

(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
2024年2月15日 (15.02.2024)

(10) 国际公布号
WO 2024/032668 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06T 17/00 (2006.01) G06V 10/75 (2022.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/112047
- (22) 国际申请日: 2023年8月9日 (09.08.2023)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202210956344.4 2022年8月10日 (10.08.2022) CN
- (71) 申请人: 先临三维科技股份有限公司 (SHINING 3D TECH CO., LTD.) [CN/CN]; 中国浙江省杭州市萧山区闻堰街道湘滨路1398号, Zhejiang 311258 (CN)。
- (72) 发明人: 陈瀚 (CHEN, Han); 中国浙江省杭州市萧山区闻堰街道湘滨路1398号, Zhejiang 311258 (CN)。 赵晓波 (ZHAO, Xiaobo); 中国浙江省杭州市

萧山区闻堰街道湘滨路1398号, Zhejiang 311258 (CN)。 张健 (ZHANG, Jian); 中国浙江省杭州市萧山区闻堰街道湘滨路1398号, Zhejiang 311258 (CN)。 黄磊杰 (HUANG, Leijie); 中国浙江省杭州市萧山区闻堰街道湘滨路1398号, Zhejiang 311258 (CN)。 马超 (MA, Chao); 中国浙江省杭州市萧山区闻堰街道湘滨路1398号, Zhejiang 311258 (CN)。

- (74) 代理人: 北京康信知识产权代理有限公司 (KANGXIN PARTNERS, P.C.); 中国北京市海淀区知春路甲48号盈都大厦A座16层, Beijing 100098 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ,

(54) Title: THREE-DIMENSIONAL RECONSTRUCTION METHOD, APPARATUS AND SYSTEM

(54) 发明名称: 三维重建方法及装置、系统

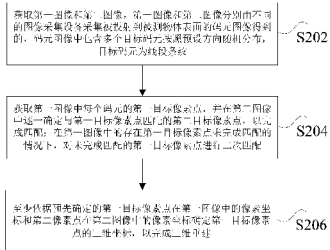


图 2

- S202 Acquire a first image and a second image, the first image and the second image each being obtained by different image collection devices collecting a code element image projected onto the surface of a measured object, the code element image comprising multiple target code elements randomly distributed according to a preset direction, and the target code elements being line segment stripes
- S204 Acquire a first target pixel point of each code element in the first image, and, one by one, determine second target pixel points matching the first target pixel points in the second image, to complete matching, if there is a first target pixel point that has not been matched in the first image, perform secondary matching on the first target pixel point that has not been matched
- S206 Determine three-dimensional coordinates of a first target pixel point at least according to preset pixel coordinates of the first target pixel point in the first image and the pixel coordinates of the second target pixel point in the second image so as to complete three-dimensional reconstruction

(57) Abstract: Disclosed in the present application are a three-dimensional reconstruction method and apparatus, and a system. The method comprises: acquiring a first image and a second image, the first image and the second image each being acquired by different image collection devices collecting a code element image projected onto the surface of a measured object, the code element image comprising multiple target code elements randomly distributed according to a preset direction, and the target code elements being line segment stripes; acquiring a first target pixel point of each code element in the first image, and, one by one, determining second target pixel points matching the first target pixel points in the second image, to complete matching; if there is a first target pixel point that has not been matched in the first image, performing secondary matching on the first target pixel point that has not been matched; and determining three-dimensional coordinates of a first target pixel point at least according to preset pixel coordinates of the first target pixel point in the first image and the pixel coordinates of the second target pixel point in the second image, so as to complete three-dimensional reconstruction.

(57) 摘要: 本申请公开了一种三维重建方法及装置、系统。其中, 该方法包括: 获取第一图像和第二图像, 第一图像和第二图像分别由不同的图像采集设备采集被投射到被测物体表面的码元图像得到的, 码元图像中包含多个目标码元按照预设方向随机分布, 目标码元为线段条纹; 获取第一图像中每个码元的第一目标像素点, 并在第二图像中逐一确定与第一目标像素点匹配的第二目标像素点, 以完成匹配; 在第一图像中的存在第一目标像素点未完成匹配的情况下, 对未完成匹配的第一目标像素点进行二次匹配; 至少依据预先确定的第一目标像素点在第一图像中的像素坐标和第二目标像素点在第二图像中的像素坐标确定第一目标像素点的三维坐标, 以完成三维重建。

LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN,
MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SC, 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, ME, 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))。

说明书

三维重建方法及装置、系统

交叉援引

本申请要求于2022年08月10日提交中国专利局，申请号为202210956344.4，申请名称为“三维重建方法及装置、系统”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及三维重建领域，具体而言，涉及一种三维重建方法及装置、系统。

背景技术

结构光三维重建技术是一种向被测物体表面投射光学编码图案，并通过采集到的变形图案恢复物体表面三维数据的三维重构技术。其具有高效率、抗干扰等特性，被广泛应用于各类三维重建场景。结构光三维重建技术中核心问题是同名像素点的匹配。不同的匹配策略，依赖于不同的编码方法。根据投射图案的编码方式不同，结构光技术可分为时间编码和空间编码。时间编码需要向测量场景中时序投射多帧图案，通常要求被测物体与投射器相对静止，因此无法实现高帧率扫描，适用场景受到一定的限制，多用于静态扫描场景。空间编码通常只需要向被测场景中投射一幅图案即可完成三维重建，目前，相关技术中，通过圆形码元的编码方式，利用邻域码元的相对位移关系来解码，另一种方式是通过图像块间的匹配来获取三维数据，前一种方式，码元的编码容量较小，只能重建稀疏的码元点，单帧数据少，扫描效率低；后一种方式，利用图像块进行匹配，精度较低。

针对上述问题，目前尚未提出有效的解决方案。

发明内容

本申请实施例提供了一种三维重建方法及装置、系统，以至少解决由于码元匹配的过程中匹配不完全造成三维重建结果准确性低的技术问题。

根据本申请实施例的一个方面，提供了一种三维重建方法，包括：获取第一图像和第二图像，第一图像和第二图像分别由不同的图像采集设备采集被测物体表面的码元图像得到的，码元图像中包含多个目标码元按照预设方向随机分布，目标码元为线段条纹；获取第一图像中每个码元的第一目标像素点，并在第二图像中逐一确定与第一目标像素点匹配的第二目标像素点，以完成匹配；在第一图像中的存在第

一目标像素点未完成匹配的情况下，对未完成匹配的第一目标像素点进行二次匹配；至少依据预先确定的所述第一目标像素点在所述第一图像中的像素坐标和所述第二目标像素点在所述第二图像中的像素坐标确定所述第一目标像素点的三维坐标，以完成三维重建。

在本申请的一些实施例中，对未完成匹配的第一目标像素点进行二次匹配，包括：确定未完成匹配的第一目标像素点的第一周边预设面积区域内已完成匹配的第一目标像素点；确定已完成匹配的第一目标像素点的第二周边预设面积区域内所有码元第一目标像素点对应的光平面为第一光平面序列，其中，第一目标像素点包括：线段条纹的中点和线段条纹的特征点；确定未完成匹配的第一目标像素点在第一光平面序列中所有光平面中的三维坐标为候选三维坐标；确定所有候选三维坐标在第二图像中对应的像素点为候选像素点，并从候选像素点中确定未完成匹配的第一目标像素点匹配的第二目标像素点。

在本申请的一些实施例中，从候选像素点中确定未完成匹配的第一目标像素点匹配的第二目标像素点，包括：确定每个候选像素点在第二图像中距离最近的第二目标像素点，并确定每个候选像素点与距离最近的第二目标像素点的距离为第一距离；将第一距离最小的候选像素点确定为第三目标像素点，并将与第三目标像素点距离最近的第二目标像素点确定为与未完成匹配的第二目标像素点匹配的第二目标像素点。

