

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2018 年 6 月 14 日 (14.06.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/103693 A1

(51) 国际专利分类号:
G01B 11/25 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/115007

(22) 国际申请日: 2017 年 12 月 7 日 (07.12.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201611117498.5 2016 年 12 月 7 日 (07.12.2016) CN

(71) 申请人: 西安知象光电科技有限公司 (XI'AN CHISHINE OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO.LTD.) [CN/CN]; 中国陕西省西安市高新区锦业路 69 号创新商务公寓 1 号楼 10506 室周翔, Shaanxi 710065 (CN)。

(72) 发明人: 周翔(ZHOU, Xiang); 中国陕西省西安市高新区锦业路 69 号创新商务公寓 1 号楼 10506 室, Shaanxi 710065 (CN)。 李玉勤(LI, Yuqin); 中国陕西省西安市高新区锦业路 69 号创新商务公寓 1 号楼 10506 室周翔, Shaanxi 710065 (CN)。 李欢欢(LI, Huanhuan); 中国陕西省西安市高新区锦业路 69 号创新商务公寓 1 号楼 10506 室周翔, Shaanxi 710065 (CN)。 杨涛(YANG, Tao); 中国陕西省西安市高新区锦业路 69 号创新商务公寓 1 号楼 10506 室周翔, Shaanxi 710065 (CN)。 马力(MA, Li); 中国陕西省西安市高新区锦业路 69 号创新商务公寓 1 号楼 10506 室周翔, Shaanxi 710065 (CN)。 郭迪(GUO, Di); 中国陕西省西安市高新区锦业路 69 号创新商务公寓 1 号楼 10506 室周翔, Shaanxi 710065 (CN)。 姚东(YAO, Dong); 中

(54) Title: HYBRID LIGHT MEASUREMENT METHOD FOR MEASURING THREE-DIMENSIONAL PROFILE

(54) 发明名称: 一种三维轮廓的光学混合检测方法

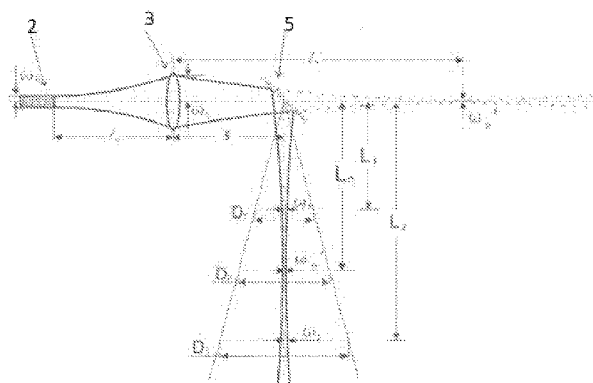


图 1

(57) Abstract: A hybrid light measurement method for measuring a three-dimensional profile comprises: Step 1 using an MEMS laser projector to realize projection of a laser light pattern and a grating; and Step 2 performing matching to obtain a parallax, and incorporating a binocular stereo vision to perform reconstruction. The present invention employs MEMS projection technology to realize a hybrid measurement system capable of performing light pattern measurement and grating measurement, thereby realizing quick measurement of three-dimensional profiles of objects having different surface properties. The present invention enables light pattern measurement and grating measurement to be performed by the same measurement system without needing any additional hardware equipment. The projection device used in the present invention enables projection of multiple light patterns, thereby increasing measurement precision

国陕西省西安市高新区锦业路69号创新商务公寓
1号楼10506室周翔, Shaanxi 710065 (CN)。

(74) 代理人: 北京科亿知识产权代理事务所 (普通合伙) (BEIJING KEYI INTELLECTUAL PROPERTY FIRM); 中国北京市海淀区蓟门里和景园1-2-502号汤东风, Beijing 100024 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

and speed.

