



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108288288 A

(43)申请公布日 2018.07.17

(21)申请号 201810042093.2

G06T 7/13(2017.01)

(22)申请日 2018.01.16

G01B 11/00(2006.01)

(71)申请人 华东交通大学

地址 330013 江西省南昌市经济技术开发区双港东大街808号

(72)发明人 谢昕 谢铭烨 胡锋平 王伟如 江勋绎

(74)专利代理机构 北京中济纬天专利代理有限公司 11429

代理人 杨乐

(51)Int.Cl.

G06T 7/62(2017.01)

G06T 7/64(2017.01)

G06T 7/60(2017.01)

G06T 3/40(2006.01)

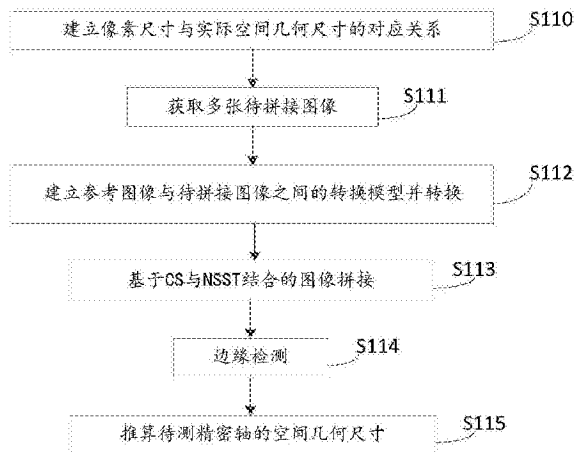
权利要求书3页 说明书8页 附图1页

(54)发明名称

基于视觉识别的精密轴尺寸测量方法、装置和系统

(57)摘要

本发明具体公开了基于视觉识别的精密轴尺寸测量方法、装置和系统。该方法包括步骤:建立像素尺寸与待测精密轴实际空间几何尺寸映射关系;获取多张待拼接精密轴图像;建立参考图像与待拼接图像之间的转换模型,进行转换;基于CS和NSST算法相结合对转换后的待拼接图像进行拼接,融合成一张待测精密轴的整体图像;对融合后的整体图像,首先使用多级滤波的感兴趣边缘检测方法进行像素级边缘跟踪与初步定位,然后采用Sobel算子与最小二乘曲线拟合相结合,得到亚像素精度的边缘,根据检测到的边缘和所述映射关系,推算待测精密轴的空间几何尺寸。该方法、装置和系统,有效降低图像拼接数据处理量,提高了检测效率,可实时在线检测。



1. 基于视觉识别的精密轴尺寸测量方法,其特征在于,包括步骤:

获取参考图像,建立参考图像中像素尺寸与待测精密轴实际空间几何尺寸的映射关系;

获取待测精密轴全方位多角度的多张待拼接图像;

建立所述参考图像与所述待拼接图像之间的转换模型,根据所述转换模型对所述待拼接图像进行转换;

基于压缩感知及NSST算法相结合对转换后的所述待拼接图像进行拼接,融合成一张待测精密轴的整体图像;

对所述整体图像首先使用多级滤波的感兴趣边缘检测方法进行像素级边缘跟踪与初步定位,然后采用Sobel算子与最小二乘曲线拟合相结合,得到亚像素精度的边缘;

根据检测到的边缘和所述映射关系,推算待测精密轴的空间几何尺寸。

2. 如权利要求1所述的基于视觉识别的精密轴尺寸测量方法,其特征在于,所述步骤建立所述参考图像与所述待拼接图像之间的转换模型,包括:

采用G1级精度的标定棋盘,利用张正友标定算法对各相机进行标定,获得各相机的内外参数和标定板;以相机初始采集的参考图像的坐标系为全局坐标系,提取棋盘角点,根据棋盘角点在两图像中的位置关系,建立不同的图像坐标之间的转换关系,并依此建立待拼接图像的坐标系到所述全局坐标系的转换模型。

3. 如权利要求1所述的基于视觉识别的精密轴尺寸测量方法,其特征在于,所述步骤基于压缩感知及NSST算法相结合对转换后的所述待拼接图像进行拼接,包括:

首先采用NSST算法对待拼接图像进行分解,其次利用压缩感知算法将NSST分解后的图像的高频系数进行压缩,获取局部区域能量和局部区域方差,根据所述局部区域能量和局部区域方差联合指导待融合图像的低频系数的融合;最后利用NSST逆变换重构融合图像。

4. 根据权利要求1所述3所述的基于视觉识别的精密轴尺寸测量方法,其特征在于,所述步骤基于压缩感知及NSST算法相结合对转换后的所述待拼接图像进行拼接,具体包括:

通过NSST对待拼接图像进行多尺度分解和方向滤波,得到待拼接图像的低通图像和多个带通子带图像,提取低频系数 $ML$ 和高频系数 $NH^{j,k}$ ;

基于压缩感知,设置观测矩阵为高斯随机矩阵,利用所述高斯随机矩阵按照预设的采样率对待拼接图像的所述高频子带系数 $NH^{j,k}$ 进行观测,得出待拼接图像的第一观测值和第二观测值;