在本申请的一些实施例中，方法还包括：确定已完成匹配的第一目标像素点的三维坐标；将已完成匹配的第一目标像素点的三维坐标代入到第一图像中所有码元对应的光平面方程中，得到残差参数；将残差参数最小的光平面方程对应的光平面确定为已完成匹配的第一目标像素点对应的光平面。

在本申请的一些实施例中，第一图像中目标码元的长度通过以下方式确定，包括：在多个目标码元按照码元图像横轴方向随机分布的情况下，确定第一放大倍率和第二放大倍率；将第二放大倍率与第一放大倍率的比值乘以目标码元的长度最小值确定为第一图像中目标码元的长度最小值；将第一图像的宽度的预设比例值确定第一图像中目标码元的长度最大值。

在本申请的一些实施例中，预先确定的码元图像中包含多个目标码元按照预设方向随机分布，目标码元为线段条纹，包括：基于目标码元的长度、目标码元的宽度、目标码元之间的间距和目标码元中心像素点的像素坐标确定目标码元所在的目标区域，其中，目标码元中心像素点的像素坐标在码元图像所在区域内随机生成的；遍历目标区域内的所有像素点，在目标区域中不存在目标码元的情况下，在目标区域生成目标码元，其中目标码元至少包括一条预设长度的线段和预设长度的线段对应的两个端点；在码元图像区域内的所有目标区域生成目标码元。

在本申请的一些实施例中，方法还包括：确定第一图像中任一码元的第一邻域码元集合和第二图像中多个候选码元的多个第二邻域码元集合；确定多个第二邻域码元集合中的邻域码元与第一邻域码元集合中的邻域码元匹配的个数，将多个第二邻域码元集合中匹配的个数最多的第二邻域码元集合确定为目标第二邻域码元集合；将目标第二邻域码元集合对应的候选码元确定为与任一码元匹配的码元。

在本申请的一些实施例中，方法还包括：依据目标码元的中心像素点坐标、目标码元的长度和目标码元的宽度确定目标码元所处的目标区域，目标区域中只存在一个目标码元。

根据本申请实施例的另一方面，还提供了一种三维重建装置，包括：获取模块，用于获取第一图像和第二图像，第一图像和第二图像分别由不同的图像采集设备采集被投射到被测物体表面的码元图像得到的，码元图像中包含多个目标码元按照预设方向随机分布，目标码元为线段条纹；匹配模块，用于获取第一图像中每个码元的第一目标像素点，并在第二图像中逐一确定与第一目标像素点匹配的第二目标像素点，以完成匹配；在第一图像中的存在第一目标像素点未完成匹配的情况下，对未完成匹配的第一目标像素点进行二次匹配；重建模块，用于至少依据预先确定的所述第一目标像素点在所述第一图像中的像素坐标和所述第二目标像素点在所述第二图像中的像素坐标确定所述第一目标像素点的三维坐标，以完成三维重建。

根据本申请实施例的再一方面，还提供了一种三维重建系统，应用于三维重建方法，包括：至少两个图像采集设备、投影设备和第一处理器；投影设备用于将预先确定的码元图像投射到被测物体表面；至少两个图像采集模块用于从被测物体表面采集预先确定的码元图像得到第一图像和第二图像；第一处理器用于获取第一图像中每个码元的第一目标像素点，并在第二图像中逐一确定与第一目标像素点匹配的第二目标像素点，以完成匹配；在第一图像中的存在第一目标像素点未完成匹配的情况下，对未完成匹配的第一目标像素点进行二次匹配；还用于至少依据预先确定的所述第一目标像素点在所述第一图像中的像素坐标和所述第二目标像素点在所述第二图像中的像素坐标确定所述第一目标像素点的三维坐标，以完成三维重建。。

根据本申请实施例的再一方面，还提供了一种非易失性存储介质，非易失性存储介质包括存储的程序，其中，在程序运行时控制非易失性存储介质所在设备执行上述三维重建方法。

根据本申请实施例的再一方面，还提供了一种电子设备，包括：存储器和处理器；处理器设置为运行程序，其中，程序运行时执行上述的三维重建方法。

在本申请实施例中，采用获取第一图像和第二图像，第一图像和第二图像分别由

不同的图像采集设备采集被投射到被测物体表面的码元图像得到的，码元图像中包含多个目标码元按照预设方向随机分布，目标码元为线段条纹；获取第一图像中每个码元的第一目标像素点，并在第二图像中逐一确定与第一目标像素点匹配的第二目标像素点，以完成匹配；在第一图像中的存在第一目标像素点未完成匹配的情况下，对未完成匹配的第一目标像素点进行二次匹配；至少依据预先确定的所述第一目标像素点在所述第一图像中的像素坐标和所述第二目标像素点在所述第二图像中的像素坐标确定所述第一目标像素点的三维坐标，以完成三维重建的方式，通过对未完成匹配的第一目标像素点进行二次匹配的方式，达到了将所有的第一目标像素点匹配完成的目的，从而实现了第一图像中的第一目标像素点完全匹配的技术效果，进而解决了由于码元匹配的过程中匹配不完全造成三维重建结果准确性低技术问题。

附图说明

此处所说明的附图用来提供对本申请的进一步理解，构成本申请的一部分，本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请，并不构成对本申请的不当限定。在附图中：

图 1 是根据本申请实施例的一种用于三维重建方法的计算机终端（或移动设备）的硬件结构框图；

图 2 是根据本申请的一种三维重建方法的示意图；

图 3a 根据本申请实施例的一种可选的码元图像示意图；

图 3b 根据本申请实施例的另一种可选的码元图像示意图；

图 4 是根据本申请实施例的五种可选的码元形状示意图；

图 5 是根据本申请实施例的一种可选的线段条纹示意图；

图 6 是根据本申请实施例的一种可选的三维重建系统；

图 7 是根据本申请实施例的一种可选的三维重建装置；

其中，上述附图包括以下附图标记：

601、被测物体；602、第一处理器；603、图像采集设备；604、投影设备；201、第一线段条纹。

具体实施方式

为了使本技术领域的人员更好地理解本申请方案，下面将结合本申请实施例中的

附图，对本申请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申请一部分的实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，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，都应当属于本申请保护的范围。

需要说明的是，本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的本申请的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

根据本申请实施例，还提供了一种三维重建方法的实施例，需要说明的是，在附图的流程图示出的步骤可以在诸如一组计算机可执行指令的计算机系统中执行，并且，虽然在流程图中示出了逻辑顺序，但是在某些情况下，可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤。

本申请实施例所提供的方法实施例可以在移动终端、计算机终端、云端服务器或者类似的运算装置中执行。图 1 示出了一种用于实现三维重建方法的计算机终端（或移动设备）的硬件结构框图。如图 1 所示，计算机终端 10（或移动设备 10）可以包括一个或多个（图中采用 102a、102b，……，102n 来示出）处理器 102（处理器 102 可以包括但不限于微处理器 MCU 或可编程逻辑器件 FPGA 等的处理装置）、用于存储数据的存储器 104、以及用于通信功能的传输模块 106。除此以外，还可以包括：显示器、输入/输出接口（I/O 接口）、通用串行总线（USB）端口（可以作为 I/O 接口的端口中的一个端口被包括）、网络接口、电源和/或相机。本领域普通技术人员可以理解，图 1 所示的结构仅为示意，其并不对上述电子装置的结构造成限定。例如，计算机终端 10 还可包括比图 1 中所示更多或者更少的组件，或者具有与图 1 所示不同的配置。