(57) 摘要: 一种三维轮廓的光学混合检测方法, 步骤1, 通过MEMS激光投影仪实现激光光刀和光栅投影; 步骤2, 匹配求视差, 与双目立体视觉结合进行重建。采用MEMS投影技术实现同一个测量系统完成光刀和光栅混合测量, 可以快速实现不同表面特性物体三维轮廓测量。采用同一个测量系统不增加任何硬件设备情况下实现光刀光栅两种测量方法; 采用的投影装置可以快速投影多光刀, 提高了测量精度与速度。

一种三维轮廓的光学混合检测方法

技术领域：

[0001] 本发明属于光学检测领域，涉及一种三维轮廓的光学混合检测方法，是一种光刀光栅混合三维测量方法。

背景技术：

[0002] 三维扫描技术应用越来越广泛，为了实现物体快速精确的三维测量，通常采用多摄像机拍摄的立体视觉方法和条纹投影的结构光方法。传统的相移轮廓术法能够测量任何曲面形状的物体，测量范围广，但该方法存在标定困难，反射率问题；双目立体视觉法测量系统简单但是存在匹配难的问题。而将这两种方法结合起来，利用相移轮廓术法测量出的绝对相位值辅助立体视觉法进行特征匹配，不仅解决了立体视觉“匹配难”的问题，另外还简化了系统结构，提高了测量精度。但是该方法测量对象具有局限性，不能测量高反物体，比如金属表面，高反表面不同角度反射率不均匀，造成局部过曝光，无法测量；

[0003] 线结构光测量法是一种传统三维测量方法，属于结构光主动测量技术。线结构光测量法，又称光刀法，是以一条或多条光线（光刀）图像来重现物体三维形貌，即从光刀图像中提取光刀中心位置，然后利用三角测量原理对光刀中心逐点进行求解，来获得形面三维数据。该技术以其非接触性、灵敏度高、实时性好、抗干扰能力强、对于金属等高反表面同样可以进行测量等优点。然而其缺点在于扫描需要运动机构配合降低了测量效率及精度。虽然其测量效率低，但用于测量金属等高反物体。例如，在工业生产中，激光光刀对诸如航空发动机叶片、汽轮机叶片、伞形齿轮、螺旋齿轮等复杂精密零件的轮廓进行测量有着重要意义。

[0004] 目前，由于投影装置限制，光栅法和光刀法必须用两种测量系统实现。一般光栅法为白光投影，无法实现光刀扫描；激光无法投影光栅，因而无法通过同一光源实现两种方法的混合测量。

发明内容：

[0005] 本发明的目的在于克服上述现有技术的缺点，提供一种光刀与光栅结合的三维测量方法，该测量方法采用MEMS投影技术实现同一个测量系统完成光刀和光栅混合测量，可以快速实现不同表面特性物体三维轮廓测量。

[0006] 本发明的目的是通过以下技术方案来解决的：

[0007] 一种三维轮廓的光学混合检测方法，步骤1，通过摄像机自适应识别物体表面反射率特性选择测量模式，模式一是光刀测量模式；模式二是光栅测量模式；模式三是光刀、光栅测量模式。利用MEMS激光投影装置编程投影沿摄像机基线扫描的激光光刀，投影装置发出同步信号触发摄像机拍摄物体表面反射的序列光刀图像，传输到计算机处理，再利用同样的投影装置投影可编程激光正弦光栅到物体表面，以 $2\pi/n$ 为步长进行n次相移，同步摄像机拍摄n幅物体表面反射的光栅图，传输到计算机处理；

[0008] 步骤2，在模式一中对计算机拍摄的摄像机拍摄的光刀图片和投影装置投影的光

栅图片进行极线校正并提取出每条光刀中心像素坐标进行逐行匹配求视差图,通过视差图与双目立体视觉标定结果对物体进行三维重建;

[0009] 在模式二中将采集的光栅图片进行极限校求出图片中每点相位并进行相位去包裹利用相位相同进行逐行匹配求视差,通过视差图与双目立体视觉标定结果对物体进行三维重建;

[0010] 在模式三中则需要同时计算模式一和模式二中两种视差图,分别与双目立体视觉标定结果对物体进行三维重建得到两种三维点云数据,根据物体表面反射率特性将二者融合得到完整物体表面轮廓。所述步骤1:通过摄像机自适应识别物体表面反射率特性即测量前采集被测物光栅图片并计算灰度分布和图片的对比度,如果对比度低于设定的阈值或灰度达到255则该区域选择光刀测量模式,并将该区域设为ROI (region of interest) 为后续重建做准备,剩余区域选择光栅测量模式。