计算待拼接图像的局部区域能量和局部区域方差,依据所述局部区域能量和局部区域方差,对所述低频系数 $ML$ 进行加权融合,得到融合后的低频系数 $XL$ ;

计算全局梯度,依据所述局部区域能量和全局梯度对所述第一观测值和第二观测值进行加权选择,计算出融合后的观测值;

对所述融合后的观测值进行重构,恢复融合图像的高频系数 $XH^{j,k}$ ;

对 $[XL, XH^{j,k}]$ 进行NSST逆变换,得到融合图像。

5. 如权利要求1所述的基于视觉识别的精密轴尺寸测量方法,其特征在于,所述使用像素级的特征检测方法初步定位,包括梯度特征图像计算与梯度幅值图像滤波,采用动态范围较小的预设阈值对梯度幅值图像进行分割,实现边缘进行粗略提取。

6. 如权利要求1所述的基于视觉识别的精密轴尺寸测量方法,其特征在于,还包括步

骤:

对推算出的检测数据与待测精密轴的实际尺寸进行比较,根据误差理论建立畸变补偿函数,对测量后的数据进行畸变校正和误差补偿处理。

7. 基于视觉识别的精密轴尺寸测量装置,其特征在于,包括:

获取模块,用于获取参考图像,建立参考图像中像素尺寸与待测精密轴的实际空间几何尺寸的映射关系,并获取对待测精密轴进行全方位多角度的局部拍摄得到的多张待拼接图像;

转换模块,用于建立所述参考图像与所述待拼接图像之间的转换模型,根据所述转换模型对所述待拼接图像进行转换;

拼接模块,用于基于压缩感知及NSST算法相结合对转换后的所述待拼接图像进行拼接,融合成一张待测精密轴的整体图像;

检测模块,用于对所述整体图像首先使用多级滤波的感兴趣边缘检测方法进行像素级边缘跟踪与初步定位,然后采用Sobel算子与最小二乘曲线拟合相结合,得到亚像素精度的边缘;

推算模块,用于根据检测到的边缘和所述映射关系,推算待测精密轴的空间几何尺寸。

8. 如权利要求7所述的基于视觉识别的精密轴尺寸测量装置,其特征在于,所述拼接模块,用于:

首先采用NSST算法对待拼接图像进行分解,其次利用压缩感知算法将NSST分解后的图像的高频系数进行压缩,获取局部区域能量和局部区域方差,根据所述局部区域能量和局部区域方差联合指导待融合图像的低频系数的融合;最后利用NSST逆变换重构融合图像。

9. 如权利要求7所述的基于视觉识别的精密轴尺寸测量装置,其特征在于,所述检测模块用于:

使用像素级的特征检测方法初步定位,包括梯度特征图像计算与梯度幅值图像滤波,采用动态范围较小的阈值对梯度幅值图像进行分割,实现边缘进行粗略提取。

10. 基于视觉识别的精密轴尺寸测量系统,其特征在于,根据权利要求1-6中任一项所述的测量方法对精密轴进行测量,包括送料装置、检测装置和控制装置;

所述送料装置包括水平设置的用于传送待测精密轴的传输带;

所述检测装置包括倾斜设置且相互平行的检测通道、丝杠、滑动导轨,以及用于驱动所述丝杠的步进电机和齿轮;

所述检测通道的起始端为检测起点,所述检测起点的上方设有正对所述待测精密轴、用于拍摄所述待测精密轴的轴向图像的第一摄像机,所述第一摄像机固定于滑台上,所述滑台受所述丝杠牵引沿所述滑动导轨滑动,所述滑台的一侧向所述检测通道方向延伸出一顶杆,所述顶杆顶住所述待测精密轴以定位进行拍摄;所述检测通道的两侧还设有用于采集所述待测精密轴两个端面的径向图像的第二摄像机和第三摄像机;所述检测通道的末端设有阀门;

所述控制装置包括千兆网卡、工控机、控制器和驱动器,所述千兆网卡通过千兆网线与所述摄像机和工控机连接,用于将所述第一至第三摄像机拍摄的图像存储并传送至所述工控机;

所述工控机、所述控制器和所述驱动器依次电连接,所述驱动器与所述阀门、所述第一

至第三摄像机电连接,所述驱动器用于控制所述阀门的导向;

所述工控机内设有测量模块,所述测量模块用于根据权利要求1-6中任一项所述的测量方法得出待测精密轴的测量尺寸并输出给所述控制器;

所述控制器用于将所述测量尺寸与标准预设尺寸进行比较,判断当前检测通道上的待测精密轴是否为合格品,并向所述驱动器发送控制指令,所述驱动器根据所述控制指令控制所述阀门的导向为合格品通道或者不合格品通道。

## 基于视觉识别的精密轴尺寸测量方法、装置和系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及基于机器视觉的零件检测技术领域,特别是涉及一种基于视觉识别的精密轴尺寸测量方法、装置和系统。