应当注意到的是上述一个或多个处理器 102 和/或其他数据处理电路在本文中通常可以被称为“数据处理电路”。该数据处理电路可以全部或部分的体现为软件、硬件、固件或其他任意组合。此外，数据处理电路可为单个独立的处理模块，或全部或部分的结合到计算机终端 10（或移动设备）中的其他元件中的任意一个内。如本申请实施例中所涉及到的，该数据处理电路作为一种处理器控制（例如与接口连接的可变电阻终端路径的选择）。

存储器 104 可用于存储应用程序的软件程序以及模块，如本申请实施例中的三维重建方法对应的程序指令/数据存储装置，处理器 102 通过运行存储在存储器 104 内的

软件程序以及模块，从而执行各种功能应用以及数据处理，即实现上述的应用程序的三维重建方法。存储器 104 可包括高速随机存储器，还可包括非易失性存储器，如一个或者多个磁性存储装置、闪存、或者其他非易失性固态存储器。在一些实例中，存储器 104 可进一步包括相对于处理器 102 远程设置的存储器，这些远程存储器可以通过网络连接至计算机终端 10。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

传输模块 106 用于经由一个网络接收或者发送数据。上述的网络具体实例可包括计算机终端 10 的通信供应商提供的无线网络。在一个实例中，传输模块 106 包括一个网络适配器（Network Interface Controller, NIC），其可通过基站与其他网络设备相连从而可与互联网进行通讯。在一个实例中，传输模块 106 可以为射频（Radio Frequency, RF）模块，其用于通过无线方式与互联网进行通讯。

显示器可以例如触摸屏式的液晶显示器（LCD），该液晶显示器可使得用户能够与计算机终端 10（或移动设备）的用户界面进行交互。

根据本申请实施例，提供了一种三维重建方法的实施例，需要说明的是，在附图的流程图示出的步骤可以在诸如一组计算机可执行指令的计算机系统中执行，并且，虽然在流程图中示出了逻辑顺序，但是在某些情况下，可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤。

图 2 是根据本申请实施例的三维重建方法的流程图，如图 2 所示，该方法包括如下步骤：

步骤 S202，获取第一图像和第二图像，第一图像和第二图像分别由不同的图像采集设备采集被投射到被测物体表面的码元图像得到的，码元图像中包含多个目标码元按照预设方向随机分布，目标码元为线段条纹；

步骤 S204，获取第一图像中每个码元的第一目标像素点，并在第二图像中逐一确定与第一目标像素点匹配的第二目标像素点，以完成匹配；在第一图像中的存在第一目标像素点未完成匹配的情况下，对未完成匹配的第一目标像素点进行二次匹配；

步骤 S206，至少依据预先确定的所述第一目标像素点在所述第一图像中的像素坐标和所述第二目标像素点在所述第二图像中的像素坐标确定所述第一目标像素点的三维坐标，以完成三维重建。

通过上述步骤，可以实现通过对未完成匹配的第一目标像素点进行二次匹配的方式，达到了将所有的第一目标像素点匹配完成的目的，从而实现了第一图像中的第一目标像素点完全匹配的技术效果，进而解决了由于码元匹配的过程中匹配不完全造成三维重建结果准确性低技术问题。

需要进行说明的是，三维重建是指对三维物体建立适合计算机表示和处理的数学模型，是在计算机环境下对其进行处理、操作和分析其性质的基础，也是在计算机中建立表达客观事件的虚拟现实技术。三维重建技术中通常会用到结构光时间编码和空间编码技术，其中，空间编码结构光难点在于利用像素空间灰度信息，对每个像素点进行稳定可靠的编解码，相关技术中的一类方法是通过一定的码元信息对特定像素点进行编码，通过大小圆形码元的编码方式，利用极线约束条件和邻域码元与图像中码元的相对位移关系对每个码元进行编解码，从而实现每个码元点的重建。这类方法的缺点在于码元编码容量有限，只能重建稀疏的码元点，单帧数据少，扫描效率低；受物体表面纹理影响较大。另外一类方法是通过随机散斑的形式，通过像素块间的相关性进行同名点匹配，例如：将伪随机散斑图像通过投影设备投射到被测物体表面，采用改进的SGM（semi-global matching，立体匹配）算法进行图像块间的匹配，从而得到被测物体表面的三维数据。该类方法的缺点是匹配适用的图像块空间大，重建数据精度和细节较差，难以实现复杂物体的重建。相关技术中，在码元匹配的过程中，由于图像噪声、匹配图像块大小和对于被测物体表面存在深度不连续的地方，往往相邻点的深度差较大，条纹图案调制较为严重等原因，会导致第一图像中部分码元的第一目标像素点无法正确找到匹配点，从而造成局部数据缺失。由于物体表面小区域内深度呈现一定的连续性，因此可根据深度连续性原则进行匹配点补全。

同时，本申请提出的方法中，利用线段条纹码元的编码方式，线段条纹中的多个特征点，且码元间随机分布，增加了编码容量，提高了单帧图像的数据量，进而提高了扫描效率。同时由于本申请提出的方法是线段条纹分布，码元的分布密度高，提高了获取到的重建数据的精确度。

本申请提出的方法可以应用于口腔扫描仪、面部扫描仪、工业扫描仪、专业扫描仪等扫描仪，可实现对牙齿、人脸、人身、工业产品、工业设备、文物、艺术品、假肢、医疗器具、建筑等物品或场景的三维重建。

在步骤S202中，第一图像为第一图像采集设备采集的图像，第二图像为第二图像采集设备采集的图像；第一图像中的多个目标码元朝向相同，码元间的间距随机确定，例如：1号码元的与2号码元之间的间距为 $100\mu\text{m}$ ，2号码元与3号码元之间的间距为 $80\mu\text{m}$ 。码元按照图像高度方向随机上下波动分布，码元的特征包含至少两个可提取的灰度特征点图案，且特征点之间呈预设间距上下分布，条纹的位置可以在图像宽度和图像高度两个方向随机分布，也可以只在其中任一方向随机分布。图3a示出了一种随机按照图像宽度和图像高度两个方向随机分布的码元图像，图3a中条纹长度固定，图3b示出了一种按照图像高度方向条纹位置随机分布的码元图像，图3b中条纹长度随机设定。

在步骤 S204 中, 获取第一图像中每个码元的第一目标像素点, 并在第二图像中逐一确定与第一目标像素点匹配的第二目标像素点, 以完成匹配, 可以理解的是, 第一图像与第二图像为不同的图像采集设备采集被投射到被测物体表面的投影图像得到的, 所以第一图像中的码元结构和第二图像中的码元结构相同。由此可知, 以第一目标像素点为第一图像中线段条纹的中点为例, 第二图像中的匹配像素点为第二图像中线段条纹的中点。造成码元未匹配的原因有很多, 例如: 图像噪声、图像不清晰等。而且本申请实施例中提供的三维重建方法适用于码元特征点匹配方法中对未匹配的码元特征点进行二次匹配, 也适用于目标像素点匹配方法中对未匹配目标像素点进行二次匹配。

在步骤 S206 中, 第一图像中的目标码元与第二图像中的码元一一对应, 第一图像为预设的, 即第一图像中码元的投影参数为预设, 根据目标码元与第二图像中的码元一一对应的关系, 结合三角测量方法, 确定第二图像中码元的三维坐标。