[0011] 第一步,设置系统光学参数:确定光栅或光刀的工作范围,根据工作距离确定最大工作距离 L_2 ,最小工作距离 L_1 ;景深范围内 ΔL 的最大光斑 $\omega_{\max}$;单帧光栅图或光刀扫描的行数 M , M 由激光光束特性决定;

[0012] 第二步,生成驱动信号:根据第一步确定的系统参数计算MEMS振镜和激光器驱动信号的参数,并生成驱动信号。1) MEMS扫描振镜快轴驱动信号;2) MEMS扫描振镜慢轴驱动信号;3) 激光器的驱动信号;

[0013] 第三步,生成光栅或光刀:利用第二步中产生的振镜驱动信号,驱动MEMS振镜进行二维扫描;利用第二步中产生的激光器驱动信号驱动激光器产生光强连续调制的激光光束;激光光束以一定的入射角照射到振镜表面,再经过振镜反射到物体表面,形成光强连续调制的模拟光栅;通过改变激光器驱动信号频率、相位;得到不同栅距、相位的光栅。同理利用MEMS振镜通过快轴完成水平方向扫描,一个扫描周期投影一行光刀;慢轴完成竖直方向的扫描,一个周期对应投影光刀的一帧;在与相机帧速率匹配的情况下,每帧可采集一条光刀,实现大分辨率的多光刀投影测量。

[0014] 所述步骤2:光栅法在摄像机拍摄的变形条纹图中,每一点都对应特定的绝对相位值,结合绝对相位和几何极线约束,快速的实现左图像、右图像对应点的亚像素匹配,经过亚像素匹配之后,就从左右两幅绝对相位图中得到各个点的视差 d_w ;光刀法则利用灰度重心法求出该光刀的重心位置,即为被测物体在该处的轮廓点位置,为保证两幅图有序求视差,需对两幅图像中的对应光刀或光点进行匹配编号,实现快速匹配求出视差。

[0015] 根据获取的视差图,再经摄像机标定内外参数,利用双目立体视觉重构出空间点的三维坐标;例如双目立体视觉利用视差原理,根据光学三角法获取被测物体的深度信息;由步骤2求出的视差 d_w 带入(1)式就能重构出空间点的三维坐标;由三角关系可得P的三维世界空间坐标:

$$[0016] \quad \begin{cases} x^w = \frac{bu_1}{d_w} \\ y^w = \frac{bh}{d_w} \\ z^w = \frac{bf}{d_w} \end{cases} \quad (1)$$

[0017] 式中 f 是主距, b 是基线长度;一空间点 P 的世界坐标为 (x^w, y^w, z^w) , P 在摄像机成像平面中的坐标分别为 $P_1(u_1, v_1)$ 和 $P_2(u_2, v_2)$ 。

[0018] 在模式一中对计算机拍摄的摄像机光刀图片进行极线校正并提取出每条光刀中心像素坐标进行逐行匹配求视差图,通过视差图与双目立体视觉标定结果对物体进行三维重建;

[0019] 在模式二中将采集的光栅图片进行极限校求出图片中每点相位并进行相位去包裹利用相位相同进行逐行匹配求视差,通过视差图与双目立体视觉标定结果对物体进行三维重建;

[0020] 在模式三中则需要同时计算模式一和模式二中两种视差图,分别与双目立体视觉标定结果对物体进行三维重建得到两种三维点云数据,根据物体表面反射率特性将二者融合得到完整物体表面轮廓。有益效果:采用同一个测量系统不增加任何硬件设备情况下实现光刀光栅两种测量方法;采用的投影装置可以快速投影多光刀,提高了测量精度与速度。

附图说明:

[0021] 图1为本发明的工作原理图;

[0022] 图2为本发明光栅行同步信号的时序关系图;

[0023] 图3为本发明光刀行同步信号的时序关系图;

[0024] 图4为本发明的系统结构图。

[0025] 其中:1为驱动板;2为激光器;3为准直透镜;4为镜面;5为MEMS振镜;6为非球面透镜;7为光栅图;8为圆孔光阑;9为激光光束;10为电脑。

具体实施方式:

[0026] 下面结合附图对本发明做进一步详细描述:

[0027] 参见图1、图2、图3和图4,一种三维轮廓的光学混合检测方法,采用同一个测量系统不增加任何硬件设备情况下实现光刀光栅两种测量方法。

[0028] 第一步:通过MEMS激光投影仪实现激光光刀和光栅投影

[0029] 首先通过摄像机自适应识别物体表面反射率特性即测量前采集被测物光栅图片并计算灰度分布和图片的对比度,如果对比度低于设定的阈值或灰度达到255则该区域选择光刀测量模式,并将该区域设为ROI为后续重建做准备,剩余区域选择光栅测量模式。

[0030] 各点灰度值为:

$$[0031] \quad I_i = A + B \cos(\varphi + \frac{\pi}{2}i) \quad (2)$$

[0032] 本文高频采用四步相移,因此各步分别移动 $\pi/2$ 可得到四个方程如下:

$$\begin{cases} I_1 = A + B \cos(\varphi) \\ I_2 = A - B \sin(\varphi) \\ I_3 = A - B \cos(\varphi) \\ I_4 = A + B \sin(\varphi) \end{cases} \quad (3)$$

[0034] 可得条纹对比度B为:

$$B = \frac{1}{4} \left(\frac{I_1 - I_3}{\cos \varphi} + \frac{I_4 - I_2}{\sin \varphi} \right) \quad (4)$$

[0036] 如图1所示,三个相同的半导体激光器在经过光纤耦合以后,入射到合束棱镜,合成一束激光,经透镜准直以后,被反射镜反射到MEMS振镜上。MEMS振镜在快轴电流、慢轴电流的激励下,产生互相垂直的双模态振动从而将激光束投影到不同的位置,形成二维扫描。激光器在正弦驱动电流和同步信号的作用下,进行光强调制,最终形成高分辨率的正弦光栅。

[0037] DLP通过DMD上集成的微振镜阵列的偏转来投影成像,投影方式是面阵投影。由于图像由离散的像素组成分辨率有限,会限制投影光刀的数量,无法投影多条光刀,影响测量精度。MEMS激光投影仪利用MEMS振镜通过快轴完成水平方向扫描,一个扫描周期投影一行光刀;慢轴完成竖直方向的扫描,一个周期对应投影光刀的一帧。在与相机帧速率匹配的情况下,每帧可采集一条光刀。这种方式可实现大分辨率的多光刀投影测量。MEMS激光投影仪,光斑质量、精细度、直线度、均匀性、景深均可达到较高精度。

[0038] 第二步:匹配求视差

[0039] 光栅法可在摄像机拍摄的变形条纹图中,每一点都对应特定的绝对相位值,结合绝对相位和几何极线约束,可以快速的实现左图像、右图像对应点的亚像素匹配,经过亚像素匹配之后,就可以从左右两幅绝对相位图中得到各个点的视差 d_w 。

[0040] 光刀法则利用灰度重心法求出该光刀的重心位置,即为被测物体在该处的轮廓点位置,为保证两幅图有序求视差,需对两幅图像中的对应光刀或光点进行匹配编号,可实现快速匹配求出视差。

[0041] 第三步:与双目立体视觉结合进行重建

[0042] 根据获取的视差图,再经摄像机标定内外参数,利用双目立体视觉就能重构出空间点的三维坐标。

[0043] 1. 光栅法测量

[0044] 第一步:通过MEMS激光投影仪实现光栅投影

[0045] 如图3,激光器(可以是不同波段的多个激光器),发出的激光光束,经过准直透镜聚焦和准直之后,得到了满足第一步设计要求的准直高斯激光光束。为了减小光路体积,激光光束经过一次镜面反射,穿过圆孔光阑入射到MEMS振镜。光阑的作用是去除光束外围的杂散光,并改善光斑形状质量。光束经过MEMS振镜反射到被测物体表面。激光器在驱动板生成的正弦电流信号的控制下,对激光光束的亮度进行正弦调制。MEMS振镜在驱动板生成的驱动信号激励下,做二维的转动,从而带动激光光束进行扫描,产生光栅图。非球面透镜的可以对光栅图进行畸变校正,确保得到无畸变的高质量光栅图。