### 背景技术

[0002] 基于机器视觉的零件检测研究从20世纪90年开始兴起,目前逐渐进入各工业领域,测量手段和方法也得到了快速发展。机器视觉就是用机器代替人眼来做测量和判断,通过图像摄取装置CMOS或者CCD将被摄取目标转换成图像信号,传送给专用的图像处理系统,根据像素分布和亮度、颜色等信息,转变成数字化信号;图像系统对这些信号进行各种运算来抽取目标的特征,进而根据判别的结果来控制现场的设备动作。机器视觉系统的特点是提高生产的柔性和自动化程度。在一些不适合于人工作业的危险工作环境或人工视觉难以满足要求的场合,常用机器视觉来替代人工视觉;同时在大批量工业生产过程中,用人工视觉检查产品质量效率低且精度不高,用机器视觉检测方法可以大大提高生产效率和生产的自动化程度。

[0003] 早期对几何尺寸的视觉测量研究主要集中在对微小尺寸的检测和测量,如机械零件的自动识别及几何尺寸测量、表面粗糙度和表面缺陷检测。对于较大或细长类零件几何尺寸的综合检测,则很少采用机器视觉,主要因为CCD一次成像获取较大尺寸物体全景图时,由于分辨率不高从而导致局部尺寸的检测精度低。但近年来,基于机器视觉的高精度测量逐渐引起关注,围绕视觉测量技术做了大量研究。Song Li-mei等为了分类齿轮和实现高精度测量结果,提出了一种基于激光视觉的非接触式齿轮测量系统,激光视觉精密测量方法确保了测量的准确性,可以满足2级标准齿轮测量要求,赵辉等提出了一种分段式图像测量系统实现大尺寸弧长的精密在线测量,而在某些应用场合,例如发动机曲轴、凸轮轴等较大长径比类零件,分段式图像测量不能适用于同轴度、径向跳动等位置误差的综合检测,等等。

[0004] 精密轴是各种转动设备的核心组件,应用非常广泛,其质量对设备运行的可靠性和耐久性具有决定性作用。为避免不合格品进入设备,对精密轴进行质量检测具有重要意义。我国是重要的精密轴生产地,产量占世界总量的四分之一。目前我国大部分精密轴生产企业仍采用传统的接触式测量方法检测,由于受主观因素影响大,产品质量不稳定,不仅效率低、误检率高,也不利于生产过程自动化与信息化,很难实现对各加工环节的反馈控制。现有技术中部分基于机器视觉的轴类尺寸测量方案,并不适用于精密轴这类细长型工件的测量,并且由于图像采样数据量大、现场噪声干扰问题,很难满足高精度、实时性、通用性的检测要求。其中最主要的制约瓶颈为现有技术中的一些基于机器视觉的轴类尺寸测量方案处理数据量巨大,使得测量效率较低,无法满足连续在线检测对实时性的要求。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种基于视觉识别的精密轴尺寸测量方法、装置和系统,以

解决现有技术中的基于机器视觉的细长轴类测量方案测量效率低无法满足实时性要求的技术问题。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0007] 基于视觉识别的精密轴尺寸测量方法,包括步骤:

[0008] 获取参考图像,建立参考图像中像素尺寸与待测精密轴实际空间几何尺寸的映射关系;

[0009] 获取待测精密轴全方位多角度的多张待拼接图像;

[0010] 建立所述参考图像与所述待拼接图像之间的转换模型,根据所述转换模型对所述待拼接图像进行转换;

[0011] 基于压缩感知及NSST算法相结合对转换后的所述待拼接图像进行拼接,融合成一张待测精密轴的整体图像;

[0012] 对所述整体图像首先使用多级滤波的感兴趣边缘检测方法进行像素级边缘跟踪与初步定位,然后采用Sobel算子与最小二乘曲线拟合相结合,得到亚像素精度的边缘;

[0013] 根据检测到的边缘和所述映射关系,推算待测精密轴的空间几何尺寸。

[0014] 其中,所述步骤建立所述参考图像与所述待拼接图像之间的转换模型,包括:

[0015] 采用G1级精度的标定棋盘,利用张正友标定算法对各相机进行标定,获得各相机的内外参数和标定板;以相机初始采集的参考图像的坐标系为全局坐标系,提取棋盘角点,根据棋盘角点在两图像中的位置关系,建立不同的图像坐标之间的转换关系,并依此建立待拼接图像的坐标系到所述全局坐标系的转换模型。

[0016] 其中,所述步骤基于压缩感知及NSST算法相结合对转换后的所述待拼接图像进行拼接,包括:

[0017] 首先采用NSST算法对待拼接图像进行分解,其次利用压缩感知算法将NSST分解后的图像的高频系数进行压缩,获取局部区域能量和局部区域方差,根据所述局部区域能量和局部区域方差联合指导待融合图像的低频系数的融合;最后利用NSST逆变换重构融合图像。

[0018] 其中,所述步骤基于压缩感知及NSST算法相结合对转换后的所述待拼接图像进行拼接,具体包括:

[0019] 通过NSST对待拼接图像进行多尺度分解和方向滤波,得到待拼接图像的低通图像和多个带通子带图像,提取低频系数 $ML$ 和高频系数 $NH^{j,k}$ ;