下面通过具体的实施例来详细说明上述步骤 S202 至步骤 S206。

在步骤 S204 中对未完成匹配的第一目标像素点进行二次匹配, 可以利用物体表面在小范围区域内深度呈现一定的连续性来进行补全, 具体的, 对第一图像中未找到正确匹配点的第一目标像素点 P , 利用其邻域内已经重建出来的第一目标像素点的深度 $\{D_i\}$ 插值出第一目标像素点 P 的预估深度 $D_s = f(D_i)$, $f(D_i)$ 为代入 D_i 的差值函数。然后根据预估深度 D_s 可进一步计算得到 P 在第二图像中的预估匹配点的像素位置 Q , 最后在第二图像的 Q 点邻域像素内查找距离 Q 点最近的第一目标像素点 \tilde{Q} , 将点 \tilde{Q} 确定为 P 点的匹配像素点。也可以利用光平面顺序的一致性原则进行二次匹配, 具体的, 确定未完成匹配的第一目标像素点的第一周边预设面积区域内已完成匹配的第一目标像素点; 确定已完成匹配的第一目标像素点的第二周边预设面积区域内所有码元第一目标像素点对应的光平面为第一光平面序列, 其中, 第一目标像素点包括: 线段条纹的中点和线段条纹的特征点; 确定未完成匹配的第一目标像素点在第一光平面序列中所有光平面中的三维坐标为候选三维坐标; 确定所有候选三维坐标在第二图像中对应的像素点为候选像素点, 并从候选像素点中确定未完成匹配的第一目标像素点匹配的第二目标像素点。

具体的, 对第一图像中任一个未匹配的第一目标像素点 U , 搜索其邻域(第一周边预设面积区域) 已经成功匹配的第一目标像素点, 获取其邻域(第二周边预设面积区域) 的光平面序列 $\{N_k\}_{k \in V}$, 然后根据标定的光平面序列信息, 补全当前的邻域光平面序列, 获得第一目标像素点 U 的候选光平面序列 $\{N_k\}_{k \in M}$ (第一光平面序列) M 是 V 经过补全后的序列范围。

接着, 在三角测量原理中, 由相机参数、条纹中心坐标以及光平面方程, 即可计

算该中心点的三维坐标。遍历候选光平面，计算 U 点在每一个光平面中的三维坐标值 $\{(x, y, z)^T_k\}_{k \in M}$ 。根据每一个三维坐标，确定 U 点对应的多个在第二图像中的候选像素点，并从多个候选像素点中确定与 U 点匹配的第二目标像素点。

需要进行说明的是，条纹结构光图案通过投射模块投影到被测物体表面的过程，可以看成是图案中每一个条纹在空间产生一个光平面，每个光平面与物体表面相交，在物体表面形成变形的条纹图案。由于光平面信息可以预先标定获取，每一个条纹可由一个光平面序号和光平面参数表示。同时，图案中每个条纹自身光平面序号与其邻域条纹的光平面序号可组成一个已知的序列 $\{N_i\}_{i \in V}$ ，V 表示邻域条纹的光平面， N_i 表示光平面序号。对于一个已经获得三维坐标 $(\tilde{x}, \tilde{y}, \tilde{z})^T$ 的第一目标像素点，将其坐标代入到任一光平面方程中 $f(x, y, z) = ax + by + cz + d$ ，可计算得到一个残差参数 $\Delta_i = a\tilde{x} + b\tilde{y} + c\tilde{z} + d$ 。该残差参数表示点到光平面的距离，残差越小，该点属于光平面的可能性越高，可以理解的是，将所有的第一目标像素点的三维坐标代入到目标光平面方程中，残差参数最小的第一目标像素点确定属于目标光平面。

在一种可选的方式中，在确定第一光平面序列之前，确定已完成匹配的第一目标像素点的三维坐标；将已完成匹配的第一目标像素点的三维坐标代入到第一图像中所有码元对应的光平面方程中，得到残差参数；将残差参数最小的光平面方程对应的光平面确定为已完成匹配的第一目标像素点对应的光平面。具体的，遍历所有光平面，找到残差最小的光平面，该光平面即为当前第一目标像素点对应的光平面，并记录光平面的序号。依次对所有已经重建出来的条纹中心点进行光平面序号的标记。

在本申请的一些实施例中，提出了一种从候选像素点中确定未完成匹配的第一目标像素点匹配的第二目标像素点的方法，包括：确定每个候选像素点在第二图像中距离最近的第二目标像素点，并确定每个候选像素点与距离最近的第二目标像素点的距离为第一距离；将第一距离最小的候选像素点确定为第三目标像素点，并将与第三目标像素点距离最近的第二目标像素点确定为与未完成匹配的第二目标像素点匹配的第二目标像素点。

具体的，从第二图像中搜索每个候选像素点最近的第二目标像素点，以第二目标像素点为第二图像中的线段条纹中点为例，在第二图像中搜索每个候选像素点距离最近的线段条纹中点，并计算每个候选像素点与距离其最近的线段条纹中点的第一距离，将第一距离最小的第二目标像素点确定为未匹配的第一目标像素点的匹配像素点。

在确定完第一目标像素点的匹配像素点第二目标像素点之后，还可以第一目标像素点为特征点，确定所述第一图像中任一码元的第一邻域码元集合和第二图像中多个候选码元的多个第二邻域码元集合；确定所述多个第二邻域码元集合中的邻域码元与所述第一邻域码元集合中的邻域码元匹配的个数，将所述多个第二邻域码元集合中匹

配的个数最多的第二邻域码元集合确定为目标第二邻域码元集合；将所述目标第二邻域码元集合对应的所述候选码元确定为所述目标码元。

具体的，第一邻域码元集合为第二图像中一个码元的邻域码元集合，例如：以第二图像中的码元 p 为一个设定长度的线段和线段对应的两个端点为例，码元 p 的邻域码元集合为 $\{p^1, p^2, p^3, p^4\}$ ；第二邻域码元集合为第二图像中任一个码元的候选码元的邻域码元集合，例如：码元 p 的候选码元为码元 q ，码元 q 的邻域码元集合为 $\{q^1, q^2, q^3, q^4\}$ ，在码元 p 的候选码元存在三个情况下，例如： q_i ， $i=1,2,3$ ，就存在三个第二邻域码元集合 $\{q_1^1, q_1^2, q_1^3, q_1^4\}$ 、 $\{q_2^1, q_2^2, q_2^3, q_2^4\}$ 、 $\{q_3^1, q_3^2, q_3^3, q_3^4\}$ ，在码元 p 存在多个的情况，与上述情况类似，在此不再赘述。

需要进一步说明的是，以码元 p 为例，对于码元 p 的每一个候选码元 q_i ， i 为正整数，首先确认码元 p^1 是否与候选码元 q_1 的第一个邻域码元 q_1^1 匹配，然后依次检索码元 p 的所有候选码元，确定所有候选码元的邻域码元与码元 p^1 是否匹配，与码元 p^1 匹配的候选码元，匹配个数加 1，例如：码元 q_1^1 与码元 p^1 匹配，则候选码元 q_1 的匹配个数为 1，如果码元 q_1^2 与码元 p^2 匹配则候选码元 q_1 的匹配个数加 1 为 2。将匹配个数最大的候选码元确定为目标码元，以码元 p 为例，在候选码元 q_1 与码元 p 的匹配个数最多，则候选码元 q_1 确定为目标码元与码元 p 匹配。

在本申请的一些实施例中，第一图像中的目标码元对应的线段条纹的长度通过以下方式确定，在多个目标码元按照码元图像横轴方向随机分布的情况下，确定第一放大倍率和第二放大倍率；将第二放大倍率与第一放大倍率的比值乘以目标码元的长度最小值确定为第一图像中目标码元的长度最小值；将第一图像的宽度的预设比例值确定第一图像中目标码元的长度最大值。

