的高层特征图像与标准轴承同层的特征图像做差分,得到高层特征差分图像;

[0048] 缺陷检测模块,与特征图像差分模块相连,用于将所述高层特征差分图像输入至检测网络,进行缺陷目标的检测,最后输出改进的YOLO检测模型给图像缺陷检测模块。

[0049] 深度学习模型优化模块,用于存储所述缺陷检测结果和1/N张预处理图像,并根据存储的所述缺陷检测结果和1/N张预处理图像,优化与修改深度学习模型。

[0050] 具体地,本实施例中,优化与修改深度学习模型具体包括:

[0051] 将存储的所述缺陷检测结果和1/N张预处理图像,并根据存储的所述缺陷检测结果和1/N 张预处理图像,优化与修改深度学习模型;具体是交由复检工人进行复检,剔除检测错误的检测结果图;

[0052] 将缺陷检测结果正确的图像和对应的标注数据输入改进的YOLO检测网络中重新训练,优化与修改深度学习模型参数,提高缺陷目标的精度,极大减少人工标注样本数量。

[0053] 本实用新型所揭示的一种2D图像采集设备及轴承三维缺陷检测装置,可解决现有轴承生产企业的表面三维缺陷检测技术中存在的系统价格昂贵、检测精度不高、鲁棒性较差等技术问题;实施本实用新型的技术方案,可实现在企业能够接受的系统较低成本前提下,具备较高的检测精度与鲁棒性。

[0054] 应当理解,上述实施例仅为说明本实用新型的技术构思及特点,其目的在于让熟悉此项技术的人士能够了解本实用新型的内容并据以实施,并不能以此限制本实用新型的保护范围。凡根据本实用新型精神实质所作的等效变化或修饰,都应涵盖在本实用新型的保护范围之内。

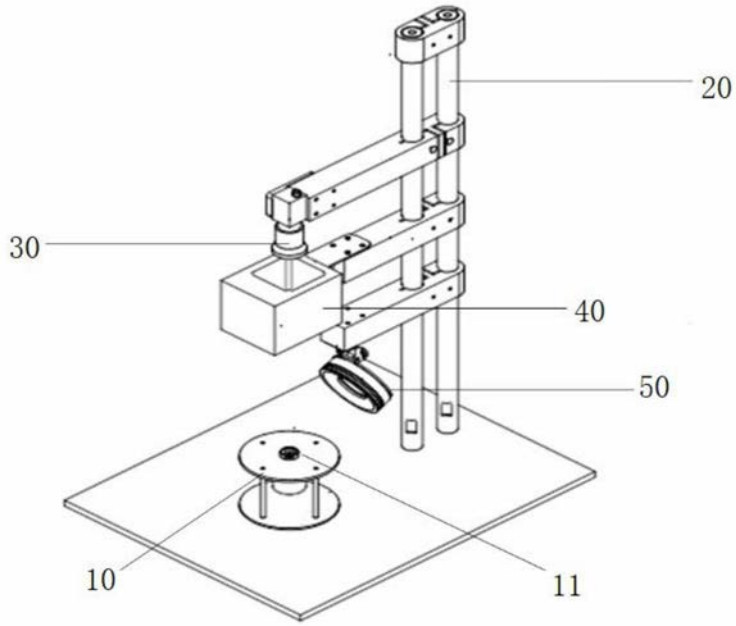


图1

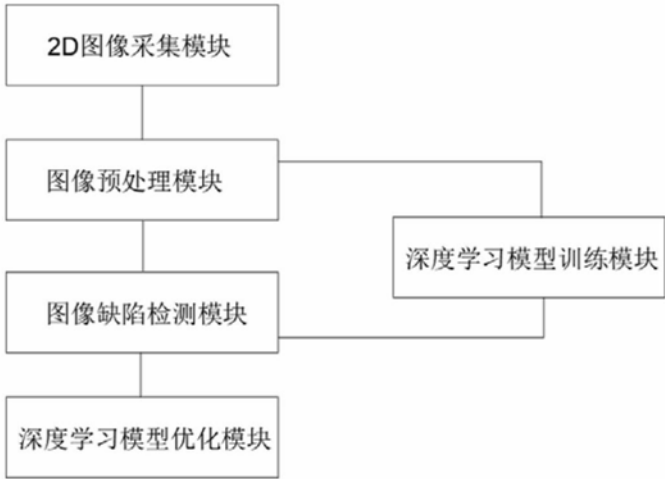


图2