[0020] 基于压缩感知,设置观测矩阵为高斯随机矩阵,利用所述高斯随机矩阵按照预设的采样率对待拼接图像的所述高频子带系数 $NH^{j,k}$ 进行观测,得出待拼接图像的第一观测值和第二观测值;

[0021] 计算待拼接图像的局部区域能量和局部区域方差,依据所述局部区域能量和局部区域方差,对所述低频系数 $ML$ 进行加权融合,得到融合后的低频系数 $XL$ ;

[0022] 计算全局梯度,依据所述局部区域能量和全局梯度对所述第一观测值和第二观测值进行加权选择,计算出融合后的观测值;

[0023] 对所述融合后的观测值进行重构,恢复融合图像的高频系数 $XH^{j,k}$ ;

[0024] 对 $[XL, XH^{j,k}]$ 进行NSST逆变换,得到融合图像。

[0025] 其中,所述使用像素级的特征检测方法初步定位,包括梯度特征图像计算与梯度

幅值图像滤波,采用动态范围较小的预设阈值对梯度幅值图像进行分割,实现边缘进行粗略提取。

[0026] 该方法还包括步骤:

[0027] 对推算出的检测数据与待测精密轴的实际尺寸进行比较,根据误差理论建立畸变补偿函数,对测量后的数据进行畸变校正和误差补偿处理。

[0028] 本发明还提供一种基于视觉识别的精密轴尺寸测量装置,包括:

[0029] 获取模块,用于获取参考图像,建立参考图像中像素尺寸与待测精密轴的实际空间几何尺寸的映射关系,并获取对待测精密轴进行全方位多角度的局部拍摄得到的多张待拼接图像;

[0030] 转换模块,用于建立所述参考图像与所述待拼接图像之间的转换模型,根据所述转换模型对所述待拼接图像进行转换;

[0031] 拼接模块,用于基于压缩感知及NSST算法相结合对转换后的所述待拼接图像进行拼接,融合成一张待测精密轴的整体图像;

[0032] 检测模块,用于对所述整体图像首先使用多级滤波的感兴趣边缘检测方法进行像素级边缘跟踪与初步定位,然后采用Sobel算子与最小二乘曲线拟合相结合,得到亚像素精度的边缘;

[0033] 推算模块,用于根据检测到的边缘和所述映射关系,推算待测精密轴的空间几何尺寸。

[0034] 其中,所述拼接模块,用于:

[0035] 首先采用NSST算法对待拼接图像进行分解,其次利用压缩感知算法将NSST分解后的图像的高频系数进行压缩,获取局部区域能量和局部区域方差,根据所述局部区域能量和局部区域方差联合指导待融合图像的低频系数的融合;最后利用NSST逆变换重构融合图像。

[0036] 其中,所述检测模块用于:

[0037] 使用像素级的特征检测方法初步定位,包括梯度特征图像计算与梯度幅值图像滤波,采用动态范围较小的阈值对梯度幅值图像进行分割,实现边缘进行粗略提取。

[0038] 本发明还提供一种基于视觉识别的精密轴尺寸测量系统,根据上述的测量方法对精密轴进行测量,包括送料装置、检测装置和控制装置;

[0039] 所述送料装置包括水平设置的用于传送待测精密轴的传输带;

[0040] 所述检测装置包括倾斜设置且相互平行的检测通道、丝杠、滑动导轨,以及用于驱动所述丝杠的步进电机和齿轮;

[0041] 所述检测通道的起始端为检测起点,所述检测起点的上方设有正对所述待测精密轴、用于拍摄所述待测精密轴的轴向图像的第一摄像机,所述第一摄像机固定于滑台上,所述滑台受所述丝杠牵引沿所述滑动导轨滑动,所述滑台的一侧向所述检测通道方向延伸出一顶杆,所述顶杆顶住所述待测精密轴以定位进行拍摄;所述检测通道的两侧还设有用于采集所述待测精密轴两个端面的径向图像的第二摄像机和第三摄像机;所述检测通道的末端设有阀门;

[0042] 所述控制装置包括千兆网卡、工控机、控制器和驱动器,所述千兆网卡通过千兆网线与所述摄像机和工控机连接,用于将所述第一至第三摄像机拍摄的图像存储并传送至所

述工控机；

[0043] 所述工控机、所述控制器和所述驱动器依次电连接，所述驱动器与所述阀门电连接，所述驱动器用于控制所述阀门的导向；

[0044] 所述工控机内设有测量模块，所述测量模块用于根据权利要求1-6中任一项所述的测量方法得出待测精密轴的测量尺寸并输出给所述控制器；

[0045] 所述控制器用于将所述测量尺寸与标准预设尺寸进行比较，判断当前检测通道上的待测精密轴是否为合格品，并向所述驱动器发送控制指令，所述驱动器根据所述控制指令控制所述阀门的导向为合格品通道或者不合格品通道。