具体的，当重建系统的投影模块及图像采集模块确定之后，投影设备的放大倍率 φ_p 和图像采集模块的放大倍率 φ_c 为系统固有参数。码元图像的单元像素长度 l_p 与第一图像的单元像素长度 l_c 之间存在关系： $l_c = \frac{\varphi_c}{\varphi_p} l_p$ 。由于投影设备能够投射的码元图像的单元像素的最小长度确定为 l_{min} ，根据该公式，可确定第一图像中条纹的最小长度 L_{min} 。为保证宽度 W 、高度 H 的投射图案的随机性，图案中的条纹最大长度 L_{max} 不超过 $H/2$ ，则每一个条纹长度 $L_i \in [L_{min}, L_{max}]$ 。

特别的，投射图案中条纹长度 L 可以是固定长度值，也可以是随机长度值。若为随机长度值时，每一个条纹的长度可由一个伪随机序列 $\{L_i\}$ 确定，伪随机序列的取值范围为 $L_i \in [L_{min}, L_{max}]$ 。

在本申请的一些实施例中，码元图像的确定可以基于目标码元的长度、目标码元的宽度、目标码元之间的间距和目标码元中心像素点的像素坐标确定目标码元所在的

目标区域,其中,目标码元中心像素点的像素坐标在码元图像所在区域内随机生成的;遍历目标区域内的所有像素点,在目标区域中不存在目标码元的情况下,在目标区域生成目标码元,其中目标码元至少包括一条预设长度的线段和预设长度的线段对应的两个端点;在码元图像区域内的所有目标区域生成目标码元,如图4所示,示出了五种目标码元,标号1的码元由一条线段和线段对应的两个圆形端点组成,标号2由一条第一预设长度的线段和两条第二预设长度的线段为端点组成,第一预设长度大于第二预设长度,标号3的码元由一条第一预设长度的线段和三条第二预设长度的线段为端点组成,标号4由一条线段和线段本身的两个端点组成,标号5的码元由一条线段和另一条线段相交。

在生成码元图像的过程中,依据目标码元的中心像素点坐标、目标码元的长度和目标码元的宽度确定目标码元所处的目标区域,目标区域中只存在一个目标码元。如图5所示,一个图像色斑中第一线段条纹201的分布示意图,条纹长度为 L 、条纹宽度为 S 、条纹间距为 $G/2$,则第一线段条纹201在图像中占据的区域大小为 $(S+G) \times (L+G)$ 。在一个图像色斑的区域内只能包含一个条纹,或者不包含条纹。在 $W \times H$ 的待填充条纹的图像中,随机生成一个坐标位置 (u,v) 作为一个候选图像色斑中心位置,然后遍历该色斑对应的待填充图像中的每一个像素,检索候选图像色斑内是否已经包含有条纹,若不包含条纹,则在候选色斑位置处产生一个条纹,否则不产生条纹。接着,进行下一个随机坐标的生成、色斑的检索、条纹的生成。重复上述过程,直到整个待填充图像中无法再产生条纹为止。

基于上述方法,本申请可实现被测物体表面三维数据的快速、精确的重建。本申请中条纹中心线重建方法可实现精确的三维数据获取;随机条纹的方式,增加了编码点的数量(条纹中心任一像素点均为编码点),提升了数据冗余度,进而提高了扫描效率。

本申请实施例还提供了一种三维重建系统,如图6所示,包括:至少两个图像采集设备603、投影设备604和第一处理器602;投影设备604用于将预先确定的码元图像投射到被测物体601表面;至少两个图像采集模块603用于从被测物体601表面采集预先确定的码元图像得到第一图像和第二图像;第一处理器602用于获取第一图像中每个码元的第一目标像素点,并在第二图像中逐一确定与第一目标像素点匹配的第二目标像素点,以完成匹配;在第一图像中的存在第一目标像素点未完成匹配的情况下,对未完成匹配的第一目标像素点进行二次匹配;还用于依据预先确定的第一图像和第二图像的图像参数确定第一目标像素点的三维坐标,以完成三维重建。

其中,图像采集设备603包括但不限于灰度相机和彩色相机,投影设备604的投影方式包括但不限于DLP(Digital Light Processing,数字光处理)、MASK(掩码投影)、DOE(衍射投影)等投影方式,能够投射结构光图案。一种可选的方式中,图像采集设备也可以是多个。

本申请实施例还提供了一种模型训练装置，如图7所示，包括：获取模块70，设置为获取第一图像和第二图像，第一图像和第二图像分别由不同的图像采集设备采集被投射到被测物体表面的码元图像得到的，码元图像中包含多个目标码元按照预设方向随机分布，目标码元为线段条纹；匹配模块72，设置为获取第一图像中每个码元的第一目标像素点，并在第二图像中逐一确定与第一目标像素点匹配的第二目标像素点，以完成匹配；在第一图像中的存在第一目标像素点未完成匹配的情况下，对未完成匹配的第一目标像素点进行二次匹配；74重建模块，设置为依据预先确定的第一图像和第二图像的图像参数确定第一目标像素点的三维坐标，以完成三维重建。

匹配模块72包括：第一确定子模块，第一确定子模块设置为确定未完成匹配的第一目标像素点的第一周边预设面积区域内已完成匹配的第一目标像素点；确定已完成匹配的第一目标像素点的第二周边预设面积区域内所有码元第一目标像素点对应的的光平面为第一光平面序列，其中，第一目标像素点包括：线段条纹的中点和线段条纹的特征点；确定未完成匹配的第一目标像素点在第一光平面序列中所有光平面中的三维坐标为候选三维坐标；确定所有候选三维坐标在第二图像中对应的像素点为候选像素点，并从候选像素点中确定未完成匹配的第一目标像素点匹配的第二目标像素点。

第一确定子模块包括：第一确定单元和第二确定单元；第一确定单元设置为确定每个候选像素点在第二图像中距离最近的第二目标像素点，并确定每个候选像素点与距离最近的第二目标像素点的距离为第一距离；将第一距离最小的候选像素点确定为第三目标像素点，并将与第三目标像素点距离最近的第二目标像素点确定为与未完成匹配的第二目标像素点匹配的第二目标像素点；第二确定单元设置为确定已完成匹配的第一目标像素点的三维坐标；将已完成匹配的第一目标像素点的三维坐标代入到第一图像中所有码元对应的光平面方程中，得到残差参数；将残差参数最小的光平面方程对应的光平面确定为已完成匹配的第一目标像素点对应的光平面。

获取模块70包括：第二确定子模块，第二确定子模块设置为在多个目标码元按照码元图像横轴方向随机分布的情况下，确定第一放大倍率和第二放大倍率；将第二放大倍率与第一放大倍率的比值乘以目标码元的长度最小值确定为第一图像中目标码元的长度最小值；将第一图像的宽度的预设比例值确定第一图像中目标码元的长度最大值。

第二确定子模块包括：第三确定单元，第三确定单元设置为依据目标码元的中心像素点坐标、目标码元的长度和目标码元的宽度确定目标码元所处的目标区域，目标区域中只存在一个目标码元。

根据本申请实施例的另一方面，还提供了一种非易失性存储介质，包括存储的程序，其中，在程序运行时控制非易失性存储介质所在设备执行上述三维重建方法。

根据本申请实施例的另一方面，还提供了一种处理器，处理器设置为运行程序，其中，程序运行时执行上述三维重建方法。

上述处理器设置为运行执行以下功能的程序：获取第一图像和第二图像，第一图像和第二图像分别由不同的图像采集设备采集被投射到被测物体表面的码元图像得到的，码元图像中包含多个目标码元按照预设方向随机分布，目标码元为线段条纹；获取第一图像中每个码元的第一目标像素点，并在第二图像中逐一确定与第一目标像素点匹配的第二目标像素点，以完成匹配；在第一图像中的存在第一目标像素点未完成匹配的情况下，对未完成匹配的第一目标像素点进行二次匹配；依据预先确定的第一图像和第二图像的图像参数确定第一目标像素点的三维坐标，以完成三维重建。