[0046] 第二步:匹配求视差

[0047] 1) 标定双目立体视觉系统,获得左摄像机、右摄像机的内参及两者的位姿参数;

[0048] 2) 投影仪投影相移条纹图,左摄像机、右摄像机拍摄变形相移条纹图;

[0049] 3) 对左右图像对进行图像校正,获得标准的外极线几何结构;

[0050] 4) 采用三频变精度解包裹技术获取高精度下变形相移条纹图中的绝对相位分布;

[0051] 5) 结合绝对相位和几何极线约束,以左图像为基准,寻找左图像的所有像素点在右图像中的匹配点集,实现像素级粗匹配。

[0052] 6) 在原始点和初始匹配点邻域二维插值,采用NCC模板匹配算法实现亚像素匹配,就可以从左右两幅绝对相位图中得到各个点的视差 d_w 。

[0053] 第三步:与双目立体视觉结合进行重建

[0054] 双目立体视觉利用视差原理,根据光学三角法获取被测物体的深度信息。由上步求出的视差 d_w 带入(4)式就能重构出空间点的三维坐标。

[0055] 由三角关系可得P的三维世界空间坐标:

$$[0056] \quad \begin{cases} x^w = -\frac{bu_1}{d_w} \\ y^w = \frac{bh}{d_w} \\ z^w = \frac{bf}{d_w} \end{cases} \quad (4)$$

[0057] 式中 f 是主距, b 是基线长度。一空间点P的世界坐标为 (x^w, y^w, z^w) ,P在左、右摄像机成像平面中的坐标分别为 $P_1(u_1, v_1)$ 和 $P_2(u_2, v_2)$ 。

[0058] 2. 光刀法测量

[0059] 第一步:通过MEMS激光投影仪实现光刀投影

[0060] 1) 如图3,激光器(可以是不同波段的多个激光器),发出的激光光束,经过准直透镜3聚焦和准直之后,得到了满足第一步设计要求的准直高斯激光光束。为了减小光路体积,激光光束经过一次镜面反射,穿过圆孔光阑入射到MEMS振镜。光阑的作用是去除光束外围的杂散光,并改善光斑形状质量。光束经过MEMS振镜反射到被测物体表面。MEMS振镜在驱动板生成的驱动信号激励下,做二维的转动,从而带动激光光束进行扫描,产生光刀。

[0061] 2) 触发相机与MEMS振镜扫描周期保持一致,采集每条光刀。

[0062] 第二步:匹配求视差

[0063] 1) 采用阈值法提取整幅图中所有光刀骨架,然后求取骨架上每一像素点的法线方向,具体为沿着骨架上的像素点进行曲线拟合,曲线拟合的方法为取10个像素点利用 $y = ax^2 + bx + c$ 进行二阶拟合,设 (x_0, y_0) 为像素点的坐标,则 (x_0, y_0) 点的斜率为 $t = 2ax_0 + b$,如果 $t = 0$,则加权平均方向为 y 方向,如果 $t \neq 0$,则 (x_0, y_0) 点的法线斜率为 $n = -1/t$,加权平均方向为法线方向

[0064] 2) 计算出图像的骨架上各点的法线方向后,求取光刀在其法线方向上的灰度分布;利用灰度重心法求出该光刀的重心位置,即为被测物体在该处的轮廓点位置,将这些轮廓点连接起来就形成了截面的轮廓线。

[0065] 3) 左右两幅光刀(点阵)图提取出光刀一一对应求视差 d_w

[0066] 第三步:与双目立体视觉结合进行重建

[0067] 求出视差后与光栅法重建相同,不再赘述。

[0068] 3.光刀和光栅法测量

[0069] 同一被测表面的不同区域采用模式一和模式二两种测量模式需要对数据进行融合,方法是将采集到的光刀图片与权利3中得到的ROI相乘只保留ROI包含的数据其余区域置为0,同理提取所采集光栅图片的非ROI区域。再对得到的图片进行后续匹配求视差方法与上述1、2相同。通过此预处理在后续重建后融合时可避免数据的冗余性及避免错误数据的干扰。重建后对两种测量方法得到的三维数据直接融合为一个的模型,对融合后的模型通过法线光顺消除接缝得到完整模型。以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制,虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然而并非用以限定本发明,任何熟悉本专业的技术人员,在不脱离本发明技术方案范围内,当可利用上述揭示的方法及技术内容作出些许的更动或修饰为等同变化的等效实施例,但凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰,仍属于本发明技术方案的范围。

