



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114746715 A

(43) 申请公布日 2022. 07. 12

(21) 申请号 202080080687.8

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

(22) 申请日 2020.12.18

专利代理师 高迪

(30) 优先权数据

2020-002517 2020.01.10 JP

(51) Int. Cl.

G01B 11/03 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.05.20

G01C 3/06 (2006.01)

G01C 15/00 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2020/047575 2020.12.18

G01C 11/06 (2006.01)

G01S 17/42 (2006.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/140886 JA 2021.07.15

(71) 申请人 松下知识产权经营株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 松延彻 吉川哲史 福田将贵

寺西研翔 P·米特拉比耶努鲁克

黎庆龙 P·拉桑

权利要求书2页 说明书18页 附图15页

(54) 发明名称

三维模型生成方法、信息处理装置及程序

(57) 摘要

一种由信息处理装置执行的三维模型生成方法,包括:第1取得步骤(S101),取得第1三维模型,上述第1三维模型是由发出电磁波并取得电磁波被计测对象反射的反射波的计测器生成的第1三维模型,并且上述第1三维模型具有表示计测对象上的多个第1三维位置的第1位置信息;第2取得步骤(S101),取得由1个以上的相机将计测对象从不同的多个视点摄影的多视点图像;以及生成步骤(S104),基于多视点图像和第1三维模型,生成计测对象的第2三维模型。



1. 一种三维模型生成方法,由信息处理装置执行,包括:

第1取得步骤,取得第1三维模型,上述第1三维模型是由发出电磁波并取得上述电磁波被计测对象反射的反射波的计测器生成的第1三维模型,并且上述第1三维模型具有表示上述计测对象上的多个第1三维位置的第1位置信息;

第2取得步骤,取得由1个以上的相机将上述计测对象从不同的多个视点摄影的多视点图像;以及

生成步骤,基于上述多视点图像和上述第1三维模型,生成上述计测对象的第2三维模型。

2. 如权利要求1所述的三维模型生成方法,

在上述生成步骤中,通过使用上述多视点图像将上述第1三维模型高精细化,生成上述第2三维模型。

3. 如权利要求2所述的三维模型生成方法,

上述第1三维模型包含表示上述计测对象上的颜色的颜色信息;

在上述生成步骤中,通过使用上述多视点图像将上述颜色信息高精细化,生成上述第2三维模型。

4. 如权利要求2或3所述的三维模型生成方法,

在上述生成步骤中,

使用上述多视点图像生成第3三维模型;

通过将上述第1三维模型的三维坐标轴与上述第3三维模型的三维坐标轴适配,确定上述第1三维模型与上述多视点图像之间的第1位置关系;

通过使用所确定的上述第1位置关系及上述多视点图像将上述第1三维模型高精细化,生成上述第2三维模型。

5. 如权利要求4所述的三维模型生成方法,

在上述生成步骤中,对于上述多个第1三维位置中的各个第1三维位置,使用上述第1位置关系及上述多视点图像,作为与该第1三维位置对应的颜色信息而附加基于与该第1三维位置对应的上述多视点图像的像素的第2颜色信息,由此生成上述第2三维模型。

6. 如权利要求4所述的三维模型生成方法,

上述第1三维模型还具有使用摄影有上述计测对象的图像生成并表示上述多个第1三维位置各自处的上述计测对象的颜色第1颜色信息;

上述多视点图像中包含的多个图像各自是分辨率比由上述计测器摄影的上述图像高的图像;

在上述生成步骤中,对于上述多个第1三维位置中的各个第1三维位置,使用上述第1位置关系及上述多视点图像,将与该第1三维位置对应的上述第1颜色信息变更为基于与该第1三维位置对应的上述多视点图像的像素的第2颜色信息,由此生成上述第2三维模型。

7. 如权利要求4~6中任一项所述的三维模型生成方法,

在上述生成步骤中,使用上述第1位置关系及上述多视点图像,插值计算在上述多个第1三维位置中包含的两个以上的位置之间的上述计测对象上的第2三维位置,由此生成包括上述多个第1三维位置和插值计算出的上述第2三维位置的上述第2三维模型。

8. 如权利要求4~7中任一项所述的三维模型生成方法,

在上述生成步骤中,检测上述第1位置信息的缺失部,使用上述第1位置关系及上述多视点图像,插值计算在检测出的上述缺失部中的上述计测对象上的第3三维位置,由此生成包括上述多个第1三维位置和插值计算出的上述第3三维位置的上述第2三维模型。

9. 如权利要求1所述的三维模型生成方法,

在上述生成步骤中,

使用上述多视点图像生成第3三维模型;

通过使用上述第1三维模型将上述第3三维模型高精细化,生成上述第2三维模型。

10. 如权利要求2或3所述的三维模型生成方法,

还包括取得被确定了与上述第1三维模型之间的第2位置关系的确定图像、和上述第2位置关系的第3取得步骤;

在上述生成步骤中,

使用上述多视点图像及上述确定图像生成第3三维模型;

使用上述第3三维模型和上述第2位置关系,确定上述第1三维模型与上述多视点图像之间的第1位置关系;

通过使用所确定的上述第1位置关系及上述多视点图像将上述第1三维模型高精细化,生成上述第2三维模型。

11. 一种信息处理装置,

具备:

第1取得部,取得第1三维模型,上述第1三维模型是由发出电磁波并取得上述电磁波被计测对象反射的反射波的计测器生成的第1三维模型,并且上述第1三维模型具有表示上述计测对象上的多个第1三维位置的第1位置信息;

第2取得部,取得由1个以上的相机将上述计测对象从不同的多个视点摄影的多视点图像;以及

生成部,基于上述多视点图像和上述第1三维模型,生成上述计测对象的第2三维模型。

12. 一种程序,用来使计算机执行三维模型生成方法,

上述三维模型生成方法包括:

第1取得步骤,取得第1三维模型,上述第1三维模型是由发出电磁波并取得上述电磁波被计测对象反射的反射波的计测器生成的第1三维模型,并且上述第1三维模型具有表示上述计测对象上的多个第1三维位置的第1位置信息;

第2取得步骤,取得由1个以上的相机将上述计测对象从不同的多个视点摄影的多视点图像;以及

生成步骤,基于上述多视点图像和上述第1三维模型,生成上述计测对象的第2三维模型。

三维模型生成方法、信息处理装置及程序

技术领域

[0001] 本发明涉及三维模型生成方法、信息处理装置及程序。

背景技术

[0002] 在专利文献1中,公开了使用三维激光扫描器取得三维形状的三维形状计测装置。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2015-87319号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的课题

[0007] 对于三维模型的生成处理,希望关于三维模型的生成处理的改善。

[0008] 本发明的目的是提供一种实现关于三维模型的生成处理的改善的三维模型生成方法等。

[0009] 用来解决课题的手段

[0010] 有关本发明的一技术方案的三维模型生成方法,是由信息处理装置执行的三维模型生成方法,包括:第1取得步骤,取得第1三维模型,上述第1三维模型是由发出电磁波并取得上述电磁波被计测对象反射的反射波的计测器生成的第1三维模型,并且上述第1三维模型具有表示上述计测对象上的多个第1三维位置的第1位置信息;第2取得步骤,取得由1个以上的相机将上述计测对象从不同的多个视点摄影的多视点图像;以及生成步骤,基于上述多视点图像和上述第1三维模型,生成上述计测对象的第2三维模型。

[0011] 此外,有关本发明的一技术方案的信息处理装置具备:第1取得部,取得第1三维模型,上述第1三维模型是由发出电磁波并取得上述电磁波被计测对象反射的反射波的计测器生成的第1三维模型,并且上述第1三维模型具有表示上述计测对象上的多个第1三维位置的第1位置信息;第2取得部,取得1个以上的相机将上述计测对象从不同的多个视点由摄影的多视点图像;以及生成部,基于上述多视点图像和上述第1三维模型,生成上述计测对象的第2三维模型。

[0012] 另外,本发明也可以作为使计算机执行上述三维模型生成方法中包含的步骤的程序实现。此外,本发明也可以作为记录有该程序的能够由计算机读取的CD-ROM等的非暂态的记录介质实现。此外,本发明也可以作为表示该程序的信息、数据或信号实现。并且,也可以将这些程序、信息、数据及信号经由因特网等的通信网络分发。

[0013] 发明效果

[0014] 根据本发明,能够提供实现关于三维模型的生成处理的改善的三维模型生成方法等。

附图说明

- [0015] 图1是用来说明有关实施方式的三维模型生成方法的概要的图。
- [0016] 图2是表示有关实施方式的三维模型生成装置的特征性的结构的框图。
- [0017] 图3是用来说明计测器的结构的图。
- [0018] 图4是表示三维模型生成装置的动作的一例的流程图。
- [0019] 图5是表示生成步骤的详细处理的一例的流程图。
- [0020] 图6是表示轴适配处理的详细处理的一例的流程图。
- [0021] 图7是仅表示三维重建的机制的图。
- [0022] 图8是用来说明使用多视点图像计算三维位置的方法的图。
- [0023] 图9是表示两张图像间的特征点对的核线约束的图。
- [0024] 图10是用来说明相机参数的推断方法及第3三维模型的生成方法的图。
- [0025] 图11是用来说明匹配处理的第1方法的图。
- [0026] 图12是用来说明匹配处理的第2方法的图。
- [0027] 图13是表示高精细化处理的第1方法的流程图。
- [0028] 图14是用来说明高精细化处理的第1方法的图。
- [0029] 图15是表示高精细化处理的第2方法的流程图。
- [0030] 图16是用来说明高精细化处理的第2方法的图。
- [0031] 图17是表示高精细化处理的第3方法的流程图。
- [0032] 图18是用来说明高精细化处理的第3方法的图。

具体实施方式

[0033] (达成本发明的经过)

[0034] 在专利文献1等那样的以往技术中,通过使用TOF(飞行时间法,Time OfFlight)方式或相位差方式的三维激光计测器,进行文化遗产或基础设施构造物等的计测对象的三维计测。由三维激光计测器生成的三维模型包括将计测对象的三维形状由三维点的集合表示的三维点群数据。此外,该三维模型在三维激光计测器中内置有相机的情况下,还基于由相机摄影的图像而包含表示各三维点处的计测对象的颜色信息。

[0035] 在计测对象为文化遗产等需要再现性较高的三维数字化的情况下,使用能够取得高密度的三维点群的固设型三维激光计测器(例如3D扫描仪)。此外,在道路基础设施等需要大范围的三维数字化的情况下,使用能够高速地取得三维点群的移动型三维激光计测器(例如LiDAR)。

[0036] 在这样的三维激光计测器中,为了取得高精度且高密度的三维点群而需要较多的时间。此外,由于由内置在三维激光计测器中的相机摄影的图像与高精度且高密度的三维点相比不具有充分的分辨率,所以与各三维点对应的颜色信息的精度并不充分。

[0037] 此外,三维激光计测器由于以放射状照射激光,所以越是远离计测对象,作为计测对象的计测结果得到的三维点群的密度越小。由此,为了取得高密度的三维点群,需要从距计测对象较近的位置进行计测。因此,为了取得高密度的三维点群,计测对象的尺寸越大,越需要从计测对象的周围的较多的位置进行计测。但是,由于三维激光计测器重量较大、搬运不便,所以为了将三维激光计测器设置到计测对象的较多的位置而需要更多的时间。此

外,即使在使用多台三维激光计测器的情况下,也需要多台的使多台三维激光计测器移动的机构。这样,难以使用三维激光计测器取得高精度且高密度的三维点群。

[0038] 此外,作为生成三维模型的其他以往技术,已知有使用由将被摄体从多个视点用相机摄像的多视点图像的方法。由在该以往技术中使用的相机摄影的图像通常是比由内置在维激光计测器中的相机摄影的图像高的分辨率。即,由在该以往技术中使用的相机摄影的图像,关于被摄体的颜色信息是高精细(高精度)的。此外,在该以往技术中,有使用通过一边使相机移动一边将被摄体连续摄影而得到的多视点图像的情况。这样的连续摄影与反复进行三维激光计测器的移动和计测相比处理时间较短。此外,在该以往技术中使用的相机与三维激光计测器相比可移动性较高。例如,能够将相机设置到在地上移动的移运动体或飞行体。因而,在该以往技术中使用的相机由于可移动性较高,所以能够将摄体从每一个方向摄影。此外,基于多视点图像生成三维模型的该以往技术对于激光难以反射的被摄体也能够精度较高地生成三维模型。

[0039] 所以,在本发明中,提供一种实现关于三维模型的生成处理的改善的三维模型生成方法等。

[0040] 有关本发明的一技术方案的三维模型生成方法,是由信息处理装置执行的三维模型生成方法,包括:第1取得步骤,取得第1三维模型,上述第1三维模型是由发出电磁波并取得上述电磁波被计测对象反射的反射波的计测器生成的第1三维模型,并且上述第1三维模型具有表示上述计测对象上的多个第1三维位置的第1位置信息;第2取得步骤,取得由1个以上的相机将上述计测对象从不同的多个视点摄影的多视点图像;以及生成步骤,基于上述多视点图像和上述第1三维模型,生成上述计测对象的第2三维模型。