上述处理器执行上述三维重建方法，通过对未完成匹配的第一目标像素点进行二次匹配的方式，达到了将所有的第一目标像素点匹配完成的目的，从而实现了第一图像中的第一目标像素点完全匹配的技术效果，进而解决了由于码元匹配的过程中匹配不完全造成三维重建结果准确性低技术问题。

在本申请的上述实施例中，对各个实施例的描述都各有侧重，某个实施例中沒有详述的部分，可以参见其他实施例的相关描述。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的技术内容，可通过其它的方式实现。其中，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如单元的划分，可以为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，单元或模块的间接耦合或通信连接，可以是电性或其它的形式。

作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外，在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能单元的形式实现。

集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台

计算机设备（可为个人计算机、服务器或者网络设备等）执行本申请各个实施例方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、只读存储器（ROM, Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM, Random Access Memory）、移动硬盘、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

以上仅是本申请的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本申请的保护范围。

工业实用性

本申请实施例提供的技术方案可适用于三维重建领域，在本申请实施例中，采用获取第一图像和第二图像，第一图像和第二图像分别由不同的图像采集设备采集被投射到被测物体表面的码元图像得到的，码元图像中包含多个目标码元按照预设方向随机分布，目标码元为线段条纹；获取第一图像中每个码元的第一目标像素点，并在第二图像中逐一确定与第一目标像素点匹配的第二目标像素点，以完成匹配；在第一图像中的存在第一目标像素点未完成匹配的情况下，对未完成匹配的第一目标像素点进行二次匹配；至少依据预先确定的所述第一目标像素点在所述第一图像中的像素坐标和所述第二目标像素点在所述第二图像中的像素坐标确定所述第一目标像素点的三维坐标，以完成三维重建的方式，通过对未完成匹配的第一目标像素点进行二次匹配的方式，达到了将所有的第一目标像素点匹配完成的目的，从而实现了第一图像中的第一目标像素点完全匹配的技术效果，进而解决了由于码元匹配的过程中匹配不完全造成三维重建结果准确性低技术问题。

权利要求书

1. 一种三维重建方法，包括：

获取第一图像和第二图像，所述第一图像和所述第二图像分别由不同的图像采集设备采集被投射到被测物体表面的码元图像得到的，所述码元图像中包含多个目标码元按照预设方向随机分布，所述目标码元为线段条纹；

获取所述第一图像中每个码元的第一目标像素点，并在所述第二图像中逐一确定与所述第一目标像素点匹配的第二目标像素点，以完成匹配，在所述第一图像中的存在所述第一目标像素点未完成匹配的情况下，对未完成匹配的第一目标像素点进行二次匹配；

至少依据预先确定的所述第一目标像素点在所述第一图像中的像素坐标和所述第二目标像素点在所述第二图像中的像素坐标确定所述第一目标像素点的三维坐标，以完成三维重建。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，对未完成匹配的第一目标像素点进行二次匹配，包括：

确定所述未完成匹配的第一目标像素点的第一周边预设面积区域内已完成匹配的所述第一目标像素点；

确定所述已完成匹配的所述第一目标像素点的第二周边预设面积区域内所有码元所述第一目标像素点对应的光平面为第一光平面序列，其中，所述第一目标像素点包括：所述线段条纹的中点和所述线段条纹的特征点；

确定所述未完成匹配的第一目标像素点在所述第一光平面序列中所有光平面中的三维坐标为候选三维坐标；

确定所有候选三维坐标在所述第二图像中对应的像素点为候选像素点，并从候选像素点中确定所述未完成匹配的第一目标像素点匹配的所述第二目标像素点。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，其中，从候选像素点中确定所述未完成匹配的第一目标像素点匹配的所述第二目标像素点，包括：

确定每个所述候选像素点在所述第二图像中距离最近的第二目标像素点，并确定每个所述候选像素点与所述距离最近的第二目标像素点的距离为第一距离；

将所述第一距离最小的所述候选像素点确定为第三目标像素点，并将与所述第三目标像素点距离最近的所述第二目标像素点确定为与所述未完成匹配的

第二目标像素点匹配的所述第二目标像素点。

4. 根据权利要求 2 所述的方法，其中，所述方法还包括：

确定已完成匹配的所述第一目标像素点的三维坐标；

将所述已完成匹配的所述第一目标像素点的三维坐标代入到所述第一图像中所有码元对应的光平面方程中，得到残差参数；

将残差参数最小的光平面方程对应的光平面确定为所述已完成匹配的所述第一目标像素点对应的光平面。

5. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述第一图像中目标码元的长度通过以下方式确定，包括：

在所述多个目标码元按照所述码元图像横轴方向随机分布的情况下，确定第一放大倍率和第二放大倍率；

将所述第二放大倍率与所述第一放大倍率的比值乘以所述目标码元的长度最小值确定为所述第一图像中目标码元的长度最小值；

将所述第一图像的宽度的预设比例值确定所述第一图像中目标码元的长度最大值。

6. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述预先确定的码元图像中包含多个目标码元按照预设方向随机分布，所述目标码元为线段条纹，包括：

基于所述目标码元的长度、所述目标码元的宽度、所述目标码元之间的间距和所述目标码元中心像素点的像素坐标确定所述目标码元所在的目标区域，其中，所述目标码元中心像素点的像素坐标在所述码元图像所在区域内随机生成的；

遍历所述目标区域内的所有像素点，在所述目标区域中不存在所述目标码元的情况下，在所述目标区域生成所述目标码元，其中所述目标码元至少包括一条预设长度的线段和所述预设长度的线段对应的两个端点；

在所述码元图像区域内的所有所述目标区域生成所述目标码元。

7. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述方法还包括：

确定所述第一图像中任一码元的第一邻域码元集合和所述第二图像中多个候选码元的多个第二邻域码元集合；

确定所述多个第二邻域码元集合中的邻域码元与所述第一邻域码元集合中的邻域码元匹配的个数，将所述多个第二邻域码元集合中匹配的个数最多的第二邻

域码元集合确定为目标第二邻域码元集合；

将所述目标第二邻域码元集合对应的所述候选码元确定为与所述任一码元匹配的码元。

8. 根据权利要求1所述的方法，其中，所述方法还包括：

依据所述目标码元的中心像素点坐标、所述目标码元的长度和所述目标码元的宽度确定所述目标码元所处的目标区域，所述目标区域中只存在一个所述目标码元。

9. 一种三维重建装置，包括：

获取模块，用于获取第一图像和第二图像，所述第一图像和所述第二图像分别由不同的图像采集设备采集被投射到被测物体表面的码元图像得到的，所述码元图像中包含多个目标码元按照预设方向随机分布，所述目标码元为线段条纹；

匹配模块，用于获取所述第一图像中每个码元的第一目标像素点，并在所述第二图像中逐一确定与所述第一目标像素点匹配的第二目标像素点，以完成匹配；在所述第一图像中的存在所述第一目标像素点未完成匹配的情况下，对未完成匹配的第一目标像素点进行二次匹配；

重建模块，用于至少依据预先确定的所述第一目标像素点在所述第一图像中的像素坐标和所述第二目标像素点在所述第二图像中的像素坐标确定所述第一目标像素点的三维坐标，以完成三维重建。