[0046] 根据本发明提供的具体实施例，本发明公开了以下技术效果：

[0047] 本发明提供的基于视觉识别的精密轴尺寸测量方法、装置和系统，针对精密轴这类细长型工件本身的尺寸特点，通过对待测的精密轴的不同角度的局部拍摄得到多张待拼接图像，提出基于压缩感知和NSST结合的算法将各图像进行无缝拼接以获得高分辨率的目标整体图像，并且通过亚像素级精度的边缘检测，实现了图像中精密轴尺寸的高精度测量。其中使用多级滤波的感兴趣边缘检测方法进行像素级边缘跟踪与初步定位，优选采用动态范围较小的阈值对梯度幅值图像进行分割以实现边缘进行粗略提取，有效滤除杂乱边缘、提取图像中的感兴趣边缘，并采用Sobel算子与最小二乘曲线拟合相结合以得到亚像素精度边缘，对噪声不敏感且检测速度快。同时，基于压缩感知和NSST结合的算法由于只需要对高频系数的压缩值进行融合，因此该算法数据处理量小、处理速度快，本发明上述诸多技术特征相结合形成的该测量方法，检测效率高，数据处理量相对降低，能够满足在线检测实时性的要求，并且能够兼顾整体图像和高测量精度的要求。

## 附图说明

[0048] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例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发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0049] 图1为本发明一种基于视觉识别的精密轴尺寸测量方法的流程图；

[0050] 图2为本发明基于视觉识别的精密轴尺寸测量系统的一个实施例的结构示意图。

## 具体实施方式

[0051] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0052] 为使本发明的上技术方案更加明显易懂，下面结合具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0053] 本发明针对传统接触式测量效率低、误检率高、难以实现机械加工流程自动控制的现状，提出了融合压缩感知与机器视觉的细长型精密轴高精度视觉测量方法。

[0054] 精密轴属于细长型零件，轴向尺寸远大于径向尺寸，仅一幅图像无法显示测量对

象的整体,难以利用单相机一次获取高分辨率的整体目标图像,一般通过多相机分段采集精密轴图像(或单机相机通过移动多次拍摄),然后将具有部分重合的多幅图像进行无缝拼接以获得高分辨率的目标整体图像,再根据标注关系计算出图像的实际尺寸。本发明基于压缩感知及NSST的图像实时配准与融合算法,对图像进行拼接融合处理。

[0055] 参见图1所示,本发明提供的基于视觉识别的精密轴尺寸测量方法,主要包括步骤:

[0056] 步骤S110,获取参考图像,建立参考图像中像素尺寸与待测精密轴的实际空间几何尺寸的对应关系。

[0057] 步骤S111,获取对待测精密轴进行全方位多角度的局部拍摄得到的多张待拼接图像。

[0058] 步骤S112,建立所述参考图像与所述待拼接图像之间的转换模型,根据所述转换模型对所述待拼接图像进行转换。

[0059] 步骤S113,基于压缩感知及NSST算法相结合对转换后的所述待拼接图像进行拼接,融合成一张待测精密轴的整体图像。

[0060] 步骤S114,对所述整体图像进行边缘检测。

[0061] 具体地,用像素级的特征检测方法对边缘进行初定位,对所述整体图像首先使用多级滤波的感兴趣边缘检测方法进行像素级边缘跟踪与初步定位,然后采用Sobel算子与最小二乘曲线拟合相结合,得到亚像素精度的边缘。

[0062] 步骤与S115,根据检测到的边缘和所述映射关系,推算待测精密轴的空间几何尺寸。

[0063] 其中,上述步骤中,首先需要建立图像中像素尺寸和零件空间几何尺寸的对应关系,通过全局标定建立各相机图像与首台相机图像之间的转换模型,即各待拼接图像与参考图像之间的转换模型,或只用一个相机获取零件不同部位的图像,也需要建立相机与零件位姿转换关系。

[0064] 对于细长型的精密轴零件,无法一次成像以达到高精度测量的目的,必须对零件多次分段成像的图像进行快速、准确地拼接,其中图像的配准及融合是关键。本发明实施例中基于压缩感知(Compressive Sensing,简称CS)和NSST(Non-Subsampled Shearlet,非下采样剪切波变换)算法相结合的技术进行高精度图像拼接。首先,采用NSST对源图像进行分解,其次利用压缩感知算法将NSST分解后的图像的高频系数进行压缩,然后利用“局部区域能量和局部区域方差”联合指导待融合图像的低频系数的融合;最后利用NSST逆变换重构融合图像。由于只需要对高频系数的压缩值进行融合,因此算法不仅计算量小、处理速度快,而且兼顾整体图像和高测量精度的要求。

[0065] 其中,待测精密轴图像的稀疏表示,是通过恰当的正交基、紧框架或冗余字典等变换基,使图像在该变换域上是稀疏的;通过一个稳定且与变换基不相关的观测矩阵,保证少量的测量信息包含原图像全局信息;并且基于快速、稳定、计算复杂度低且对观测值要求较少的图像重构算法对图像进行重构。

[0066] 具体地,作为一种可实施方式,基于NSST和压缩感知相结合的图像拼接过程包括:

[0067] 通过NSST对待拼接图像进行多尺度分解和方向滤波,得到待拼接图像的低通图像和多个带通子带图像,提取低频系数 $ML$ 和高频系数 $NH^{j,k}$ , $NH^{j,k}$ 表示图像在第 $j$ 层第 $k$ 个高频

子带系数；

[0068] 基于压缩感知,设置观测矩阵为高斯随机矩阵,利用所述高斯随机矩阵按照预设的采样率对待拼接图像的所述高频子带系数 $NH^{j,k}$ 进行观测,得出待拼接图像的第一观测值和第二观测值；

[0069] 计算待拼接图像的局部区域能量和局部区域方差,依据所述局部区域能量和局部区域方差,对所述低频系数 $ML$ 进行加权融合,得到融合后的低频系数 $XL$ ；

[0070] 计算全局梯度,依据所述局部区域能量和全局梯度对所述第一观测值和第二观测值进行加权选择,计算出融合后的观测值；

[0071] 对所述融合后的观测值进行重构,恢复融合图像的高频系数 $XH^{j,k}$ ；

[0072] 对 $[XL, XH^{j,k}]$ 进行NSST逆变换,得到融合图像。

[0073] 对于边缘检测,研究不同光源形成的不同目标边缘类型,采用不同的边缘检测算子并融合插值及二次曲线拟合法,以实现精密轴图像边缘的亚像素级定位分割。

[0074] 由于精密轴是细长类型零件,只能采用非平行背光源,当采用非平行背光源时,侧面光线经待测物边缘进入相机,会引起目标边缘模糊,成像质量较差。同时精密轴的边缘有水平、垂直、左右直边、左右圆弧等不同类型,需要遵循先粗后精的计算思路,根据不同边缘类型采用相应的特征检测方法。

[0075] 在本发明实施例中,首先使用多级滤波的感兴趣边缘检测方法进行像素级边缘跟踪与初步定位,然后采用Sobel算子与最小二乘曲线拟合相结合,得到约0.1像素的测量精度,以满足精密轴高精度视觉测量的要求。

[0076] 使用像素级的特征检测方法初步定位,包括梯度特征图像计算与梯度幅值图像滤波,采用动态范围较小的预设阈值对梯度幅值图像进行分割,实现边缘进行粗略提取。其中,预设阈值在梯度幅值图像中按分位数法选取,一般平均梯度幅值阈值的分位数设置为0.15,最大梯度幅值的分位数设置为0.45。

[0077] 在实际视觉检测系统中,由于镜头畸变等原因会导致实际像素点坐标位置跟理论像素点坐标位置产生偏离,同时由于大尺寸图像的拼接与边缘检测等的累积误差,从而导致检测系统精度下降,为此,优选地,在本发明实施例中,根据极限误差理论,分析误差产生的机理,对检测数据与零件的真实尺寸进行比较,根据误差理论建立畸变补偿函数,对测量后的数据进行畸变校正和误差补偿处理,实现精密轴多参数的高精度视觉测量。

[0078] 本发明还提供一种基于视觉识别的精密轴尺寸测量装置,包括:

[0079] 获取模块,用于获取参考图像,建立参考图像中像素尺寸与待测精密轴的实际空间几何尺寸的映射关系,并获取对待测精密轴进行全方位多角度的局部拍摄得到的多张待拼接图像；

[0080] 转换模块,用于建立所述参考图像与所述待拼接图像之间的转换模型,根据所述转换模型对所述待拼接图像进行转换；

[0081] 拼接模块,用于基于压缩感知及NSST算法相结合对转换后的所述待拼接图像进行拼接,融合成一张待测精密轴的整体图像；

[0082] 检测模块,用于对整体图像首先使用多级滤波的感兴趣边缘检测方法进行像素级边缘跟踪与初步定位,然后采用Sobel算子与最小二乘曲线拟合相结合,得到亚像素精度的边缘；

[0083] 推算模块,用于根据检测到的边缘和所述映射关系,推算待测精密轴的空间几何尺寸。

[0084] 本发明还提供一种基于视觉识别的精密轴尺寸测量系统,采用上述测量方法对精密轴进行测量,该系统包括送料装置、检测装置和控制装置。

[0085] 参见图2所示,送料装置包括水平设置的用于传送待测精密轴的传输带11。

[0086] 检测装置包括倾斜设置且相互平行的检测通道21、丝杠22、滑动导轨23,以及用于驱动丝杠22的步进电机28和齿轮27。检测通道21的起始端为检测起点,检测起点的上方设有正对待测精密轴、用于拍摄待测精密轴的轴向图像的第一摄像机25,第一摄像机25固定于滑台24上,滑台24受丝杠22牵引沿滑动导轨23滑动,滑台24的一侧向检测通道21方向延伸出一顶杆26,顶杆26顶住待测精密轴以定位进行拍摄;检测通道21的两侧还设有用于采集待测精密轴两个端面的径向图像的第二摄像机和第三摄像机(由于视图的关系,图2中两端面布置的CCD相机未示出),检测通道21的末端设有阀门29。图2中并未示出光源,本领域技术人员可以根据本发明技术构思根据实际需要选择合适的光源类型和光源安装位置,有多种可实施方式,本发明不一一列举。