[0041] 例如,在计测器中内置有相机、并且在第1三维模型中包含有表示计测对象的颜色信息的情况下,如果使用分辨率比该内置相机高的1个以上的相机,则能够使用多视点图像的颜色信息将第1三维模型包含的颜色信息高精细化而生成第2三维模型。此外,例如如果仅将关于位置信息被要求较高的精度的计测对象的部分使用计测器三维模型化,通过使用多视点图像将计测对象的其他部分三维模型化而生成第2三维模型,则与将计测对象的整体用计测器三维模型化相比能够缩短处理时间。此外,即使有例如电磁波难以反射的计测对象上的部分,也能够通过在根据多视点图像计算出的三维位置处进行插值计算来生成第2三维模型。此外,例如也可以基于多视点图像生成第3三维模型,通过将表示第3三维模型包含的计测对象的多个位置的第2位置信息用第1位置信息高精细化,来生成上述计测对象的第2三维模型。

[0042] 通过这样将计测器的优点与相机的优点组合,有关本发明的一技术方案的信息处理方法能够实现关于三维模型的生成处理的改善。

[0043] 另外,本发明的颜色信息的高精细化,表示使用高分辨率图像的高精度化,但并不是使用扩大了摄影区域(像角)的高分辨率图像。例如,本发明的颜色信息的高精细化,是将三维模型分割为多个区域,在对各区域分配了颜色信息的情况下,通过使该区域的数量增加,以更细小的单位来分配颜色信息。

[0044] 此外,本发明的位置信息的高精细化,表示使能够用三维模型表现的位置成为高密度,具体而言,是使三维模型表示的计测对象上的位置的数量增加。进而,本发明的位置信息的高精细化,表示提高三维模型表示的计测对象上的位置的正确度。

[0045] 在本发明中,三维模型的高精细化表示颜色信息的高精细化及位置信息的高精细化的至少一方。

[0046] 此外,也可以是,在上述生成步骤中,使用上述多视点图像生成第3三维模型;通过将上述第1三维模型的三维坐标轴与上述第3三维模型的三维坐标轴适配,确定上述第1三维模型与上述多视点图像之间的第1位置关系;通过使用所确定的上述第1位置关系及上述多视点图像将上述第1三维模型高精细化,生成上述第2三维模型。

[0047] 因此,由于使用被确定了与第1三维模型之间的第1位置关系的多视点图像将第1三维模型高精细化,所以能够更有效地将第1三维模型高精细化。

[0048] 此外,也可以是,在上述生成步骤中,对于上述多个第1三维位置中的各个第1三维位置,使用上述第1位置关系及上述多视点图像,作为与该第1三维位置对应的颜色信息而附加基于与该第1三维位置对应的上述多视点图像的像素的第2颜色信息,由此生成上述第2三维模型。

[0049] 因此,能够使用被确定了与第1三维模型之间的位置关系的多视点图像,对第1三维模型附加高精度的颜色信息。

[0050] 此外,上述第1三维模型还具有使用摄影有上述计测对象的图像生成并表示上述多个第1三维位置各自的上述计测对象的颜色第1颜色信息;上述多视点图像中包含的多个图像各自是分辨率比由上述计测器摄影的上述图像高的图像;在上述生成步骤中,对于上述多个第1三维位置中的各个第1三维位置,使用上述第1位置关系及上述多视点图像,将与该第1三维位置对应的上述第1颜色信息变更为基于与该第1三维位置对应的上述多视点图像的像素的第2颜色信息,由此生成上述第2三维模型。

[0051] 因此,能够使用被确定了与第1三维模型之间的第1位置关系的多视点图像,将第1三维模型的第1颜色信息变更为比第1颜色信息高精度的第2颜色信息。

[0052] 此外,也可以是,在上述生成步骤中,使用上述第1位置关系及上述多视点图像,插值计算在上述多个第1三维位置中包含的两个以上的位置之间的上述计测对象上的第2三维位置,由此生成包括上述多个第1三维位置和插值计算出的上述第2三维位置的上述第2三维模型。

[0053] 由此,能够使用被确定了与第1三维模型之间的第1位置关系的多视点图像,插值计算第1三维模型的两个以上的第1三维位置之间的三维位置。由此,能够生成使第1三维模型高密度化的第2三维模型。

[0054] 此外,也可以是,在上述生成步骤中,检测上述第1位置信息的缺失部,使用上述第1位置关系及上述多视点图像,插值计算在检测出的上述缺失部中的上述计测对象上的第3三维位置,由此生成包括上述多个第1三维位置和插值计算出的上述第3三维位置的上述第2三维模型。

[0055] 由此,即使是在计测器的计测时因掩蔽等而在第1三维模型中出现了缺失部的情况,也能够使用被确定了与第1三维模型之间的第1位置关系的多视点图像,插值计算第1三维模型的缺失部的三维位置。

[0056] 此外,也可以是,在上述生成步骤中,使用上述多视点图像生成第3三维模型;通过使用上述第1三维模型将上述第3三维模型高精细化,生成上述第2三维模型。

[0057] 此外,还包括取得被确定了与上述第1三维模型之间的第2位置关系的确定图像和

上述第2位置关系的第3取得步骤;在上述生成步骤中,使用上述多视点图像及上述确定图像生成第3三维模型;使用上述第3三维模型和上述第2位置关系,确定上述第1三维模型与上述多视点图像之间的第1位置关系;通过使用所确定的上述第1位置关系及上述多视点图像将上述第1三维模型高精细化,生成上述第2三维模型。

[0058] 由此,通过与多视点图像一起也使用已经被确定与计测器之间的第2位置关系的确定图像生成第3三维模型,能够容易地确定第1三维模型与多视点图像之间的第1位置关系。

[0059] 此外,有关本发明的一技术方案的信息处理装置具备:第1取得部,取得第1三维模型,上述第1三维模型是由发出电磁波并取得上述电磁波被计测对象反射的反射波的计测器生成的第1三维模型,并且上述第1三维模型具有表示上述计测对象上的多个第1三维位置的第1位置信息;第2取得部,取得由1个以上的相机将上述计测对象从不同的多个视点摄影的多视点图像;以及生成部,基于上述多视点图像和上述第1三维模型,生成上述计测对象的第2三维模型。

[0060] 通过将计测器的优点与相机的优点组合,有关本发明的一技术方案的信息处理装置能够实现关于三维模型的生成处理的改善。

[0061] 另外,本发明也可以作为使计算机执行上述三维模型生成方法中包含的步骤的程序实现。此外,本发明也可以作为记录有该程序的能够由计算机读取的CD-ROM等的非暂态的记录介质实现。此外,本发明也可以作为表示该程序的信息、数据或信号实现。并且,也可以将这些程序、信息、数据及信号经由因特网等的通信网络分发。

[0062] 以下,使用附图对有关本发明的三维模型生成方法等的各实施方式详细地进行说明。另外,以下说明的各实施方式都表示本发明的一具体例。因而,在以下的各实施方式中表示的数值、形状、材料、构成要素、构成要素的配置及连接形态、步骤、步骤的顺序等是一例,不是限定本发明的意思。

[0063] 此外,各图是示意图,并不一定严密地图示。此外,在各图中,对于实质上相同的结构赋予相同的标号,有将重复的说明省略或简略化的情况。

[0064] (实施方式)

[0065] [概要]

[0066] 首先,一边参照图1一边对有关实施方式的三维模型生成方法的概要进行说明。

[0067] 图1是用来说明有关实施方式的三维模型生成方法的概要的图。

[0068] 在三维模型生成方法中,如图1所示,根据使用计测器100及多个相机101在不同的多个视点摄影的多个图像生成计测对象500的三维模型。计测对象500例如也可以是建筑物、基础设施构造物等的静止物体。此外,计测对象500也可以在静止物体以外还包括运动体。运动体例如在计测对象500存在的空间是道路上的空间的情况下,是在该空间内移动的人或车。此外,运动体例如在计测对象500存在的空间是运动的竞技场的情况下,是运动的竞技者、该竞技者拥有的运动用具、观众等。另外,计测对象500也可以不仅包括特定的对象物,还包括风景等。在图1中,例示了计测对象500是建筑物的情况。

[0069] 图2是表示有关实施方式的三维模型生成装置的特征性的结构的框图。图3是用来说明计测器的结构的图。

[0070] 三维模型生成系统400如图2所示,具备计测器100、多个相机101和三维模型生成

装置200。

[0071] (计测器)

[0072] 计测器100通过发出电磁波并且取得所发出的电磁波被计测对象500反射的反射波,生成第1三维模型。具体而言,计测器100计测所发出的电磁波从被发出到在计测对象500处反射而回到计测器100的时间,使用所计测的时间和电磁波的波长,计算计测器100与计测对象500的表面上的点之间的距离。计测器100从计测器100的基准点向预先设定的放射状的多个方向发出电磁波。例如,计测器100绕水平方向以第1角度间隔发出电磁波,绕垂直方向以第2角度间隔发出电磁波。因此,计测器100通过检测计测器100周围的多个方向各自的与计测对象500之间的距离,能够计算计测对象500上的多个点的三维坐标。由此,计测器100能够计算表示处于计测器100的周围的计测对象500上的多个第1三维位置的第1位置信息,能够生成具有第1位置信息的第1三维模型。第1位置信息也可以是包括表示多个第1三维位置的多个第1三维点的第1三维点群。

[0073] 在本实施方式中,计测器100如图3所示,是具有照射作为电磁波的激光的激光照射部111和将所照射的激光被计测对象500反射来的反射光受光的激光受光部112的三维激光计测器。计测器100通过使具备激光照射部111及激光受光部112的单元以不同的两轴旋转或摆动、或在照射或受光的激光的路径上设置以两轴进行摆动的可动式的反射镜(MEMS(微机电系统, Micro Electro Mechanical Systems)反射镜),用激光对计测对象500上进行扫描。由此,计测器100能够生成计测对象500的高精度且高密度的第1三维模型。另外,这里生成的第1三维模型例如是世界坐标系中的三维模型。

[0074] 计测器100例示了通过照射激光来计测与计测对象500之间的距离的三维激光计测器,但并不限于此,也可以是通过射出毫米波来计测与计测对象500之间的距离的毫米波雷达计测器。

[0075] 此外,计测器100也可以生成具有第1颜色信息的第1三维模型。第1颜色信息是使用由计测器100摄影的图像生成的颜色信息,是表示第1三维点群中包含的多个第1三维点各自的颜色的颜色信息。

[0076] 具体而言,计测器100也可以内置将处于计测器100的周围的计测对象500摄影的相机。计测器100内置的相机将包括计测器100照射的激光的照射范围的区域摄影。此外,将由相机摄影的摄影范围与照射范围预先建立了对应。具体而言,将由计测器100照射激光的多个方向和由相机摄影的图像中的各像素预先建立对应,计测器100作为表示第1三维点群中包含的多个第1三维点各自的颜色的第1颜色信息而设定与该第1三维点的方向建立了对应的图像的像素值。

[0077] 这样,由计测器100生成的计测对象500的第1三维模型例如由表示计测对象500上(计测对象500的表面)的多个计测点各自的第1三维位置的第1三维点的集合表示。三维点的集合可以说是三维点群。三维点群的各三维点表示的第1三维位置例如通过由XYZ轴构成的三维坐标空间的由X成分、Y成分、X成分构成的三值信息的三维坐标表示。另外,第1三维模型也可以不仅包含三维坐标,还包含表示各点的颜色的第1颜色信息、或表示各点及其周边的表面形状的形状信息。第1颜色信息例如既可以由RGB的颜色空间表示,也可以由HSV、HLS、YUV等的其他的颜色空间表示。

[0078] 计测器100为了能够将所生成的第1三维模型向三维模型生成装置200输出,既可

以通过有线通信或无线通信与三维模型生成装置200直接连接,或者也可以经由通信设备或服务器等的未图示的中枢与三维模型生成装置200间接地连接。

[0079] 此外,计测器100也可以在多个计测位置各自生成计测器100的周围的计测对象500的第1三维模型。在此情况下,计测器100既可以将所生成的多个第1三维模型向三维模型生成装置200输出,也可以通过将多个第1三维模型用世界坐标系合并而生成1个第1三维模型,将合并后的1个第1三维模型向三维模型生成装置200输出。

[0080] 此外,第1三维模型其计测对象500上的计测点501的位置由三维点群表示,但并不限于此,也可以由具有将从计测器100到计测点501的距离信息作为像素值的深度图像表示。深度图像的各像素的像素值也可以除了距离信息以外还包含表示计测对象500的颜色信息。

[0081] (多个相机)

[0082] 多个相机101是将计测对象500摄影的多个摄像装置。多个相机101各自将计测对象500摄影,将摄影得到的多个帧向三维模型生成装置200输出。此外,多个相机101从相互不同的视点将相同的计测对象500摄影。帧换言之是图像。由各相机101摄影的图像是分辨率比由计测器100摄影的图像高的图像。另外,各相机101也可以不是分辨率比内置在计测器100中的相机高的相机,只要是能够相对于计测对象500的尺寸以比计测器100的相机多的像素进行摄影的相机即可。由各相机101摄影的图像其将计测对象500二维投影的情况下的每单位面积的像素数比由计测器100的相机摄影的图像多。因此,通过由各相机101摄影的图像得到的计测对象500的特定的点处的颜色信息的精度比通过由计测器100的相机摄影的图像得到的计测对象500的特定的点处的颜色信息的精度高。