10. 一种三维重建系统，包括：

至少两个图像采集设备、投影设备和第一处理器；

所述投影设备用于将预先确定的码元图像投射到被测物体表面；

所述至少两个图像采集模块用于从被测物体表面采集所述预先确定的码元图像得到第一图像和第二图像；

第一处理器用于获取所述第一图像中每个码元的第一目标像素点，并在所述第二图像中逐一确定与所述第一目标像素点匹配的第二目标像素点，以完成匹配；在所述第一图像中的存在所述第一目标像素点未完成匹配的情况下，对未完成匹配的第一目标像素点进行二次匹配；还用于至少依据预先确定的所述第一目标像素点在所述第一图像中的像素坐标和所述第二目标像素点在所述第二图像中的像素坐标确定所述第一目标像素点的三维坐标，以完成三维重建。

11. 一种非易失性存储介质，所述非易失性存储介质包括存储的程序，其中，在所述程序运行时控制所述非易失性存储介质所在设备执行权利要求 1 至 8 中任意一项所述的三维重建方法。
12. 一种电子设备，包括：存储器和处理器；所述处理器设置为运行程序，其中，所述程序运行时执行权利要求 1 至 8 中任意一项所述的三维重建方法。

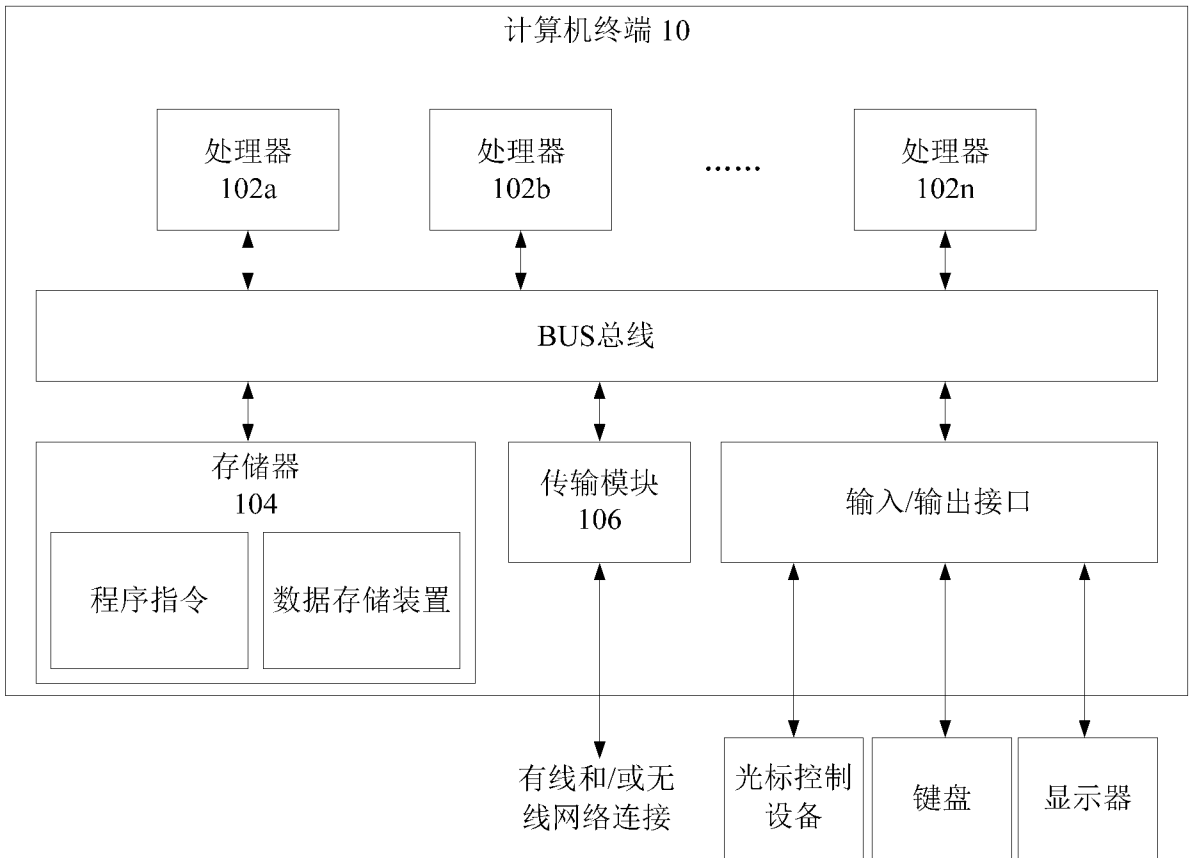


图 1

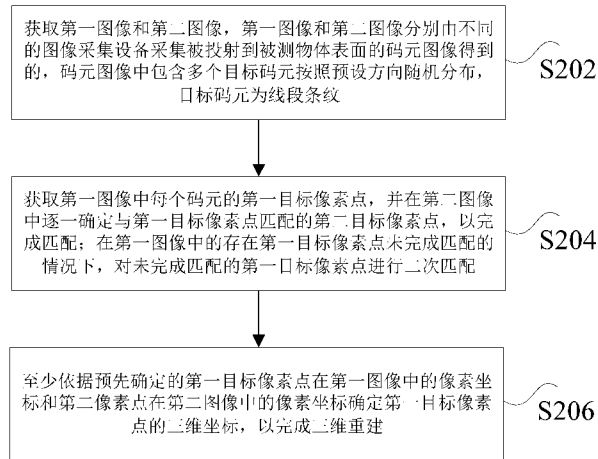


图 2

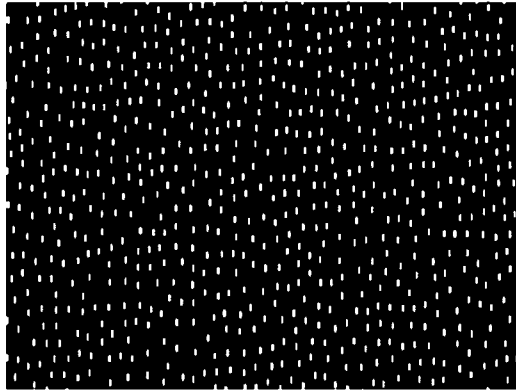


图 3a

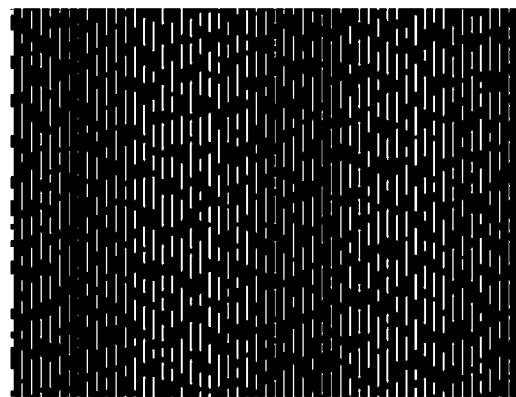


图 3b

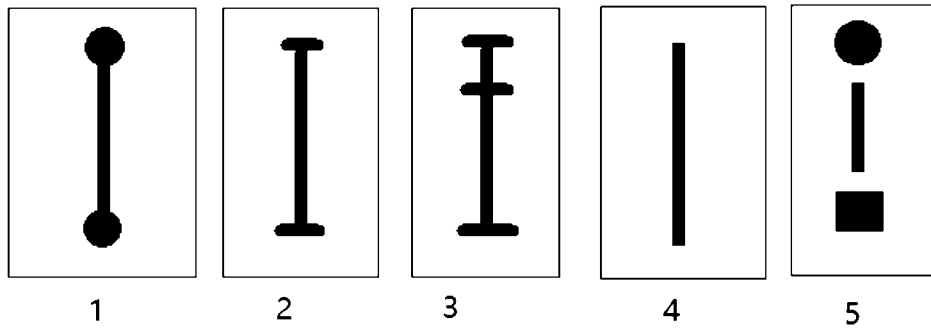


图 4

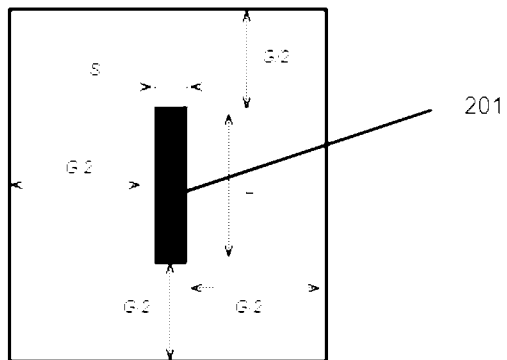


图 5

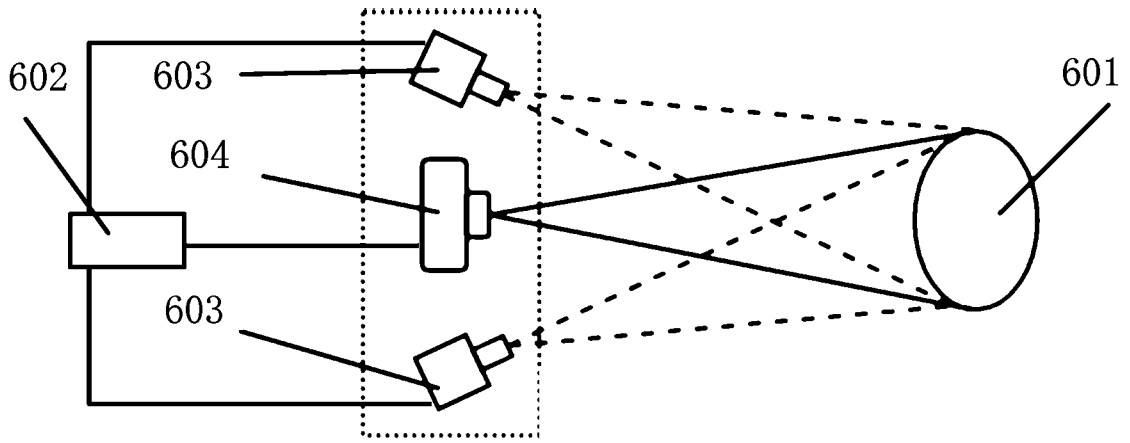


图 6



图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/112047

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T17/00(2006.01)i; G06V10/75(2022.01)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)

IPC: G06T G06V

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)

VEN, CNABS, CNTXT, WOTXT, EPTXT, USTXT, CNKI, IEEE: 三维重建, 码元, 像素, 坐标, 匹配, 图像, 3D, three-dimension, reconstruction, pixel, coordinate, match, image

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 115345993 A (SHINING 3D TECHNOLOGY CO., LTD.) 15 November 2022 (2022-11-15) claims 1-12	1-12
Y	CN 114820939 A (HANGZHOU HIKROBOT TECHNOLOGY CO., LTD.) 29 July 2022 (2022-07-29) description, paragraphs [0032]-[0063], and figures 1, 2, and 6	1-12
Y	CN 112270748 A (GUANGDONG OPPO MOBILE TELECOMMUNICATIONS CORP., LTD.) 26 January 2021 (2021-01-26) description, paragraphs [0063]-[0073]	1-12
A	CN 108267097 A (HANGZHOU SHINING 3D TECHNOLOGY CO., LTD.) 10 July 2018 (2018-07-10) entire document	1-12
A	US 2006167648 A1 (OHTANI, Hitoshi) 27 July 2006 (2006-07-27) entire document	1-12

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“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

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 October 2023

Date of mailing of the international search report

02 November 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/CN2023/112047

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	115345993	A	15 November 2022	None	
CN	114820939	A	29 July 2022	None	
CN	112270748	A	26 January 2021	None	
CN	108267097	A	10 July 2018	None	
US	2006167648	A1	27 July 2006	WO 2005017644	A2 24 February 2005
				EP 1655573	A2 10 May 2006
				CN 1701214	A 23 November 2005

<p>A. 主题的分类</p> <p>G06T17/00(2006.01)i; G06V10/75(2022.01)i</p> <p>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</p>																				
