



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104236879 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 24

(21) 申请号 201410421890. 3

(22) 申请日 2014. 08. 25

(71) 申请人 合肥工业大学

地址 230009 安徽省合肥市屯溪路 193 号

(72) 发明人 张进 邓华夏 张鹏 于连栋

(74) 专利代理机构 安徽合肥华信知识产权代理有限公司 34112

代理人 余成俊

(51) Int. Cl.

G01M 13/00 (2006. 01)

G01B 11/00 (2006. 01)

G01B 11/24 (2006. 01)

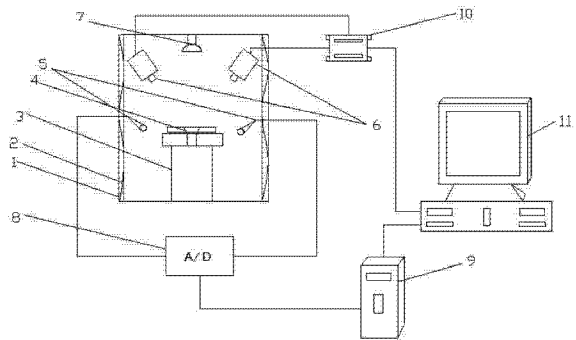
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

基于机器视觉的发动机叶片动静态检测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于机器视觉的发动机叶片动静态检测系统及方法,通过转台模拟叶片工作过程,通过高速相机对叶片进行拍摄,同时利用高精度投影编码系统降低了叶片的反光对拍摄产生的影响,产生高分辨率、高对比度的数字图像,同时保持图像的色彩纯度,在获取图像信息的同时通过麦克风阵列获取叶片转动时的声音信号,并与正常工作时的声音信号进行比对,判断不同故障情况下声音信号的差异;本发明测量效率高,且能够实现全场测量,避免传统测量效率低,并能同时进行动静态检测,在静态检测中能够实现传统参数如叶片型面的测量,在动态测试中能分析叶片振动过程中出现的常见故障,如叶片失衡,旋转失速,失稳等故障。



1. 一种基于机器视觉的发动机叶片动静态检测系统,包括转台,其特征在于:所述的转台四周罩有一封闭箱体,所述转台顶端位于所述密闭箱体的中心偏下,所述转台顶端设有转台轴,所述的转台轴上通过夹具固定有发动机叶片,在发动机叶片的四周对应的密闭箱体的壁上,均匀安装有八只麦克风阵列,所述的麦克风阵列输出端与箱体外部的 A/D 转化模块相连,A/D 转化模块通过 DSP 数据处理模块连接到信号处理工作站;在发动机叶片的正上方的箱体壁上设置有的高精度编码投影系统,在所述箱体壁上安装麦克风位置的上侧设置有两个呈一定角度的成像系统,所述的成像系统通过数据线连接图像采集卡,所述的图像采集卡直接连接到信号处理工作站;所述的箱体内壁隔层内填充有梯度吸音棉。

2. 根据权利要求 1 所述的基于机器视觉的发动机叶片动静态检测系统,其特征在于:所述的箱体材料为灰铸铁 HT200;所述的成像系统为高速相机。

3. 基于权利要求 1 所述的基于机器视觉的发动机叶片动静态检测方法,其特征在于:所述的位于密闭箱体内转台顶端的转台轴上的发动机叶片,在静止或者运动时,均匀分布在发动机叶片四周的麦克风阵列采集声音信息,并传递给 A/D 转换模块,所述 A/D 转换模块将模拟声信号进行转换并输送到 DSP 数据处理模块,所述的 DSP 数据处理模块接收来自 A/D 模块的数字信号并进行处理后传输给信号处理工作站;同时,所属的成像系统捕获发动机叶片正上方的高精度编码投影系统照射发动机叶片时所产生的图像信息,并被与之相连的采集卡采集图像信息并传输至信号处理工作站;所述的信号处理工作站处理声音信息和图像信息,实现发动机叶片的监测分析。

基于机器视觉的发动机叶片动静态检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种发动机叶片的检测方法,尤其涉及一种基于机器视觉的发动机叶片动静态检测。