权 利 要 求 书

1. 一种三维轮廓的光学混合检测方法,其特征在于,按照如下步骤:

步骤1,通过摄像机自适应识别物体表面反射率特性选择测量模式,模式一是光刀测量模式;模式二是光栅测量模式;模式三是光刀、光栅测量模式;利用MEMS激光投影装置编程投影沿摄像机基线扫描的激光光刀,投影装置发出同步信号触发摄像机拍摄物体表面反射的序列光刀图像,传输到计算机处理,再利用同样的投影装置投影可编程激光正弦光栅到物体表面,以 $2\pi/n$ 为步长进行 n 次相移,同步摄像机拍摄 n 幅物体表面反射的光栅图,传输到计算机处理;

步骤2,在模式一中对计算机拍摄的摄像机光刀图片和投影装置投影的光栅图片进行极线校正并提取出每条光刀中心像素坐标进行逐行匹配求视差图,通过视差图与双目立体视觉标定结果对物体进行三维重建;

在模式二中将采集的光栅图片进行极限校求出图片中每点相位并进行相位去包裹利用相位相同进行逐行匹配求视差,通过视差图与双目立体视觉标定结果对物体进行三维重建;

在模式三中则需要同时计算模式一和模式二中两种视差图,分别与双目立体视觉标定结果对物体进行三维重建得到两种三维点云数据,根据物体表面反射率特性将二者融合得到完整物体表面轮廓。

2. 如权利要求1所述三维轮廓的光学混合检测方法,其特征在于:所述步骤1:第一步,设置系统光学参数:确定光栅或光刀的工作范围,根据工作距离确定最大工作距离 L_2 ,最小工作距离 L_1 ;景深范围内 ΔL 的最大光斑 $\omega_{\max}$;单帧光栅图或光刀扫描的行数 M , M 由激光光束特性决定;

第二步,生成驱动信号:根据第一步确定的系统参数计算MEMS振镜和激光器驱动信号,并生成驱动信号;1) MEMS扫描振镜快轴驱动信号;2) MEMS扫描振镜慢轴驱动信号;3) 激光器的驱动信号;

第三步,生成光栅或光刀:利用第二步中产生的振镜驱动信号,驱动MEMS振镜进行二维扫描;利用第二步中产生的激光器驱动信号驱动激光器产生光强连续调制的激光光束;激光光束以一定的入射角照射到振镜表面,再经过振镜反射到物体表面,形成光强连续调制的模拟光栅;通过改变激光器驱动信号频率、相位;得到不同栅距、相位的光栅;同理利用MEMS振镜通过快轴完成水平方向扫描,一个扫描周期投影一行光刀;慢轴完成竖直方向的扫描,一个周期对应投影光刀的一帧;在与相机帧速率匹配的情况下,每帧可采集一条光刀,实现大分辨率的多光刀投影测量。

3. 如权利要求1所述三维轮廓的光学混合检测方法,其特征在于:所述步骤1:通过摄像机自适应识别物体表面反射率特性即测量前采集被测物光栅图片并计算灰度分布和图片的对比度,如果对比度低于设定的阈值或灰度达到255则该区域选择光刀测量模式,并将该区域设为ROI为后续重建做准备,剩余区域选择光栅测量模式。

4. 如权利要求1所述三维轮廓的光学混合检测方法,其特征在于:所述步骤2:如果同一被测表面的不同区域采用不同测量方式需要对数据进行融合,方法是将采集到的光刀图片与权利3中得到的ROI相乘只保留ROI包含的数据其余区域置为0,同理提取所采集光栅图片的非ROI区域;再对得到的图片进行后续匹配求视差;通过此预处理在后续重建后融合时可避免数据的冗余性及避免错误数据的干扰;重建后对两种测量方法得到的三维数据直接融