[0083] 另外,假设三维模型生成系统400具备多个相机101,但并不限于此,也可以具备1台相机101。例如,在三维模型生成系统400中,也可以一边使1台相机101移动一边使1台相机101将存在于实空间上的计测对象500摄影,以生成包含视点相互不同的多个帧的多视点图像。多个帧分别是由相机101的位置及姿势的至少一方相互不同的相机101摄影(生成)的帧。

[0084] 此外,各相机101既可以是生成二维图像的相机,也可以是具备生成三维模型的三维计测传感器的相机。在本实施方式中,多个相机101分别是生成二维图像的相机。

[0085] 多个相机101为了能够将分别摄影的帧向三维模型生成装置200输出,既可以通过有线通信或无线通信与三维模型生成装置200直接连接,或者也可以经由通信设备或服务器等的未图示的中枢与三维模型生成装置200间接地连接。

[0086] 另外,也可以将由多个相机101分别摄影的帧实时地向三维模型生成装置200输出。此外,也可以将帧暂且记录到存储器或云服务器等的外部存储装置中之后,从这些外部存储装置向三维模型生成装置200输出。

[0087] 此外,多个相机101既可以分别是监视相机等的固定相机,也可以是摄像机、智能电话或可穿戴相机等的移动相机,也可以是带有摄影功能的无人机等的移动相机。多个相机101只要分别是通过发出电磁波并且接收反射波来进行计测的结构,是怎样的都可以。

[0088] 此外,各相机101也可以是将比计测器100内置的相机高分辨率的图像摄影的相机。各相机101摄影的图像的像素数也可以比计测器100一次能够计测的三维点群的数量多。

[0089] (三维模型生成装置)

[0090] 三维模型生成装置200从计测器100取得第1三维模型。此外,三维模型生成装置200通过从多个相机101分别取得多个帧,取得将计测对象500从不同的多个视点摄影的多视点图像。并且,三维模型生成装置200通过使用多视点图像将第1三维模型高精细化而生成第2三维模型。另外,多个视点分别既可以与由计测器100得到的计测位置(计测时的计测器100的位置)相同也可以不同。换言之,由多个相机101进行的摄影时的多个视点既可以与由计测器100的内置相机进行的摄影时的某个视点相同也可以不同。

[0091] 三维模型生成装置200例如至少具备具有控制程序、执行该控制程序的处理器或逻辑电路等的处理电路、存储该控制程序的内部存储器或可访问的外部存储器等的记录装置的计算机系统。三维模型生成装置200是信息处理装置。三维模型生成装置200的各处理部的功能既可以由软件实现,也可以由硬件实现。

[0092] 此外,三维模型生成装置200也可以预先存储相机参数。此外,多个相机101也可以与三维模型生成装置200通过无线或有线可通信地连接。

[0093] 此外,也可以将相机101所摄影的多个帧向三维模型生成装置200直接输出。在此情况下,相机101例如既可以通过有线通信或无线通信与三维模型生成装置200直接连接,或者也可以经由通信设备或服务器等的未图示的中枢与三维模型生成装置200间接地连接。

[0094] 一边参照图2一边对三维模型生成装置200的结构的情况进行说明。

[0095] 三维模型生成装置200具备接收部201、存储部202、取得部203、生成部204和输出部205。

[0096] 接收部201从计测器100接收第1三维模型。接收部201从多个相机101接收多个帧(即,多视点图像)。接收部201将接收到的第1三维模型和多个帧向存储部202输出。接收部201将第1三维模型的位置信息分割或将其一部分切割出,将包括分割出或切割出的一部分的位置信息的三维模型向存储部202输出,存储到存储部202中。另外,接收部201也可以经由其他信息处理装置从计测器100接收第1三维模型。同样,接收部201也可以经由其他的信息处理装置从多个相机101接收多个帧。

[0097] 接收部201例如是用来与计测器100及多个相机101通信的通信接口。在三维模型生成装置200与计测器100及多个相机101无线通信的情况下,接收部201例如具备天线和无线通信电路。或者,在三维模型生成装置200与计测器100及多个相机101有线通信的情况下,接收部201例如具备与通信线连接的连接器和有线通信电路。接收部201是第1取得部及第2取得部的一例。这样,第1取得部及第2取得部既可以由1个处理部实现,也可以由分别独立的两个处理部实现。

[0098] 存储部202存储由接收部201接收到的第1三维模型及多个帧。存储部202也可以存储三维模型生成装置200具备的处理部的处理结果。存储部202例如也可以存储三维模型生成装置200具备的各处理部执行的控制程序。存储部202例如由HDD(硬盘驱动器,Hard Disk Drive)、闪存存储器等实现。

[0099] 取得部203从存储部202取得存储在存储部202中的第1三维模型及多个帧,向生成部204输出。

[0100] 另外,三维模型生成装置200也可以不具备存储部202及取得部203。在此情况下,

接收部201也可以将从计测器100接收到的第1三维模型及从多个相机101接收到的多个帧向生成部204输出。

[0101] 生成部204通过使用多视点图像将第1三维模型的位置信息及颜色信息的至少一方高精细化,生成比第1三维模型高精度且高密度的第2三维模型。关于生成部204的具体的处理在后面叙述。

[0102] 输出部205将由生成部204生成的第2三维模型向外部装置发送。输出部205例如具备用来与未图示的显示器等的显示装置通过有线或无线可通信地连接的天线、通信电路、连接器等。输出部205通过将统合后的三维模型向该显示装置输出,使该显示装置显示三维模型。

[0103] [三维模型生成装置的动作]

[0104] 接着,使用图4对三维模型生成装置200的动作进行说明。图4是表示三维模型生成装置的动作的一例的流程图。

[0105] 首先,在三维模型生成装置200中,接收部201从计测器100接收第1三维模型,从多个相机101接收多个帧(即,多视点图像)(S101)。步骤S101是第1取得步骤及第2取得步骤的一例。另外,接收部201也可以不将第1三维模型和多视点图像在1个时点接收,而将其分别在不同的时点接收。即,第1取得步骤及第2取得步骤既可以在相同的时点进行,也可以在不同的时点进行。

[0106] 接着,存储部202将由接收部201接收到的第1三维模型及多视点图像存储(S102)。

[0107] 接着,取得部203取得存储在存储部202中的第1三维模型及多视点图像,将所取得的第1三维模型及多视点图像向生成部204输出(S103)。

[0108] 生成部204通过使用由取得部203取得的多视点图像将第1三维模型的位置信息及颜色信息的至少一方高精细化,生成比第1三维模型高精度且高密度的第2三维模型(S104)。步骤S104是生成步骤的一例。

[0109] 接着,输出部205将在生成部204中生成的第2三维模型输出(S105)。

[0110] 接着,使用图5对三维模型生成装置200的生成部204的处理(S104)进行说明。图5是表示生成步骤的详细的一例的流程图。

[0111] 生成部204确定作为第1三维模型与多视点图像之间的位置关系的第1位置关系(S111)。即,生成部204将摄影了多视点图像中包含的各图像时的相机101的在第1三维模型的三维坐标轴中的位置及姿势确定为第1位置关系。摄影时的相机101的位置是所摄影的图像的视点,摄影时的相机101的姿势是该相机101的光轴的方向即摄影方向。相机101的位置及姿势是相机101的外部参数。轴适配处理的详细情况在后面叙述。

[0112] 接着,生成部204使用所确定的第1位置关系及多视点图像,将第1三维模型的第1位置信息及第1颜色信息的至少一方高精细化(S112)。生成部204具体而言,也可以通过将第1三维模型的第1颜色信息变更为精度比第1颜色信息高的第2颜色信息,将第1三维模型的颜色信息高精度化。此外,生成部204也可以插值计算第1三维模型的多个第1三维位置中包含的两个位置之间的计测对象500上的第2三维位置。当然,生成部204也可以插值计算3以上的位置之间的计测对象500上的第2三维位置。此外,生成部204也可以检测第1位置信息的缺失部,插值计算检测出的缺失部处的计测对象500上的第3三维位置。

[0113] 接着,使用图6说明由生成部204进行的轴适配处理(S111)。图6是表示轴适配处理

的详细的处理的一例的流程图。

[0114] 生成部204使用多视点图像生成第3三维模型(S121)。在本发明中,将使用多视点图像生成的三维模型称作第3三维模型。另外,生成部204在第3三维模型的生成中,既可以生成包含仅计测对象500的轮廓部分的三维点群的三维模型作为第3三维模型,也可以生成包含计测对象500的轮廓部分及计测对象500的周围的物体的三维点群的三维模型作为第3三维模型。

[0115] 这里,定义使用由本发明的相机101得到的多视点图像的第3三维模型的生成(即,三维重建)。将用1台以上的相机以不同的多个视点将存在于实空间上的计测对象500摄影的图像称作多视点图像。多视点图像既可以是包括通过一边使1台以上的相机移动一边将运动图像像摄影而得到的多个帧的图像群,也可以是包括通过用1台以上的相机从多个位置摄像而得到的多个静止图像的图像群,也可以是包括通过用设置在多个位置的多个固定相机进行摄影而得到的多个静止图像的图像群。此外,也可以是这些图像群中的两个以上的图像群的组合的图像群。即,多视点图像包括将同一个计测对象500从不同的视点摄影的多个二维图像。将使用该多视点图像在三维空间中重建计测对象500称作三维重建。或者,将使用多视点图像在三维空间中生成计测对象500称作三维模型生成。

[0116] 图7是表示三维重建的机制的图。

[0117] 生成部204使用相机参数将图像面的点重建在世界坐标系中。将被重建在三维空间中的计测对象500称作三维模型。计测对象500的三维模型例如由表示映照在多视点图像中的计测对象500上(计测对象500的表面)的多个计测点各自的第3三维位置的第3三维点的集合表示。三维点的集合是指三维点群。三维点群的各三维点表示的三维位置例如通过由XYZ轴构成的三维坐标空间的由X成分、Y成分、X成分构成的三值信息的三维坐标表示。另外,三维模型也可以不仅包括三维坐标,还包括表示各点的颜色或各点及其周边的表面形状的信息。

[0118] 此时,生成部204既可以预先取得各相机的相机参数,也可以与三维模型的制作同时推断。相机参数包括包含相机的焦点距离及图像中心等内部参数和表示相机的三维位置及朝向的外部参数。

[0119] 图7表示代表性的针孔相机模型的例子。在该模型中,不考虑相机的透镜畸变。在考虑透镜畸变的情况下,生成部204使用将图像面坐标中的点的位置通过畸变模型标准化的修正位置。

[0120] 生成部204为了实际计算三维位置,在多视点图像之中,使用相机参数被确定的视点中的不同的两个以上的图像。使用图8对三维位置的计算方法进行说明。图8是用来说明使用多视点图像计算三维位置的方法的图。

[0121] 生成部204将多视点图像中的1张设定为基准图像512,将其他图像设定为参照图像511、513。生成部204使用多视点图像计算与基准图像512的各像素对应的三维点。具体而言,生成部204确定多视点图像间的各像素的对应关系,通过使用处于所确定的对应关系的像素和相机参数进行三角测量,计算从各视点到计测对象500的距离。生成部204在对于基准图像512的各像素执行处理的情况下,从参照图像511、513中探索与处理对象的像素522对应的像素。生成部204如果从参照图像511、513取得与像素522对应的像素521、523,则能够基于将多视点图像的各图像摄影的相机的位置及朝向(姿势)通过三角测量来计算计测

点501的三维位置。另外,将多视点图像的各图像摄影的相机的位置及朝向(姿势)由相机参数中的外部参数表示。

[0122] 参照图像的数量越增加,对于基准图像512的1个像素的三角测量的次数越增加,所以计测点501的三维位置的精度越提高。例如,即使是相同的计测点501的三维位置,使用图8的基准图像512及参照图像511的三维点和使用基准图像512及参照图像513的三维点也会位置稍稍不同。因此,与采用仅某一方的三维点计算1个计测点501的三维位置的情况相比,使用两个以上的三维点计算1个计测点501的三维位置时精度提高。例如,生成部204通过计算多个计测点501的三维点的候选、根据其平均点及离差状况进行推断的方法,最终计算高精度的计测点501的三维点。

[0123] 图9是表示两张图像间的特征点对的核线约束的图。

[0124] 说明在设图像531中的将三维空间上的三维点M摄像的二维点m为特征点时,根据图像532利用核线约束求出与该二维点m对应的特征点的例子。首先,使用各相机的外部参数,求出将图像531摄像的相机的光学中心C和将图像532摄像的相机的光学中心C'。接着,使用相机的光学中心C和二维点m的图像531中的坐标,计算经过光学中心C及二维点m的三维空间上的直线533。接着,使用直线533和将图像532摄像的相机的外部参数,在图像532上计算作为与直线533对应的线的核线534。接着,通过对图像532中的核线534上的特征点进行三角测量,能够得到三维点候选。即,能够将处于核线534上的全部的特征点作为用来确定与直线533上的二维点m对应的二维点m'的候选点。