背景技术

[0002] 发动机是在高温,高压,高转速和严酷载荷工况下工作的复杂机械装备,特别是其核心部件叶轮机叶片的可靠性问题。在航空发动机中叶片的疲劳故障约占总故障及事故的25%,而导致叶片出现如此高的故障率,除了本身其复杂的工作环境和极高的材料要求外,缺少有效的检测手段,也是导致叶片设计及加工缺少有力的数据支撑,而出现高故障率的重要原因之一。在燃气涡轮发动机中叶片无论是压气机叶片还是涡轮叶片,它们的数量最多,而发动机就是依靠这众多的叶片完成对气体的压缩和膨胀以及以最高的效率产生强大的动力来推动机器的运动,叶片是一种特殊的零件,它数量多,形状复杂,要求高,加工难度大,而且是故障多发的零件,一直以来都是各发动机厂生产的关键,而且国内外发动机厂家正以最大的努力来提高叶片的性能。

[0003] 传统的叶片型面测量方法大致可分:标准样板法、自动绘图测量法、光学投影测量法、电感测量法和坐标测量法等。标准样板法最早是用于叶片成品检测的方法,它具有检测速度快、操作简单、便于现场使用等优点,但它只能定性的检测零件是否合格,测量精度低,同时,一个样板只对应于某叶片相应截面的一条型线,因此标准样板数量多,成本高;用自动绘图测量法时由于仪器体积庞大且操作不方便,只适合于零件的抽检;光学投影测量法受客观因素影响较多,测量精度低,适合叶片半成品型面的检测;实用新型专利NO. 201220147947.1设计的自动检测系统为接触式检测,接触式测试法需要将传感器附着或粘贴到被测对象的表面,很难实现对旋转叶片的检测。此外,接触式振动测试法还存在“单点测量”的问题,即每个传感器同时只能测量单点状态。若要实现目标全场同步测量,须在被测目标表面粘贴传感器阵列,若被测目标的尺寸较大时,阵列中传感器的数量较多,造成整个系统结构复杂、测量过程十分繁琐,且传感器阵列的空间分辨率不高;实用新型专利NO. 201120023000.5讲述了一种三坐标测量法,该测量方法需逐点测量,效率非常低,且测量成本高,一般要求实验室环境下测量,因此该方法受到一定的限制。

[0004] 本发明是基于机器视觉的检测,具有非接触、全场式、高效率、易于实现高分辨率和高精度等优点,该方法不仅在静态检测上有其独特优点,而且可以进行动态状态识别。

发明内容

[0005] 本发明的目的就是为了弥补传统叶片检测方法的不足,提出一种基于机器视觉的发动机叶片动静态检测方法。

[0006] 本发明是通过以下技术方案实现的:

一种基于机器视觉的发动机叶片动静态检测系统,包括转台,其特征在于:所述的转台四周罩有一封闭箱体,所述转台顶端位于所述密闭箱体的中心偏下,所述转台顶端设有转

台轴,所述的转台轴上通过夹具固定有发动机叶片,在发动机叶片的四周对应的密闭箱体的壁上,均匀安装有八只麦克风,所述的麦克风输出端与箱体外部的 A/D 转化模块相连, A/D 转化模块通过 DSP 数据处理模块连接到信号处理工作站,在所述箱体壁上安装麦克风位置的上侧设置有两个呈一定角度成像系统,在发动机叶片的正上方的箱体上设置有高精度编码投影系统,所述的成像系统和高精度编码投影系统通过数据线连接采集卡,所述的采集卡直接连接到信号处理工作站;所述的箱体内壁隔层内填充有梯度吸音棉。

[0007] 所述的位于密闭箱体内转台顶端的转台轴上的发动机叶片,在静止或者运动时,均匀分布在发动机叶片四周的麦克风阵列采集声音信息,并传递给 A/D 转换模块,所述 A/D 转换模块将模拟声信号进行转换并输送到 DSP 数据处理模块,所述的 DSP 数据处理模块接收来自 A/D 模块的数字信号并进行处理后传输给信号处理工作站;同时,所属的成像系统捕获发动机叶片正上方的高精度编码投影系统照射发动机叶片时所产生的图像信息,并被与之相连的采集卡采集图像信息并传输至信号处理工作站;所述的信号处理工作站处理声音信息和图像信息,实现发动机叶片的监测分析。