合为一个的模型,对融合后的模型通过法线光顺消除接缝得到完整模型。

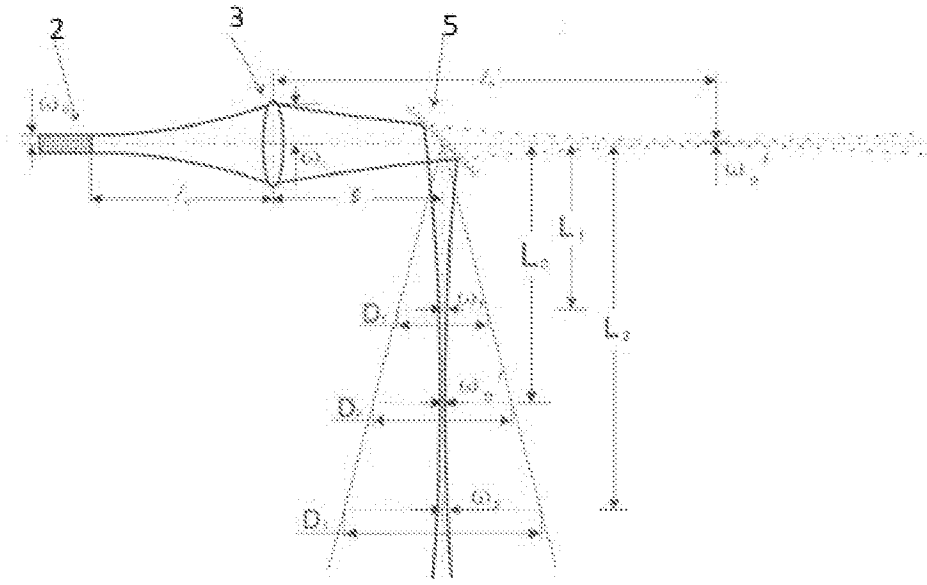


图 1

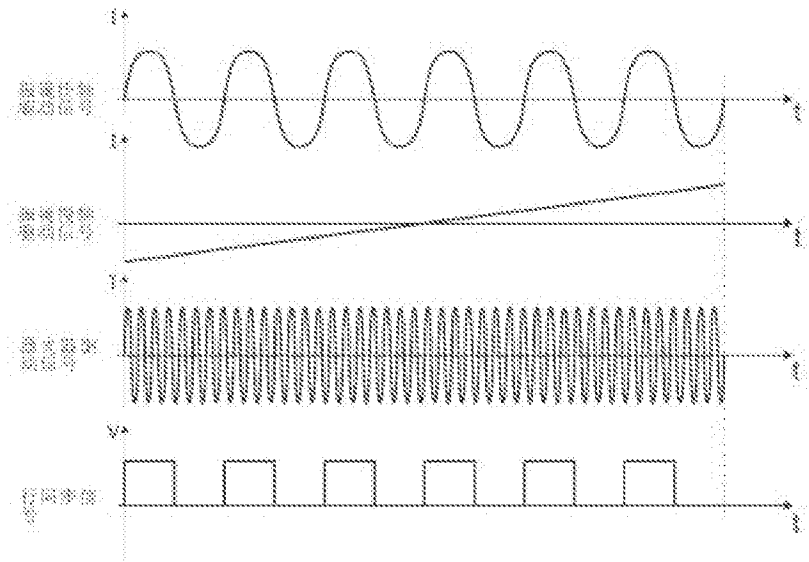


图 2

图 3

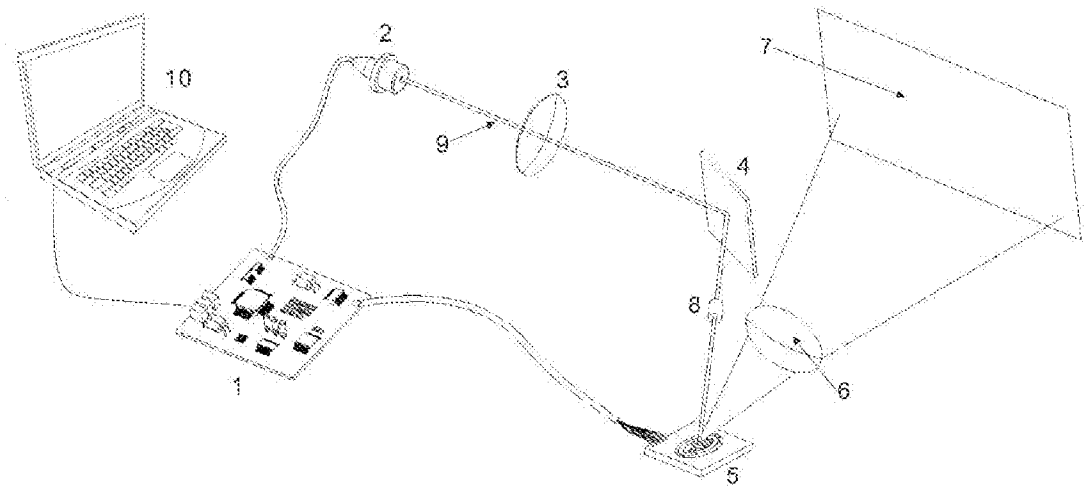


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/115007

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B 11/25 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01B 11/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: 西安知象光电科技有限公司, 周翔, 光刀, 线结构光, 线激光, 线光源, 光栅, 条纹, 投影, 相移, 移相, 双目, 三维, 视差, 立体, 表面, 反射率, line w structure w light, line laser, grating, fringes, project+, phase w shift+, binocular, three w dimension+, parallax, disparity, stereo, surface, reflectivity

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 106767527 A (XI'AN CHISHINE OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.), 31 May 2017 (31.05.2017), claims 1-4, description, paragraphs [0005]-[0069], and figures 1-4	1-4
A	CN 1758020 A (BEIJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS), 12 April 2006 (12.04.2006), description, page 5, line 16 to page 14, line 22, and figures 1-14	1-4
A	CN 106041937 A (HENAN ELSON INTELLIGENT TECHNOLOGY CO., LTD.), 26 October 2016 (26.10.2016), entire document	1-4
A	CN 105303572 A (XIDIAN UNIVERSITY), 03 February 2016 (03.02.2016), entire document	1-4
A	CN 103292733 A (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY), 11 September 2013 (11.09.2013), entire document	1-4
A	JP 2001330417 A (SATO, T.), 30 November 2001 (30.11.2001), entire document	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 12 February 2018	Date of mailing of the international search report 06 March 2018
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer SUN, Xueting Telephone No. (86-10) 53962648