[0087] 控制装置包括千兆网卡、工控机、控制器和驱动器,千兆网卡与摄像机25和工控机通过千兆网线31连接,用于将第一至第三摄像机拍摄的图像存储并传送至工控机。工控机、控制器和驱动器依次电连接,驱动器与阀门29电连接,驱动器用于控制阀门29的导向待测精密轴的尺寸符合标准则阀门导向合格通道210,不符合标准则导向不合格通道211。工控机内设有测量模块,测量模块用于按照上述测量方法得出待测精密轴的测量尺寸并输出给控制器。控制器用于将测量尺寸与标准预设尺寸进行比较,判断当前检测通道上的待测精密轴是否为合格品,并向驱动器发送控制指令,驱动器根据控制指令控制阀门的导向为合格品通道或者不合格品通道。

[0088] 待测精密轴a经传输带11送入检测通道21,在检测通道21中依靠重力作用滑动。检测通道为小坡度滑道,滑动的距离由步进电机控制的丝杠22带动的滑台24决定。精密轴a刚进入到检测起点,滑台24上的顶杆26顶住其左面定位,CCD相机开始摄取图像,步进电机28带动齿轮27的减速箱进而驱动丝杠22转动,使得滑台24向左移动一定距离(根据轴的长度计算所得)带动相机左移,CCD相机(即第一摄像机)25摄取第二个面的图像。这样经过滑块的若干次移动,拍摄到精密轴的若干张图片作为待拼接图像。通过千兆网线31与工控机的连接把图片传入到工控机,由专用图像处理软件对图片进行分析处理。需将精密轴放到检测工位上进行传输,位于传输带上方的相机对零件进行N次(取决于相机视场及精密轴的长度)拍摄,确保这些图像能够包含零件的全部区域,为了测量零件长度必须把具有部分重叠的N幅图像,拼接成一幅完整的零件整体长度图像。

[0089] 需要说明的是,优选地,首先摄像机和背光源均固定,利用电动平移台移动待测物,改变物距,并记录模糊边缘对应的宽度,建立边缘宽度与物距之间的关系;使用像素级的特征检测方法初步定位目标,得到像素级精度的定位结果;然后用亚像素边缘检测算子对初步定位的结果遵循先粗后精的计算思路,采用插值法和拟合相结合的方法,得到亚像素精度的测量结果。利用标准件(超精密加工)制作待检测参数的模板,并提取待测参数对应的测量特征点,研究各测量特征点的拓扑信息,确定基于拓扑信息的特征向量;经亚像素边缘提取后,利用NSST及CS算法,搜索待测参数对应的测量特征点,并用特征向量校验。最

后根据极限误差理论,分析误差产生的原理,对检测数据与零件的真实尺寸进行比较,建立畸变补偿函数,对测量后的数据进行畸变校正和误差处理以提高测量精度,满足精密轴高精度视觉测量的要求。

[0090] 在本发明实施例中,作为一种可实施方式,使用了3个CCD相机,顶部一个主要是检测精密轴的轴向尺寸;在精密轴前后端各配备了一个相机,检测精密轴两端面的径向尺寸,如直径或圆度等参数,本领技术人员能够根据本发明上述说明,对摄像机的位置、数量以及根据待测精密轴的具体尺寸对拍摄图像的角度、拍摄图像数量做出多种调整,本发明不一一列举。

[0091] 本发明实施例提供的基于视觉识别的精密轴尺寸测量方法、装置和系统,通过将精密轴放到检测工位上进行传输,对其进行N次拍摄确保这些图像能够包含零件的全部区域,把具有部分重叠的N幅图像,拼接成一幅完整的零件整体长度图像。具体采用一种基于压缩感知与非下采样剪切波变换(NSST)算法相结合的高精度图像拼接算法。该算法提出首先使用多级滤波的感兴趣边缘检测方法进行像素级边缘跟踪与初步定位,然后采用Sobel算子与最小二乘曲线拟合相结合,得到亚像素精度的边缘,相比于传统的边缘检测,抗噪声能力更强,检测速度更快,同时采用NSST对源图像进行分解,其次利用压缩感知算法将NSST分解后的图像的高频系数进行压缩,然后利用局部区域能量和局部区域方差联合指导待融合图像的低频系数的融合;最后利用NSST逆变换重构融合图像。相比于传统的图像拼接算法所存在的数据量巨大且有误匹配、无法满足在线测量的技术缺陷,该拼接算法由于只需要对高频系数的压缩值进行融合,将几幅待拼接图像融合成一幅全景图像,数据处理量小,因而处理速度快,检测效率更高。基于本发明所公开的上述技术特征,其组成的完整技术方案整体具备数据处理量小,检测速度快的特点,能够实现在线的实时连续检测,而且兼顾整体图像和高测量精度的要求。