[0008] 所述的箱体密封,箱体材料采用灰铸铁 HT200;所述的吸音棉置于箱体隔层中,材料采用聚酯纤维;所述麦克风阵列均匀分布于发动机叶片四周以获得声信号;所述成像系统在发动机叶片上方均匀分布,所述高精度编码投影系统位于发动机叶片正上方也即箱体的正上方,以获得全景图像,在光学投影式测量系统中,高信噪比的投影图样是系统实现高精度测量的关键,本发明采用彩色投影图样的信息编码与检测方法,结合叶片叶盘在光学检测中的镜面效应导致光学图像质量下降的实际状况,实现基于光谱相位编码方法以及高精度投影系统,降低反射等造成的干扰光对图像质量的影响;所述 A/D 转换模块将模拟声信号进行转换,所述 DSP 数据处理模块接收来自 A/D 模块的数字信号并进行处理后传输给信号处理工作站,所述的信号处理工作站通过获取图像采集卡和 DSP 数据处理模块来进行分析检测,通过检测左右图像对应点得到对应点视场,然后利用三角测量原理实现贴点三维坐标重建,分析不同时刻点的状态,描述其随时间变化的状态,然后进行模态分析。

[0009] 本发明的有益效果是:

1、测量效率高,且能够实现全场测量,避免传统测量效率低,只能进行单点测量等缺点。

[0010] 2、利用数字 (DLP) 投影仪作自适应投影机构,产生高分辨率、高对比度的数字图像,同时保持图像的色彩纯度,在照明系统系统对数字光学处理系统进行改进,采用偏振光照明系统解决叶片光洁度对图像成像质量的影响。

[0011] 3、能同时进行动静态检测,在静态检测中能够实现传统参数如叶片型面的测量,在动态测试中能分析叶片振动过程中出现的常见故障,如叶片失衡,旋转失速,失稳等故障。

[0012] 4、通过麦克风获取叶片振动的声信号,传统单个孤立麦克风在噪声处理、声源定位和跟踪,语音提取和分离等方面存在不足,严重影响了语音通信质量,本方法采用麦克风组成阵列,对来自空间不同方向的信号进行实时处理,在很大程度上弥补了传统方法的不足。

[0013] 5、借助于梯度吸音棉结构上的独特性,彻底解决了普通聚酯纤维吸音棉仅能消除说话声等中高频声音的局限,实现了对低频音的良好吸收,故其对各种频率的噪音均有良好的吸收效果。

附图说明

[0014] 附图 1 为本发明结构示意图。

[0015] 具体实施方案：

如附图 1 所示，一种基于机器视觉的发动机叶片动静态检测系统，包括转台 3，其特征在于：所述的转台 3 四周罩有一封闭箱体 1，所述转台顶端位于所述密闭箱体 1 的中心偏下，所述转台顶端设有转台轴，所述的转台轴上通过夹具 4 固定有发动机叶片，在发动机叶片的四周对应的密闭箱体的壁上，均匀安装有八只麦克风 5，所述的麦克风输出端与箱体外部的 A/D 转化模块 8 相连，A/D 转化模块通过 DSP 数据处理模块 9 连接到信号处理工作站 11，在所述箱体壁上安装麦克风位置的上侧设置有两个呈一定角度成像系统 6，在发动机叶片的正上方的箱体上设置有的高精度编码投影系统 7，所述的成像系统 6 通过数据线连接图像采集卡 10，所述的图像 10 采集卡直接连接到信号处理工作站 11；所述的箱体 1 内壁隔层内填充有梯度吸音棉 2。

[0016] 所述箱体 1 材料采用灰铸铁 HT200，所述梯度吸音棉 2 置于箱体隔层内，吸音棉材料采用聚酯纤维，所述的转台 3 安放在地面上，不与所述的箱体 1 相连，所述夹具 4 将发动机叶片固定在转台轴上，所述麦克风阵列 5 共有八只麦克风，采用动圈式麦克风森海塞尔 E614，以四十五度角间隔均匀分布于发动机叶片四周以获得声信号，所述高精度编码投影系统 7 位于发动机叶片正上方，也即箱体的正上方，成像系统 6 两个，置于叶片上方且分布在两边成一定的角度，保证能获取叶片的全场信息，高速相机型号为 2M360 - CL，帧速率为 340fps，能较好的获取被测对象的信息，所述图像采集卡 10 型号采用 X64 Xcelera-CL PX4，该型号采集卡图像采集速率 1G/s，其一端与成像系统 6 相连以获取图像信息，一端与信号处理工作站 11 相连，将图像信息传给信号处理工作站 11；所述 A/D 转换模块 8 采用 ADS6122，将麦克风阵列 5 获得的模拟声信号转换为数字信号；所述 DSP 数据处理模块 9 采用型号为 C5505，其将数字声信号进行处理并传送给信号处理工作站 11，所述信号处理工作站 11 不仅获取图像采集卡 10 上的信息，同时得到所述 DSP 数据处理模块 9 得到的声音信号。