[0125] 图10是用来说明相机参数的推断方法及第3三维模型的生成方法的图。

[0126] 在相机参数的推断方法及第3三维模型的生成方法中,利用使用图9说明的核线约束,计算世界坐标系 O_w 中的相机的坐标及姿势,进而计算由相机摄影的图像上的点的世界坐标系 O_w 中的三维位置。说明相机的内部参数为已知、使用3个帧(图像541、图像542及图像543)推断相机的外部参数而生成计测对象500的第3三维模型的例子。

[0127] 为了取得各相机的相机参数,需要计算以0为原点的世界坐标系中的相机的旋转矩阵 R_1 、 R_2 、 R_3 及平移向量 T_1 、 T_2 、 T_3 。首先,叙述计算将图像541和图像542摄像的相机的旋转矩阵及平移向量的方法。当图像541上的点 $m_1 = (u_1, v_1, 1)$ 与图像542上的点 m_2 对应时,在两者间满足(式1)的核线方程式成立。

[0128] [数式1]

$$[0129] \quad m_1^T F m_2 = 0 \quad (\text{式1})$$

[0130] 这里,将F称作Fundamental matrix(基础矩阵,F矩阵)。生成部204使用各相机的内部参数K,通过(式2)所示的变换式,能够将各个点作为各相机坐标系的点 $m_1 = (x_1, y_1, z_1)$ 及 $m_2 = (x_2, y_2, z_2)$ 而取得。核线方程式可以如(式3)那样改写。

[0131] [数式2]

$$[0132] \quad \tilde{m} = K m \quad (\text{式2})$$

[0133] [数式3]

$$[0134] \quad \tilde{m}_1^T E \tilde{m}_2 = 0 \quad (\text{式3})$$

[0135] 这里,将E称作Essential matrix(本征矩阵,E矩阵)。生成部204能够使用多个对应点计算E矩阵的各要素。此外,生成部204也可以在使用多个图像间的点 m_1 及 m_2 那样的对应点而计算出F矩阵的各要素之后,通过(式4)的变换式取得E矩阵。

[0136] $E=K^{-1}FK$ (式4)

[0137] 生成部204通过将E矩阵分解,能够在世界坐标系中取得从图像541向图像542的旋转矩阵及平移向量。在世界坐标系中的第1相机的位置及第1相机相对于世界坐标系的各轴的倾斜已知,的情况下,生成部204能够利用第1相机和第2相机的相对关系取得世界坐标系中的第1相机及第2相机的位置及姿势。生成部204既可以使用影像以外的相机的信息(例如,由相机具备的陀螺仪传感器或加速度传感器等的传感器得到的信息)计算、也可以预先计测世界坐标系中的第1相机的位置及姿势。此外,也可以以第1相机的相机坐标系为世界坐标系来计算其他相机的位置及姿势。

[0138] 另外,在考虑相机的透镜畸变的情况下,生成部204使用畸变模型将图像上的点的位置修正,使用被修正后的位置取得F矩阵或E矩阵。生成部204作为一例而使用(式5)所示的透镜的半径方向的畸变模型等。

[0139] $u_{undistorted} = u(1+k_1r^2+k_2r^4+k_3r^6)$

[0140] $v_{undistorted} = v(1+k_1r^2+k_2r^4+k_3r^6)$

[0141] $r^2 = u^2 + v^2$ (式5)

[0142] 此外,生成部204通过使用图像541和图像542的旋转矩阵及平移向量形成的三角形,能够取得对应点的在世界坐标系上的对应点的三维点M的坐标。

[0143] 此外,上述的几何学的关系能够扩展为3个视点。在对于图像541和图像542追加图像543的情况下,生成部204对于图像542和图像543以及图像541和图像543也分别计算E矩阵,取得各相机间的相对的旋转矩阵及平移向量。生成部204通过将它们统合,能够计算图像543的相机的世界坐标系的旋转矩阵及平移向量。

[0144] 此外,也可以在图像543和图像541、图像543和图像542的各自中根据对应点计算图像543的旋转矩阵及平移向量。详细地讲,在图像541和图像543以及图像542和图像543中求出对应点。这里,假如得到了与图像541上的点 m_1 及图像542上的点 m_2 对应的图像543上的点 m_3 ,则能够取得该对应点的三维点M的坐标,所以能够取得图像543上的点与三维空间内的坐标的对应关系。此时,(式6)成立。

[0145] [数式4]

[0146] $\tilde{m} = Pm$ (式6)

[0147] 这里,将P称作Perspective matrix(投影矩阵,P矩阵)。由于在P矩阵、E矩阵及内部矩阵间(式7)的关系成立,所以生成部204能够取得图像543的E矩阵,由此能够求出旋转矩阵及平移向量。

[0148] $P=KE$ (式7)

[0149] 另外,在内部参数未知的情况下,生成部204也在计算出F矩阵或P矩阵之后,通过在内部矩阵为上三角矩阵、E矩阵是正定值对称矩阵这一制约下将F矩阵及P矩阵分割,能够求出内部矩阵及E矩阵。

[0150] 回到图6的说明。在步骤S121后,生成部204进行第1三维模型与第3三维模型的匹配,计算表示各个坐标轴的标尺、朝向及位置的差异的坐标轴差异信息(S122)。生成部204具体而言,利用第1三维模型中包含的第1位置信息和第3三维模型中包含的第3位置信息,进行确定相互处于对应关系的第1位置信息中的多个第1三维位置及第3位置信息中的多个第3三维位置的匹配。并且,生成部204使用匹配结果,计算第1位置信息与第3位置信息之间

的坐标轴差异信息。坐标轴的标尺的差异例如是第1三维模型与第3三维模型的大小的比。位置的差异例如是与计测对象500的特定的点对应的第1三维模型上的点与第3三维模型上的点的距离的差。朝向的差异例如是与计测对象的特定的方向对应的第1三维模型的特定的朝向与第3三维模型的特定的朝向的差。

[0151] 生成部204在将第1三维模型与第3三维模型匹配的匹配处理中,使用两个方法中的某个方法进行匹配处理。生成部204作为第1方法,进行将第1位置信息的一部分及第3位置信息的一部分中的一方适配于另一方以使第1三维模型的第1位置信息的一部分与第3三维模型的第3位置信息的一部分的误差为最小的匹配处理。此外,生成部204作为第2方法,进行将第1位置信息的一部分及第3位置信息的一部分中的一方适配于另一方以使第1三维模型的第1位置信息的全部与第3三维模型的第3位置信息的全部的误差为最小的匹配处理。生成部204例如也可以在第3三维模型的可靠度呈现比规定的可靠性高的可靠性的情况下通过第1方法进行匹配处理,在第3三维模型的可靠度呈现比规定的可靠性低的可靠性的情况下通过第2方法进行匹配处理。

[0152] 第3三维模型的可靠度也可以使用以下的指标。生成部204在指标的计算中,使用将作为第3三维模型的生成的基础的多视点图像摄影的相机的相机参数,将第3位置信息表示的多个第3三维位置各自向多视点图像的各图像再投影。并且,生成部204计算由作为计算各第3三维位置的基础的各图像上的像素的位置与再投影的像素的位置之间的误差表示的可靠度。计算的可靠度是越小的值,意味着可靠性越高。

[0153] 图11是用来说明匹配处理的第1方法的图。图11的(a)表示由计测器100生成的第1三维模型551,图11的(b)表示使用由多个相机101摄影的多视点图像生成的第3三维模型552。在第1方法中,受理通过手动选择的相互处于对应关系的第1三维模型551中包含的至少3个三维点和第3三维模型552中包含的至少3个三维点。具体而言,三维模型生成装置200经由触控板、键盘、鼠标等的未图示的输入IF从用户受理表示三维点561和三维点571处于对应关系、三维点562和三维点572处于对应关系、三维点563和三维点573处于对应关系的输入。由此,生成部204根据所受理的输入,能够确定第1三维模型551的三维点561~563和第3三维模型552的三维点571~573分别处于对应关系,所以能够计算坐标轴差异信息。

[0154] 图12是用来说明匹配处理的第2方法的图。图12的(a)表示由计测器100生成的第1三维模型551,图12的(b)表示使用由多个相机101摄影的多视点图像生成的第3三维模型552。在第2方法中,生成部204例如使用下述所示的ICP(迭代最近点,Iterative Closest Point)的计算式(式8),通过将一方的坐标轴的标尺、位置及朝向适配于另一方以使第1三维模型551中包含的全部的三维点与第3三维模型552中包含的全部的三维点的误差为最小,计算第1位置信息与第3位置信息之间的坐标轴差异信息。另外,在第2方法中,也可以不计算坐标轴差异信息而将第1三维模型551的三维坐标轴和第3三维模型552的三维坐标轴适配。

[0155] [数式5]

$$[0156] \quad err = \sum_{k=n}^N \|P_{Rn} - sRP_{Tn} - T\|^2 \quad (式8)$$

[0157] 另外,假设生成部204使用第1三维模型551中包含的全部的三维点和第3三维模型552中包含的全部的三维点,但也可以不使用全部的三维点,也可以在整体的规定的比例的

数量的一部分的三维点彼此间进行基于ICP的匹配处理。另外,也可以提取基于再投影误差的可靠度呈现比规定的可靠性高的可靠性的点,使用提取出的三维点进行基于ICP的匹配处理。

[0158] 另外,在生成部204在第3三维模型的生成中使用由计测器100的内置相机摄影的图像或者在与该相机相同的位置处摄影的图像的情况下,由计测器100的内置相机摄影的图像在第1三维模型及第3三维模型中为共通。即,由于即使不进行步骤S122的匹配处理也能够确定第1三维模型及第3三维模型的对应关系,所以也可以不进行步骤S122的匹配处理。

[0159] 即,在此情况下,接收部201取得由计测器100的内置相机摄影的图像或者在与该相机相同的位置处摄影的图像、以及作为第1三维模型与该图像之间的位置关系的第2位置关系。由计测器100的内置相机摄影的图像是被确定了作为与第1三维模型之间的位置关系的第2位置关系的确定图像的一例。确定图像除了由计测器100的内置相机摄影的图像以外,也可以是在与计测器100的内置相机相同的位置处摄影的图像,也可以是从被确定了与计测器100之间的位置关系的位置摄影的图像。生成部204使用多视点图像及确定图像生成第3三维模型。生成部204使用第3三维模型和第2位置关系,确定作为第1三维模型与多视点图像之间的位置关系的第1关系。

[0160] 由此,通过与多视点图像一起也使用已被确定了与计测器之间的第2位置关系的确定图像生成第3三维模型,能够容易地确定第1三维模型与多视点图像之间的第1位置关系。

[0161] 回到图6的说明。在步骤S122后,生成部204使用计算出的坐标轴差异信息,将第1三维模型的坐标轴向第3三维模型的坐标轴变换(S123)。由此,生成部204将第1三维模型的三维坐标轴和第3三维模型的三维坐标轴适配。由此,生成部204能够确定第1三维模型与多视点图像之间的第1位置关系。另外,生成部204也可以将第3三维模型的坐标轴向第1三维模型的坐标轴变换。

[0162] 对由生成部204进行的高精细化处理(S112)的详细情况进行说明。高精细化处理通过以下的3个方法进行。在高精细化处理中,既可以使用3个方法中的某1个,也可以使用两个以上的组合。

[0163] 使用图13及图14对由生成部204进行的高精细化处理(S112)的第1方法进行说明。图13是表示高精细化处理的第1方法的流程图。图14是用来说明高精细化处理的第1方法的图。

[0164] 在第1方法中,生成部204对于第1三维模型中包含的多个第1三维位置,分别使用第1位置关系及多视点图像,将与该第1三维位置对应的第1颜色信息变更为基于与该第1三维位置对应的多视点图像的像素的第2颜色信息。由此,生成部204生成将第1三维模型的颜色信息高精度化的第2三维模型。

[0165] 具体而言,生成部204对于表示第1三维模型551中包含的多个第1三维位置的多个三维点551a,各自进行包括下述的步骤S131及步骤S132的循环1。

[0166] 生成部204将处理对象的第1三维位置的三维点551a向多视点图像的多个图像581~583中在距该第1三维位置最近的位置(视点)被摄影的图像581投影(S131)。由此,生成部204确定作为多视点图像中的在距处理对象的第1三维位置最近的位置被摄影的图像581中

摄影有三维点551a的像素591。

[0167] 另外,设生成部204作为将处理对象的第1三维位置投影的图像在多视点图像中选择在距该第1三维位置最近的位置处被摄影的图像,但并不限于此。生成部204也可以计算处理对象的第1三维位置在第1三维模型中的法线向量,从多视点图像中选择在与计算出的法线向量之间的差最小的摄影方向上被摄影的图像,作为将处理对象的第1三维位置投影的图像。