International application No.
PCT/CN2017/115007

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/115007

A. 主题的分类

G01B 11/25(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G01B 11/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: 西安知象光电科技有限公司, 周翔, 光刀, 线结构光, 线激光, 线光源, 光栅, 条纹, 投影, 相移, 移相, 双目, 三维, 视差, 立体, 表面, 反射率, line w structure w light, line laser, grating, fringes, project+, phase w shift+, binocular, three w dimension+, parallax, disparity, stereo, surface, reflectivity

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 106767527 A (西安知象光电科技有限公司) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31) 权利要求1-4、说明书第[0005]-[0069]段、附图1-4	1-4
A	CN 1758020 A (北京航空航天大学) 2006年 4月 12日 (2006 - 04 - 12) 说明书第5页第16行-第14页第22行、附图1-14	1-4
A	CN 106041937 A (河南埃尔森智能科技有限公司) 2016年 10月 26日 (2016 - 10 - 26) 全文	1-4
A	CN 105303572 A (西安电子科技大学) 2016年 2月 3日 (2016 - 02 - 03) 全文	1-4
A	CN 103292733 A (华中科技大学) 2013年 9月 11日 (2013 - 09 - 11) 全文	1-4
A	JP 2001330417 A (SATO, TATSUO) 2001年 11月 30日 (2001 - 11 - 30) 全文	1-4

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2018年 2月 12日

国际检索报告邮寄日期

2018年 3月 6日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10) 62019451

受权官员

孙雪婷

电话号码 (86-10) 53962648

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/115007

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	106767527	A	2017年 5月 31日	无			
CN	1758020	A	2006年 4月 12日	CN	100480625	C	2009年 4月 22日
CN	106041937	A	2016年 10月 26日	无			
CN	105303572	A	2016年 2月 3日	无			
CN	103292733	A	2013年 9月 11日	CN	103292733	B	2016年 3月 2日
JP	2001330417	A	2001年 11月 30日	无			

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)