[0017] 在静态检测时，成像系统 6 获取叶片全场信息后传递给图像采集卡 10，图像采集卡 10 将信息传递给信号处理工作站 11，信号处理工作站 11 首先进行图像预处理使采集得到的图像数据更方便的进行边缘提取，接着，通过图像处理的方法对被测图像进行边缘提取、数据分析，得到被测量特征。

[0018] 在动态检测时，其工作流程与静态测试相似，通过调节转台 3 使叶片在不同速度下运行，与静态测试不同的是，动态目标的标定远比静态测试时复杂的多，在叶片上贴均匀分布的点，在动态情况下利用同步相机拍摄不同时刻点的状态，随后将不同状态下的点进行三维重建，求取其世界坐标，随后可以分析不同时刻对应点的状态变化，进一步分析出叶片的状态。本发明在采用静态靶标进行系统参数标定的基础上，通过理论分析和实验研究，设计振动模态已知的柔性结构靶标，揭示目标振动参数对标定参数影响的规律；以丰富的特征信息为约束，建立能真实反应动态目标连续灰度分布的最优插值拟合方法，从而实现动态目标图像全场的高分辨率精确匹配；通过建立世界坐标系，相机坐标系和图像坐标系三者之间的联系，完成从二维图像信息到三维几何信息的精确映射，标定参数的准确与否

也将直接关系到目标三维重建的精度。

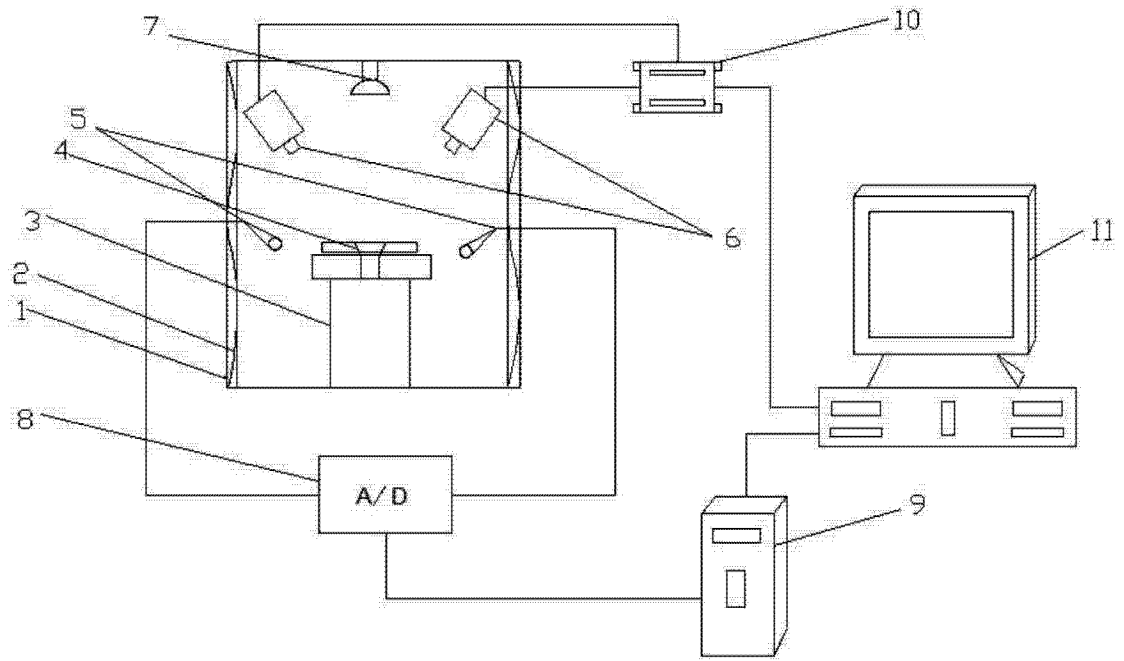


图 1