[0168] 接着,生成部204将该第1三维位置的第1颜色信息变更为由在步骤S131中确定的像素591的像素值表示的第2颜色信息(S132)。

[0169] 此外,生成部204在检测到对于一个像素投影了多个第1三维位置的情况下,也可以将处于距具有该像素的图像被摄影时的相机101的位置最近的位置处的第1三维位置的第1颜色信息变更为由该像素的像素值表示的第2颜色信息。在此情况下,生成部204也可以对于上述多个第1三维位置中的、处于距具有该像素的图像被摄影时的相机101的位置第2近的位置处的第1三维位置,由从多视点图像去除上述图像后的多个图像之中通过与步骤S131同样的方法来选择作为将该第1三维位置投影的图像。在处于第3个以后的第1三维位置的情况下,可以通过同样的方法来选择。

[0170] 由此,能够使用被确定了与第1三维模型之间的第1位置关系的多视点图像,将第1三维模型的第1颜色信息变更为比第1颜色信息高精度的第2颜色信息。

[0171] 接着,使用图15及图16对由生成部204进行的高精细化处理(S112)的第2方法进行说明。图15是表示高精细化处理的第2方法的流程图。图16是用来说明高精细化处理的第2方法的图。

[0172] 在第2方法中,生成部204使用第1位置关系及多视点图像,插值计算在第1三维模型中包含的多个第1三维位置中包含的两个位置之间的计测对象500上的第2三维位置。由此,生成部204生成包括多个第1三维位置和插值计算出的第2三维位置的第2三维模型。

[0173] 具体而言,生成部204将表示第1三维模型551中包含的多个第1三维位置的第1三维点群553向多视点图像的多个图像581~583投影(S141)。生成部204将第1三维点群553向多视点图像的全部的图像581~583投影。

[0174] 接着,生成部204关于多视点图像中包含的多个图像581~583,各自生成以投影有第1三维点群的多个像素为顶点的三角形群(S142)。具体而言,生成部204如图16所示,通过将将在图像581中投影有第1三维点群553的多个像素593用线段601连结,生成多个三角形602。

[0175] 生成部204进行作为关于多视点图像中包含的多个图像581~583中的各图像、以及关于在该图像上生成的三角形群的各三角形602的二重循环的循环2。循环2包括下述的步骤S143~S145。

[0176] 生成部204计算处理对象的三角形602的内部的纹理强度,基于计算出的纹理强度,判定该三角形602是平坦部还是纹理部(S143)。

[0177] 生成部204在判定为处理对象的三角形602是平坦部的情况下(在S143中为平坦部),通过对由与三角形602的顶点对应的3个第1三维位置规定的三维空间上的三角形的内部进行线性插值,计算该三角形的内部的三维点(S144)。

[0178] 生成部204在判定为处理对象的三角形602是纹理部的情况下(在S143中为纹理

部),通过按照该三角形602的内部的每个像素从多视点图像的图像检测类似点,在检测到的类似点之间进行三角测量,计算与该像素对应的三维点(S145)。三角测量可以采用使用图8及图9说明的方法。另外,在步骤S145中,生成部204也可以在使用多视点图像生成的第3三维模型中,插值计算与该三角形602的内部对应的三维位置。

[0179] 由此,能够使用被确定了与第1三维模型之间的第1位置关系的多视点图像,插值计算第1三维模型的两个第1三维位置之间的三维位置。由此,能够生成将第1三维模型高密度化的第2三维模型。

[0180] 接着,使用图17及图18对由生成部204进行的高精细化处理(S112)的第3方法进行说明。图17是表示高精细化处理的第3方法的流程图。图18是用来说明高精细化处理的第3方法的图。

[0181] 在第3方法中,生成部204检测第1三维模型551A中包含的第1位置信息的缺失部554,使用第1位置关系及多视点图像,插值计算检测到的缺失部554的计测对象500上的第3三维位置。由此,生成部204生成包含多个第1三维点和插值计算出的第3三维位置的第2三维模型。

[0182] 具体而言,生成部204将表示第1三维模型551A中包含的多个第1三维位置的第1三维点群553A向多视点图像的多个图像581~583投影(S151)。生成部204将第1三维点群553A向多视点图像的全部的图像581~583投影。

[0183] 接着,生成部204对于多视点图像中包含的多个图像581~583各自进行包括下述的步骤S152~步骤S155的循环3。

[0184] 生成部204通过对于构成处理对象的图像581的多个像素分别检测在距该像素为一定的距离 r_1 以下的区域603中没有投影有第1三维点群的像素,检测第1位置信息的缺失部554(S152)。生成部204例如检测与距检测出的像素为一定的距离 r_1 以下的区域603对应的三维空间上的区域作为缺失部554。最终,生成部204检测与多个区域的总和区域对应的三维空间上的区域作为缺失部554。另外,在图18中例示了1个区域603。

[0185] 生成部204计算与缺失部554对应的区域603的纹理强度,基于计算出的纹理强度,判定区域603是平坦部还是纹理部(S153)。

[0186] 生成部204在判定为与缺失部554对应的区域603是平坦部的情况下(在S153中为平坦部),通过处理对象的图像对由多个第1三维位置规定的三维空间上的缺失部554的内部进行线性插值,计算该缺失部554的内部的三维点(S153),多个第1三维位置与被投影在缺失部的周围的第1三维点群对应。

[0187] 生成部204在判定为与缺失部554对应的区域603是纹理部的情况下(在S153中为纹理部),按照该缺失部554的内部的每个像素,从多视点图像的其他图像582、583中检测类似点,通过在与检测出的类似点之间进行三角测量,计算与该像素对应的三维点(S155)。三角测量可以采用使用图8及图9说明的方法。另外,在步骤S155中,生成部204也可以在使用多视点图像生成的第3三维模型中,插值计算与该缺失部554的内部对应的三维位置。

[0188] 由此,即使是在计测器100的计测时因掩蔽等在第1三维模型中出现了缺失部的情况,也能够使用被确定了与第1三维模型之间的第1位置关系的多视点图像,插值计算第1三维模型的缺失部的三维位置。

[0189] [效果等]

[0190] 有关本发明的三维数据生成方法,是由作为信息处理装置的三维模型生成装置200执行的三维模型生成方法,包括:第1取得步骤(S101),从取得第1三维模型,所述计测器100通过发出电磁波并且取得所发出的电磁波被计测对象500反射来的反射波,生成具有表示计测对象500上的多个第1三维位置的第1位置信息的第1三维模型;第2取得步骤(S101),取得将计测对象500从不同的多个视点用1以上的相机101摄影的多视点图像;以及生成步骤(S104),通过使用多视点图像将第1三维模型高精细化,生成第2三维模型。

[0191] 由此,使用由能够容易地搬运的相机101摄影的多视点图像,将包含由计测器100得到的高精度的位置信息的第1三维模型的第1位置信息及第1颜色信息的至少一方高精细化。因此,能够提高三维模型的生成精度,并且能够缩短三维模型的生成处理的处理时间。

[0192] 此外,有关本发明的三维数据生成方法在生成步骤(S104)中,使用多视点图像生成第3三维模型(S121),通过将第1三维模型的三维坐标轴与第3三维模型的三维坐标轴适配,确定第1三维模型与多视点图像之间的第1位置关系(S123),通过使用所确定的第1位置关系及多视点图像将第1三维模型高精细化,生成第2三维模型(S112)。

[0193] 因此,使用被确定了与第1三维模型之间的第1位置关系的多视点图像将第1三维模型高精细化,所以能够更有效地将第1三维模型高精细化。

[0194] [变形例]

[0195] 在上述实施方式中,假设第1三维模型包含第1颜色信息,但并不限于此,也可以不包含第1颜色信息。即,第1三维模型只要包含第1位置信息即可。在此情况下,在三维模型生成装置200中,生成部204也可以对于由第1位置信息表示的多个第1三维位置,分别使用在步骤S111中确定的第1位置关系及多视点图像,通过作为与该第1三维位置对应的颜色信息而附加基于与该第1三维位置对应的多视点图像的像素的第2颜色信息,来生成第2三维模型。因此,能够使用被确定了与第1三维模型之间的第1位置关系的多视点图像,对第1三维模型附加高精度的颜色信息。

[0196] (其他)

[0197] 以上,基于上述各实施方式对有关本发明的三维模型生成方法等进行了说明,但本发明并不限于上述各实施方式。

[0198] 例如,在上述的实施方式及变形例中,通过将第1三维模型变更而生成第2三维模型。但是,也可以通过将由多视点图像生成的第3三维模型用第1三维模型变更,来生成第2三维模型。此外,也可以不对第1三维模型和第3三维模型加以变更,而基于这些三维模型生成第2三维模型。

[0199] 例如,在上述实施方式中,说明了三维模型生成装置等具备的各处理部由CPU和控制程序实现说明。例如,该处理部的构成要素也可以分别由1个或多个电子电路构成。1个或多个电子电路分别既可以是通用性的电路,也可以是专用的电路。在1个或多个电子电路中,例如也可以包括半导体装置、半导体集成电路(IC)或LSI(大规模集成电路,large scale integration)。LSI或IC既可以集成到1个芯片,也可以将多个芯片组合而构成。例如,也可以将存储元件以外的功能块集成到1个芯片。这里称作LSI或IC,但根据集成的程度而叫法变化,也可以称作系统LSI、VLSI(超大规模集成电路,very large scale integration)或ULSI(甚超大规模集成电路,ultra large scale integration)。也可以以相同的目地使用可在LSI的制造后编程的FPGA(现场可编程门阵列,FieldProgrammable

GateArray)。

[0200] 此外,本发明的全局性或具体的形态也可以由系统、装置、方法、集成电路或计算机程序实现。或者,也可以由存储有该计算机程序的光盘、HDD(硬盘驱动器,Hard Disk Drive)或半导体存储器等的计算机可读的非暂态的记录介质实现。此外,也可以由系统、装置、方法、集成电路、计算机程序及记录介质的任意的组合实现。

[0201] 除此以外,对于各实施方式施以本领域技术人员想到的各种变形而得到的形态、或在不脱离本发明的主旨的范围内通过将实施方式的构成要素及功能任意地组合而实现的形态也包含在本发明中。