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>IPC: G06T G06V</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>VEN, CNABS, CNTXT, WOTXT, EPTXT, USTXT, CNKI, IEEE: 三维重建, 码元, 像素, 坐标, 匹配, 图像, 3D, three-dimension, reconstruction, pixel, coordinate, match, image</p>																				
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 115345993 A (先临三维科技股份有限公司) 2022年11月15日 (2022 - 11 - 15) 权利要求1-12</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 114820939 A (杭州海康机器人技术有限公司) 2022年7月29日 (2022 - 07 - 29) 说明书第[0032]-[0063]段, 图1、2、6</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 112270748 A (OPPO广东移动通信有限公司) 2021年1月26日 (2021 - 01 - 26) 说明书第[0063]-[0073]段</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108267097 A (杭州先临三维科技股份有限公司) 2018年7月10日 (2018 - 07 - 10) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2006167648 A1 (OHTANI, Hitoshi) 2006年7月27日 (2006 - 07 - 27) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 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 “D” 申请人在国际申请中引证的文件 “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</p>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 115345993 A (先临三维科技股份有限公司) 2022年11月15日 (2022 - 11 - 15) 权利要求1-12	1-12	Y	CN 114820939 A (杭州海康机器人技术有限公司) 2022年7月29日 (2022 - 07 - 29) 说明书第[0032]-[0063]段, 图1、2、6	1-12	Y	CN 112270748 A (OPPO广东移动通信有限公司) 2021年1月26日 (2021 - 01 - 26) 说明书第[0063]-[0073]段	1-12	A	CN 108267097 A (杭州先临三维科技股份有限公司) 2018年7月10日 (2018 - 07 - 10) 全文	1-12	A	US 2006167648 A1 (OHTANI, Hitoshi) 2006年7月27日 (2006 - 07 - 27) 全文	1-12
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
PX	CN 115345993 A (先临三维科技股份有限公司) 2022年11月15日 (2022 - 11 - 15) 权利要求1-12	1-12																		
Y	CN 114820939 A (杭州海康机器人技术有限公司) 2022年7月29日 (2022 - 07 - 29) 说明书第[0032]-[0063]段, 图1、2、6	1-12																		
Y	CN 112270748 A (OPPO广东移动通信有限公司) 2021年1月26日 (2021 - 01 - 26) 说明书第[0063]-[0073]段	1-12																		
A	CN 108267097 A (杭州先临三维科技股份有限公司) 2018年7月10日 (2018 - 07 - 10) 全文	1-12																		
A	US 2006167648 A1 (OHTANI, Hitoshi) 2006年7月27日 (2006 - 07 - 27) 全文	1-12																		
国际检索实际完成的日期	2023年10月18日	国际检索报告邮寄日期	2023年11月2日																	
ISA/CN的名称和邮寄地址	中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	授权官员	李迪 电话号码 (+86) 010-53961300																	

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/112047

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	115345993	A	2022年11月15日	无			
CN	114820939	A	2022年7月29日	无			
CN	112270748	A	2021年1月26日	无			
CN	108267097	A	2018年7月10日	无			
US	2006167648	A1	2006年7月27日	WO	2005017644	A2	2005年2月24日
				EP	1655573	A2	2006年5月10日
				CN	1701214	A	2005年11月23日