[0092] 本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

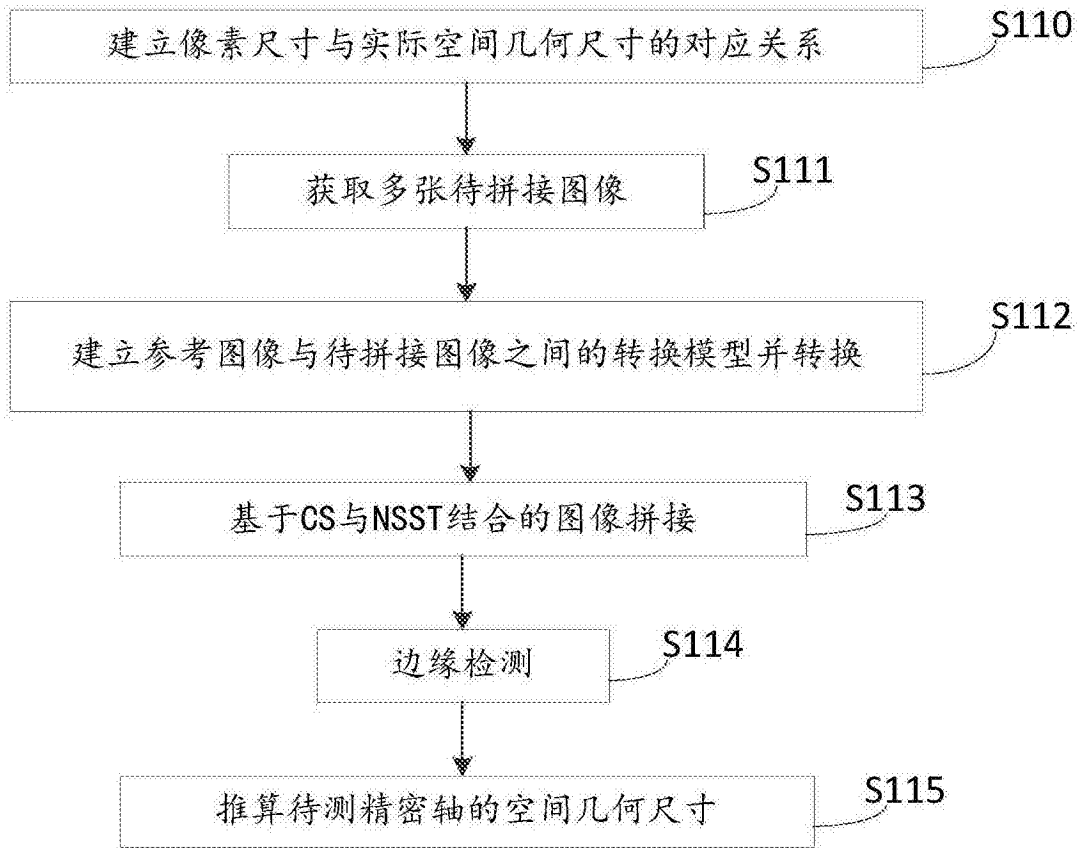


图1

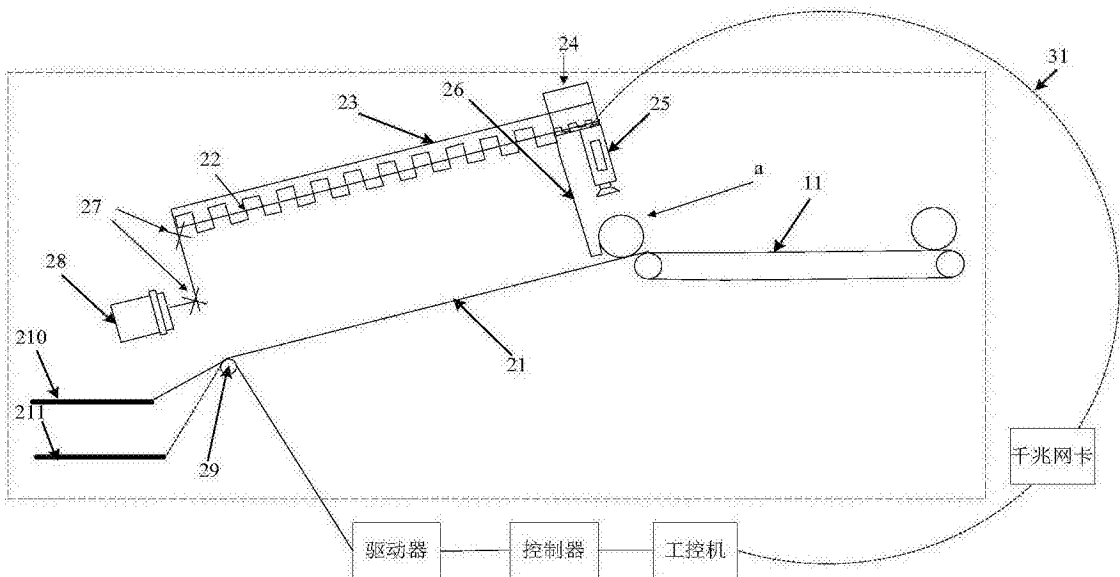


图2