[0202] 产业上的可利用性

[0203] 本发明能够对三维模型生成装置或三维模型生成系统应用,例如能够对图形制作、地形或建筑物的构造识别、人物的行动识别或自由视点影像的生成等应用。

[0204] 标号说明

[0205] 100 计测器

[0206] 101 相机

[0207] 111 激光照射部

[0208] 112 激光受光部

[0209] 200 三维模型生成装置

[0210] 201 接收部

[0211] 202 存储部

[0212] 203 取得部

[0213] 204 生成部

[0214] 205 输出部

[0215] 400 三维模型生成系统

[0216] 500 计测对象

[0217] 501 计测点

[0218] 511、513 参照图像

[0219] 512 基准图像

[0220] 521~523、591、593、594 像素

[0221] 531、532、541~543、581~583 图像

[0222] 533 直线

[0223] 534 核线

[0224] 551、551A 第1三维模型

[0225] 551a 三维点

[0226] 552 第3三维模型

[0227] 553、553A 三维点群

[0228] 554 缺失部

[0229] 561~563、571~573 三维点

[0230] 601 线段

[0231] 602 三角形。

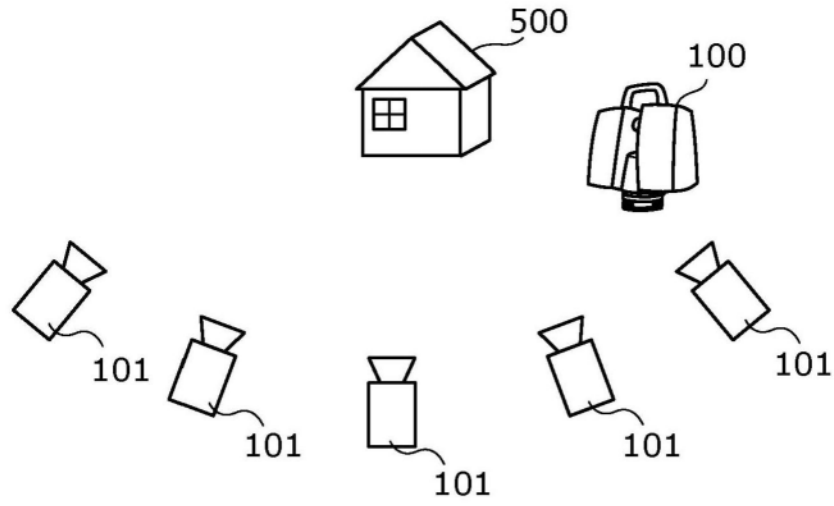


图1

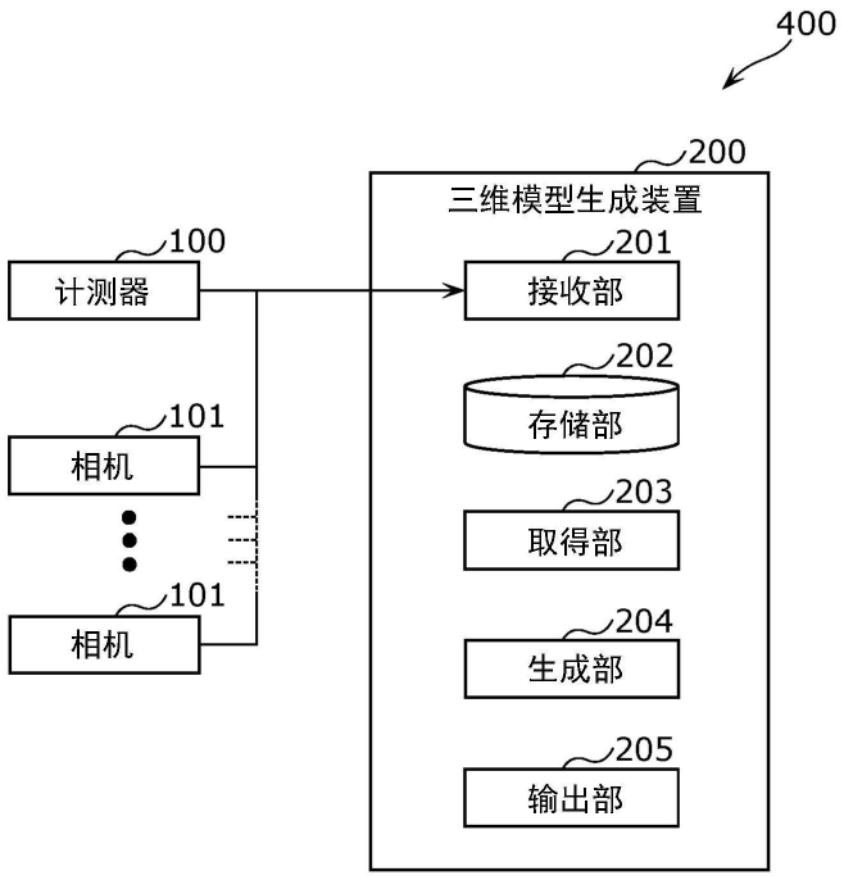


图2

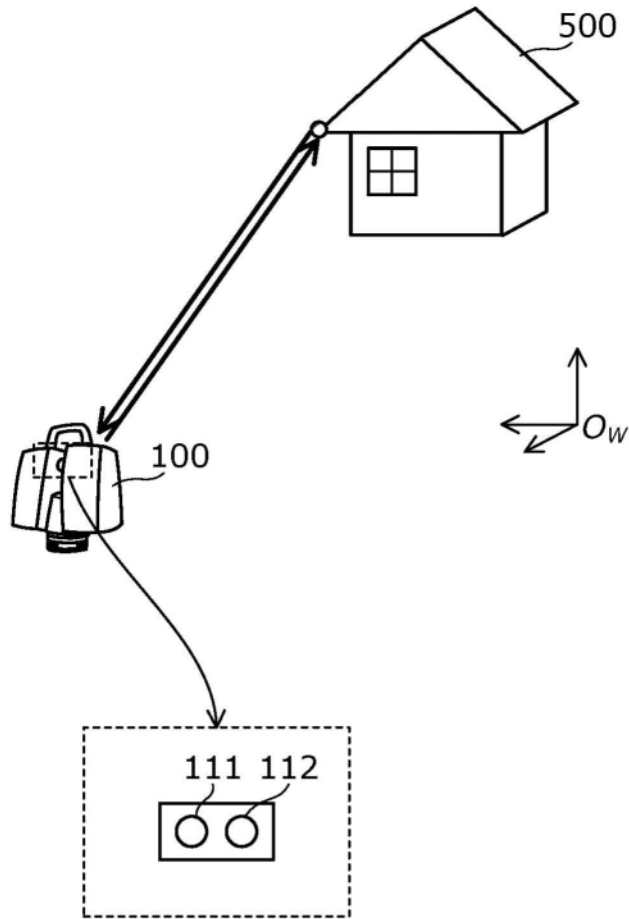


图3

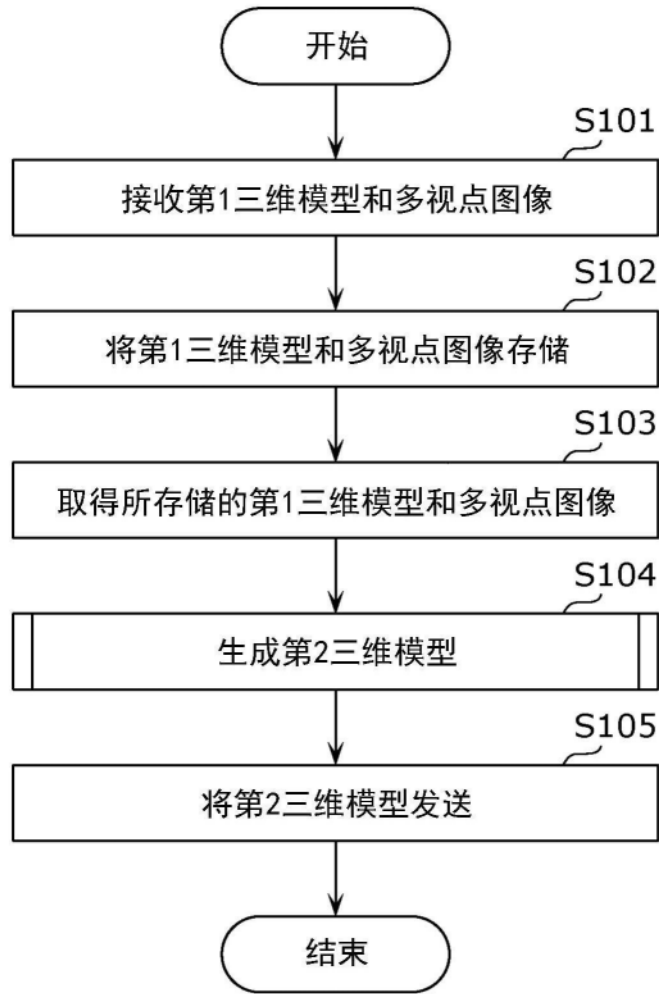


图4

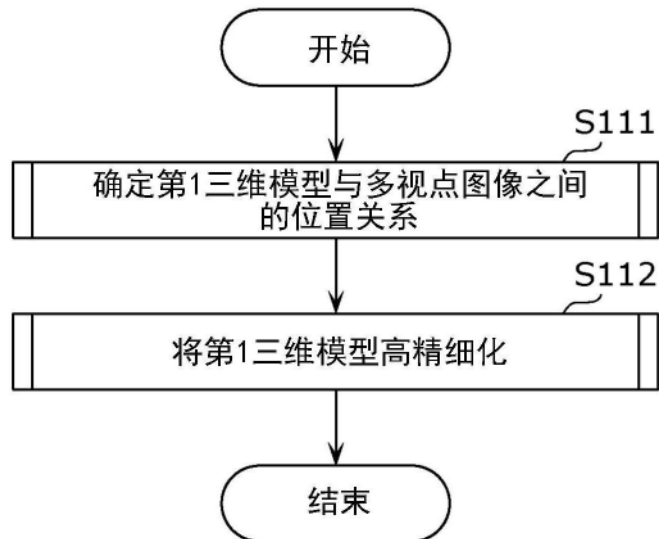


图5

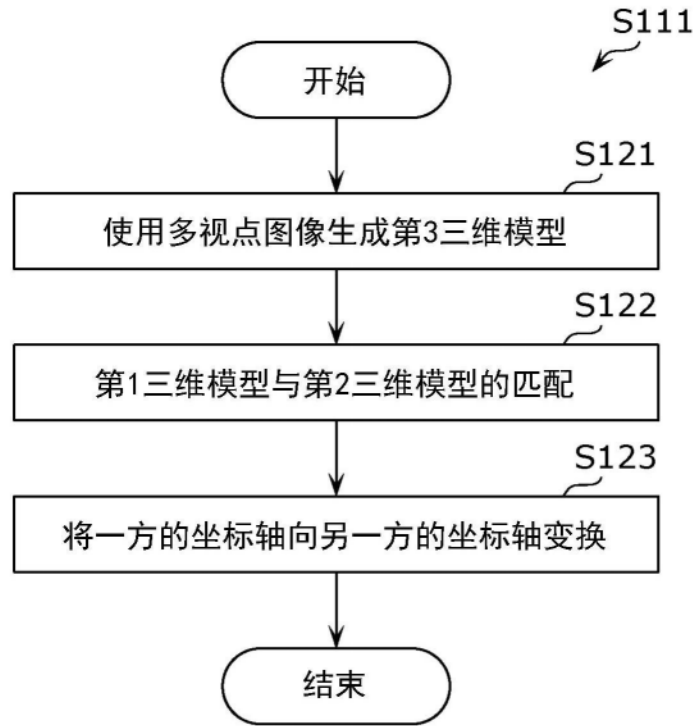


图6

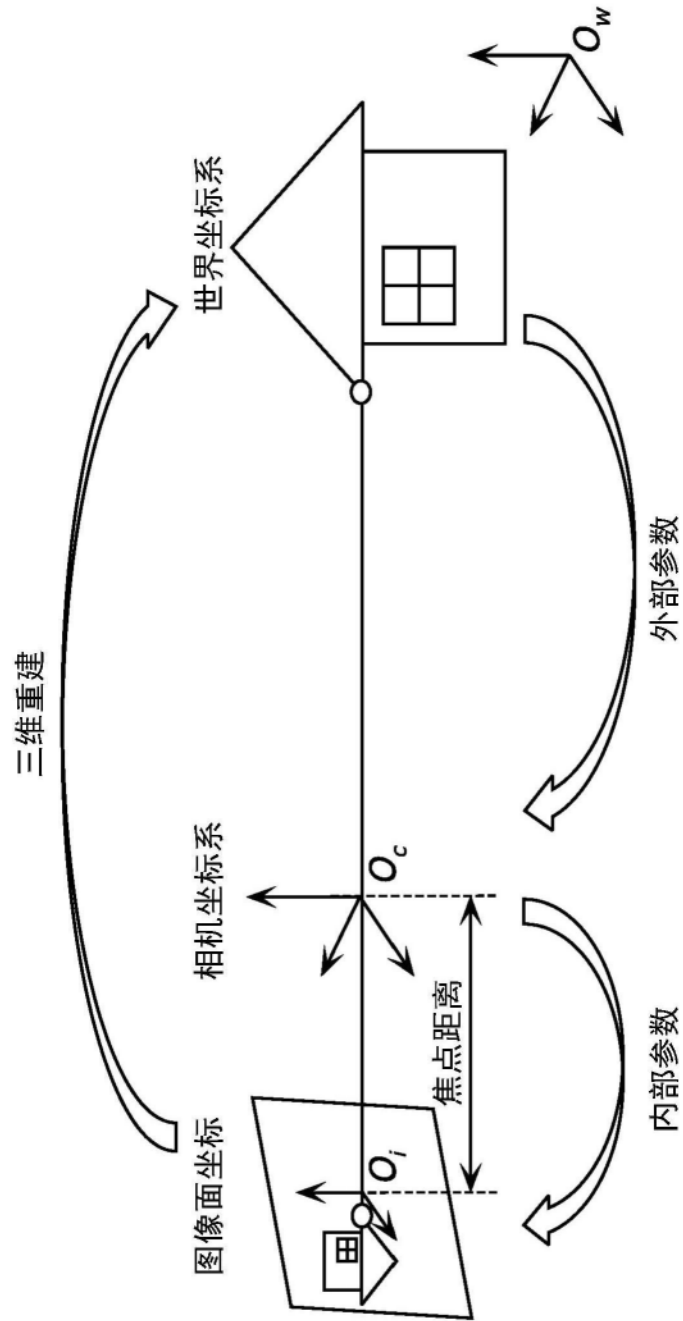


图7

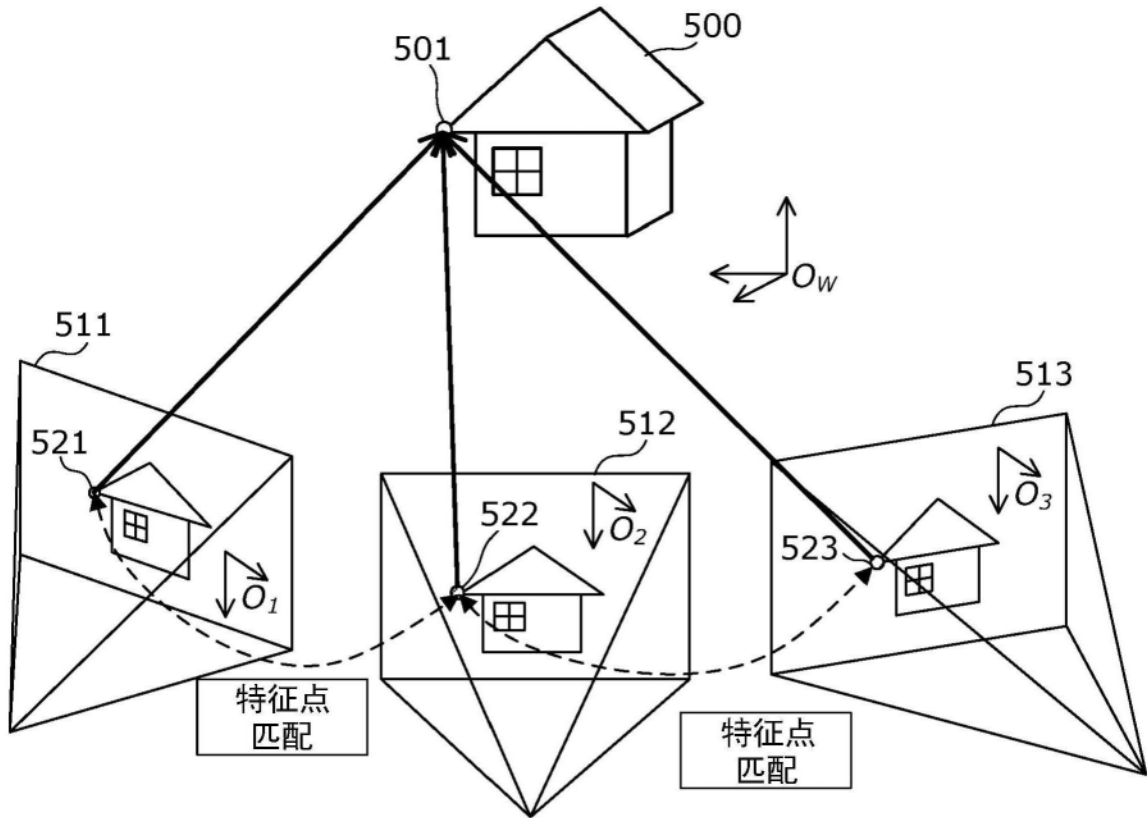


图8

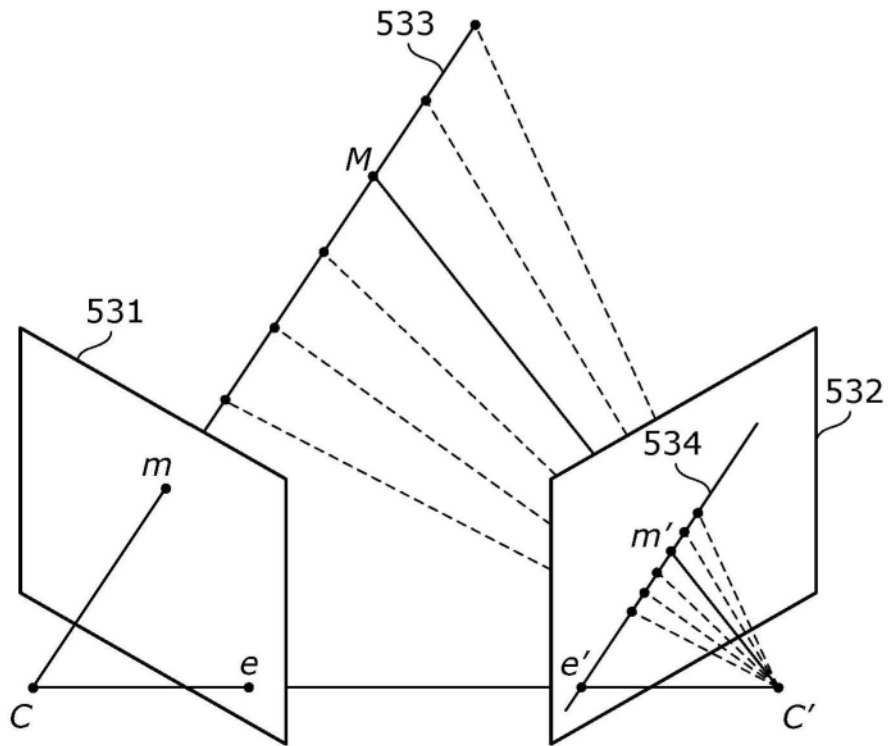


图9

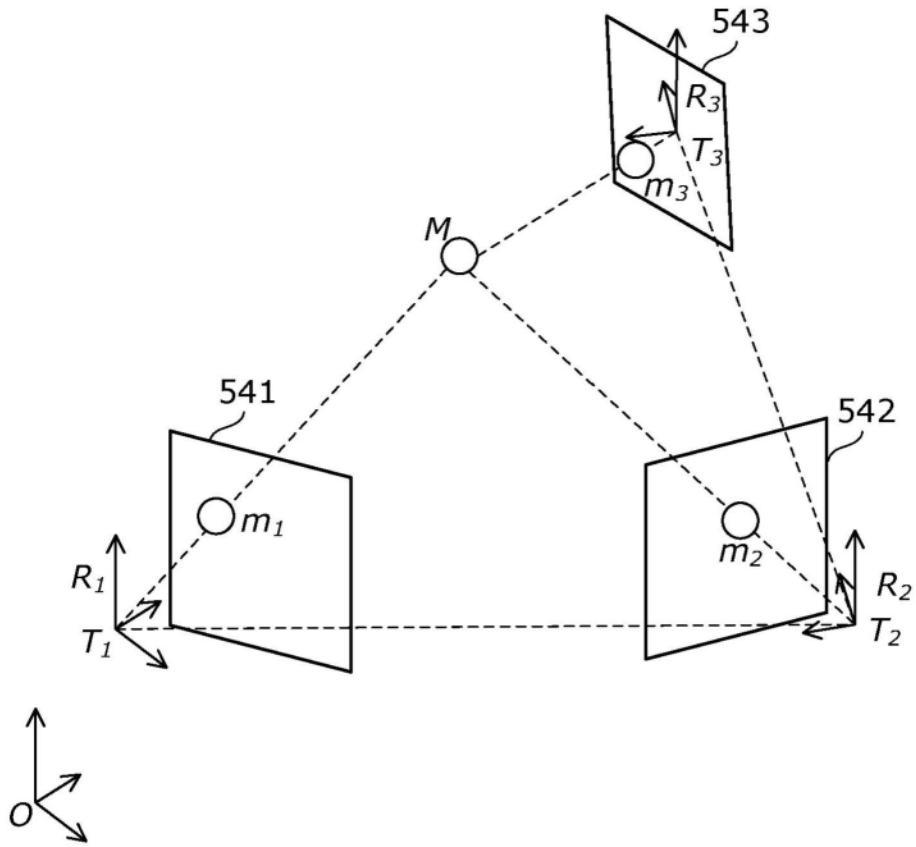


图10

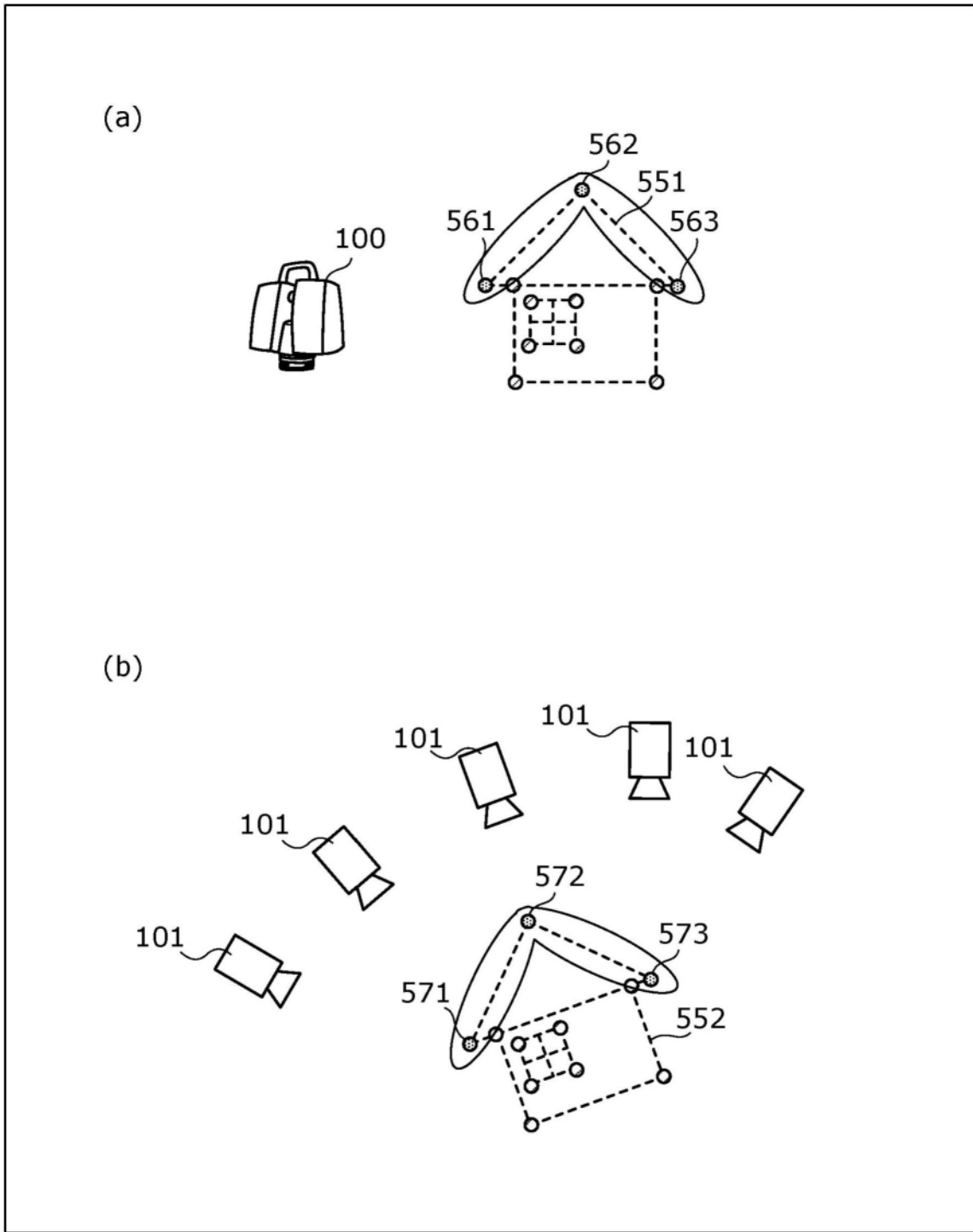


图11

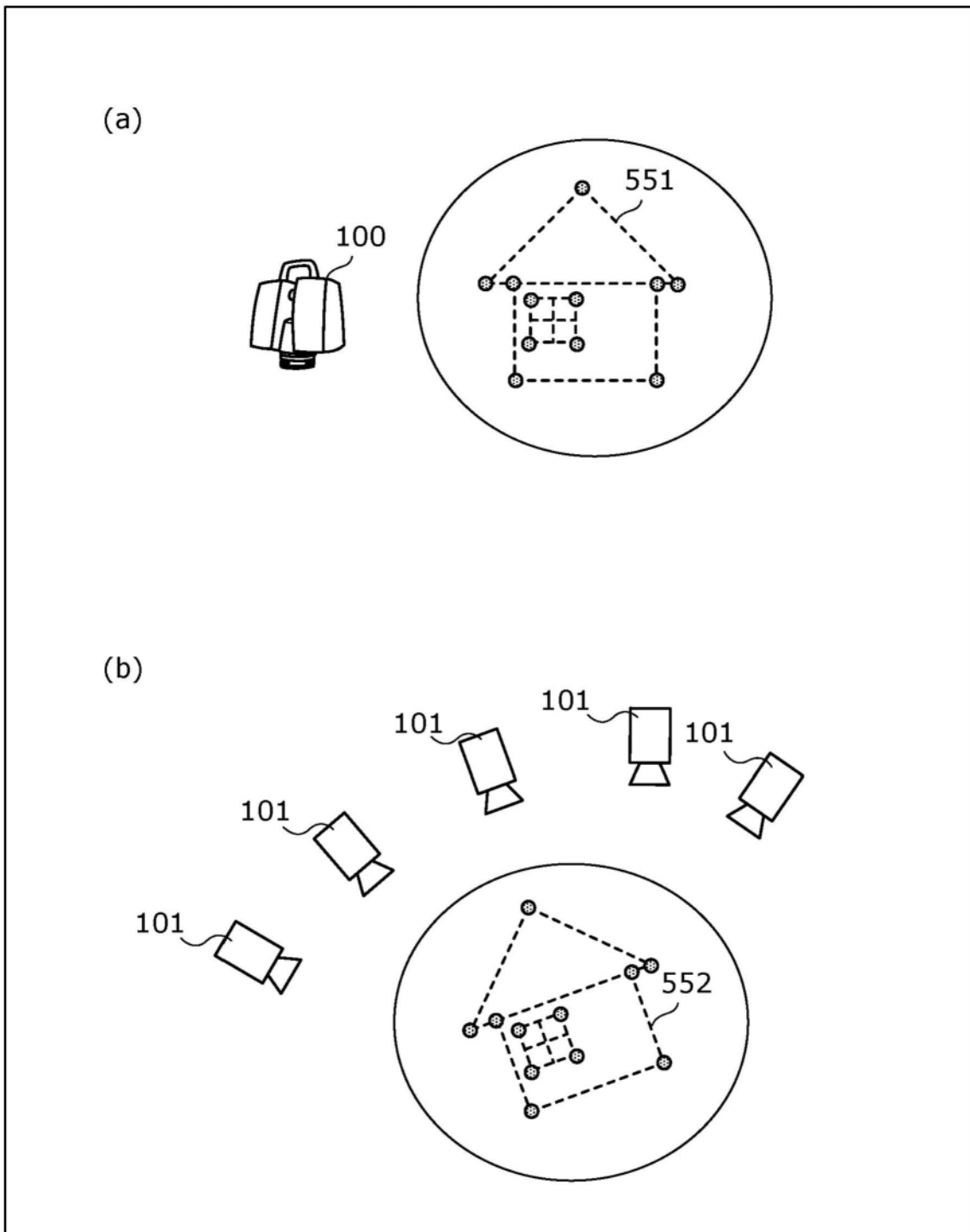


图12

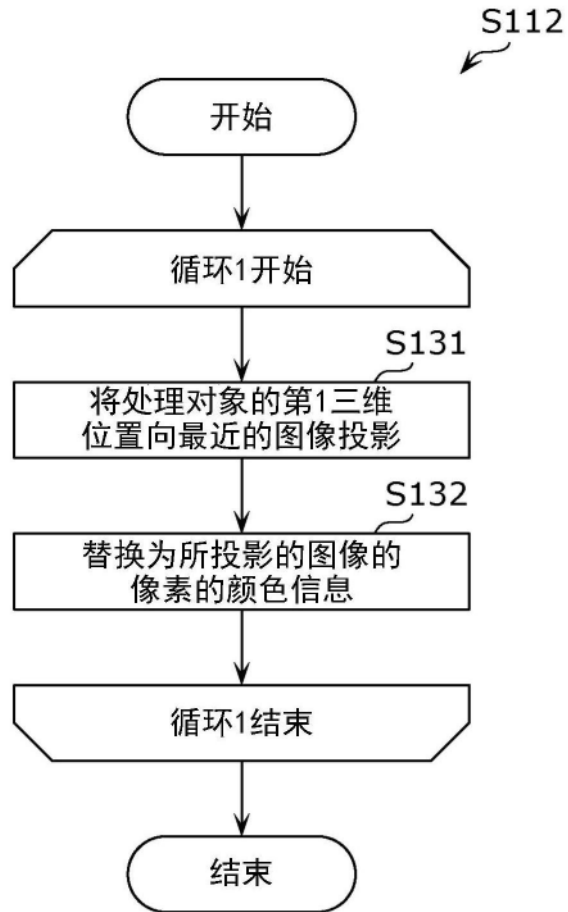


图13

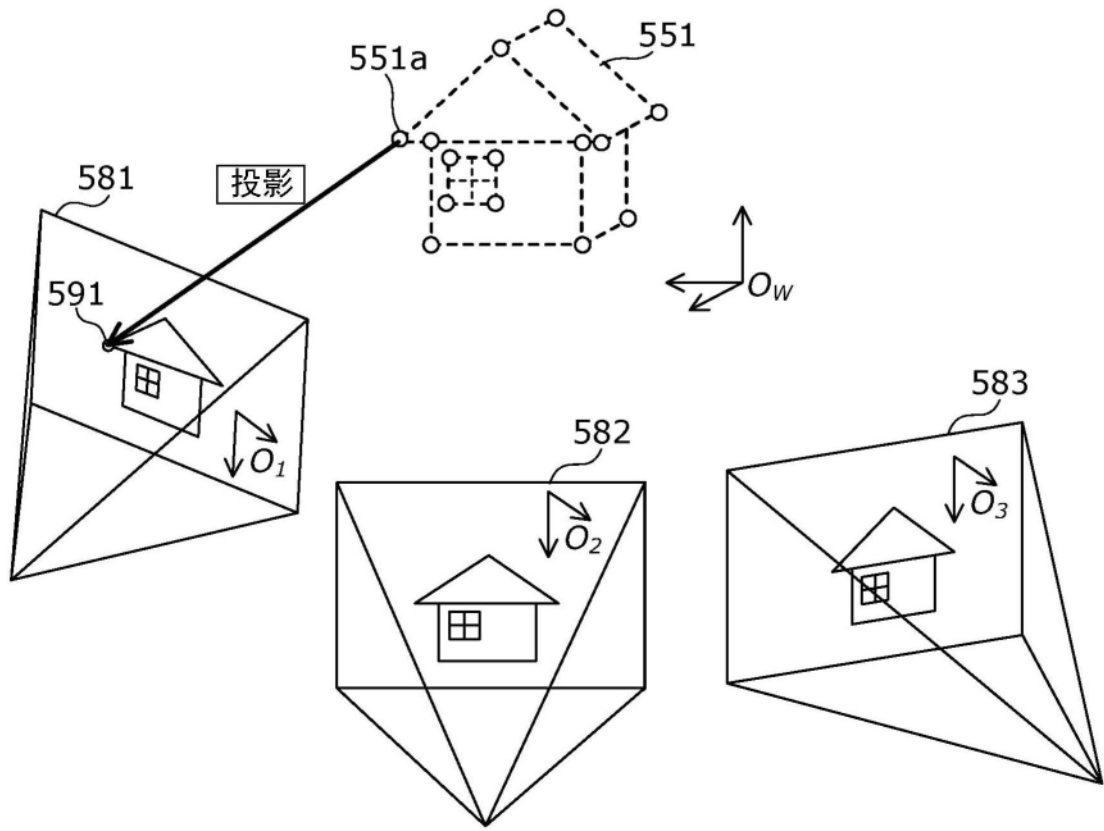


图14

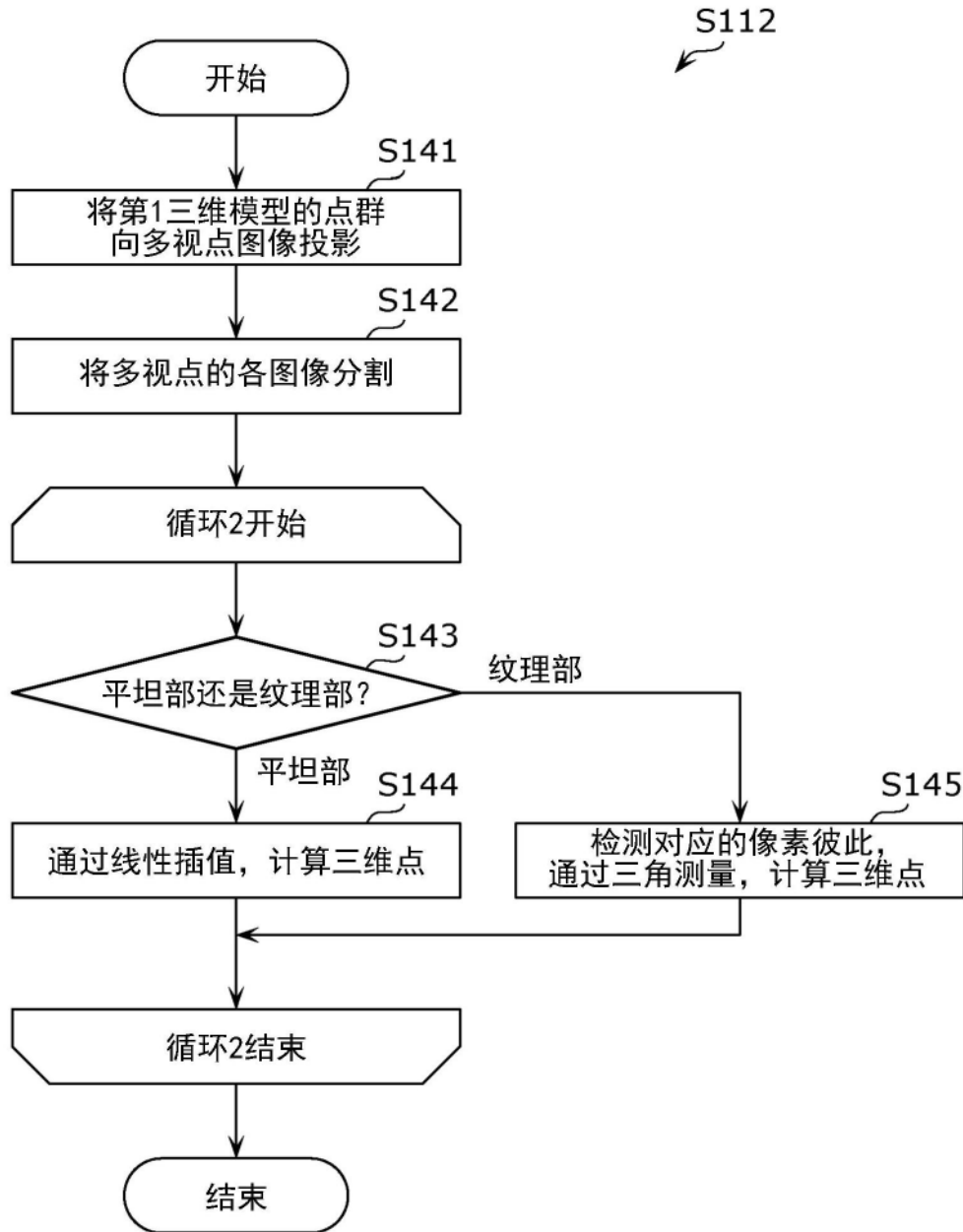


图15

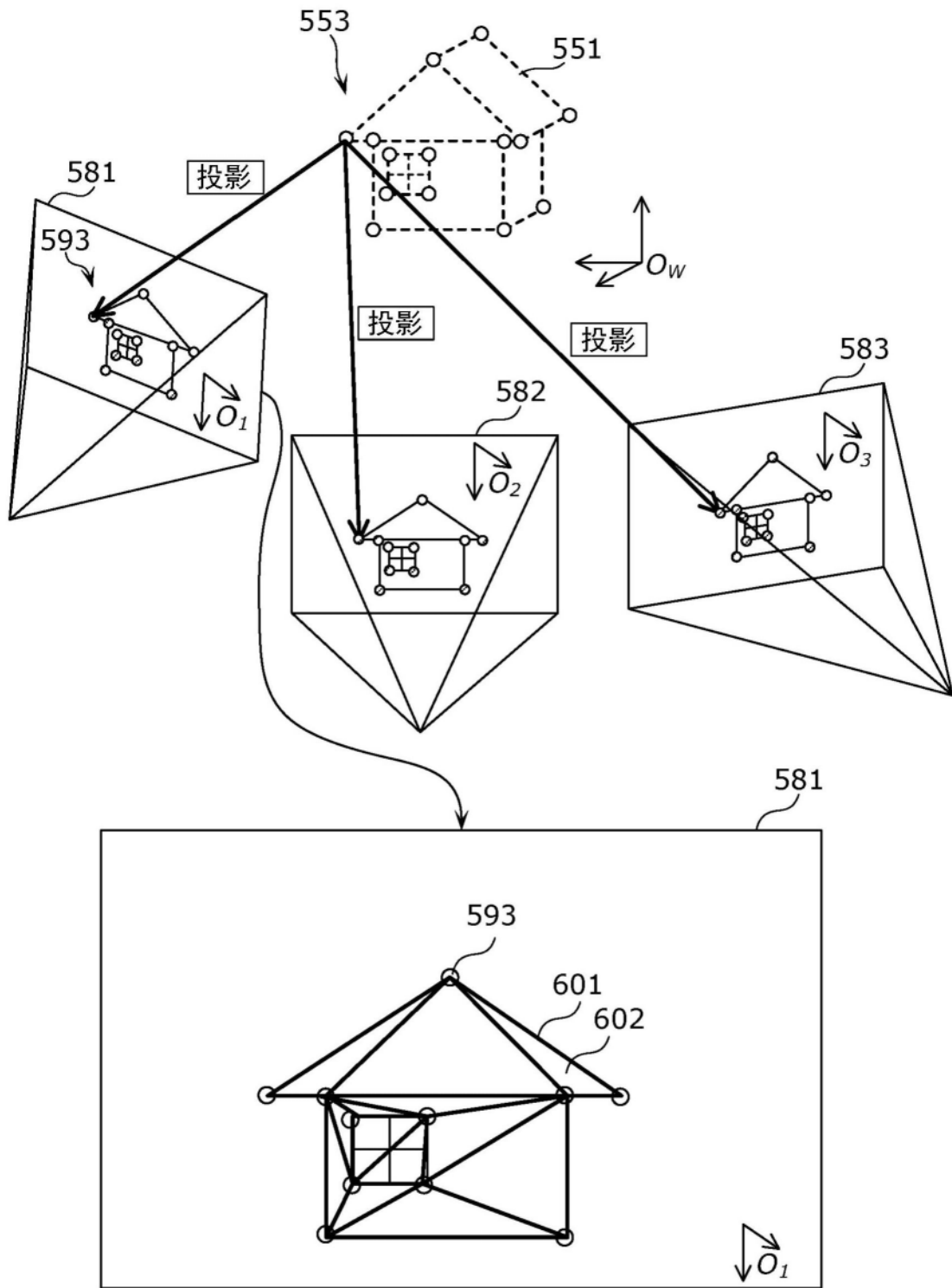


图16

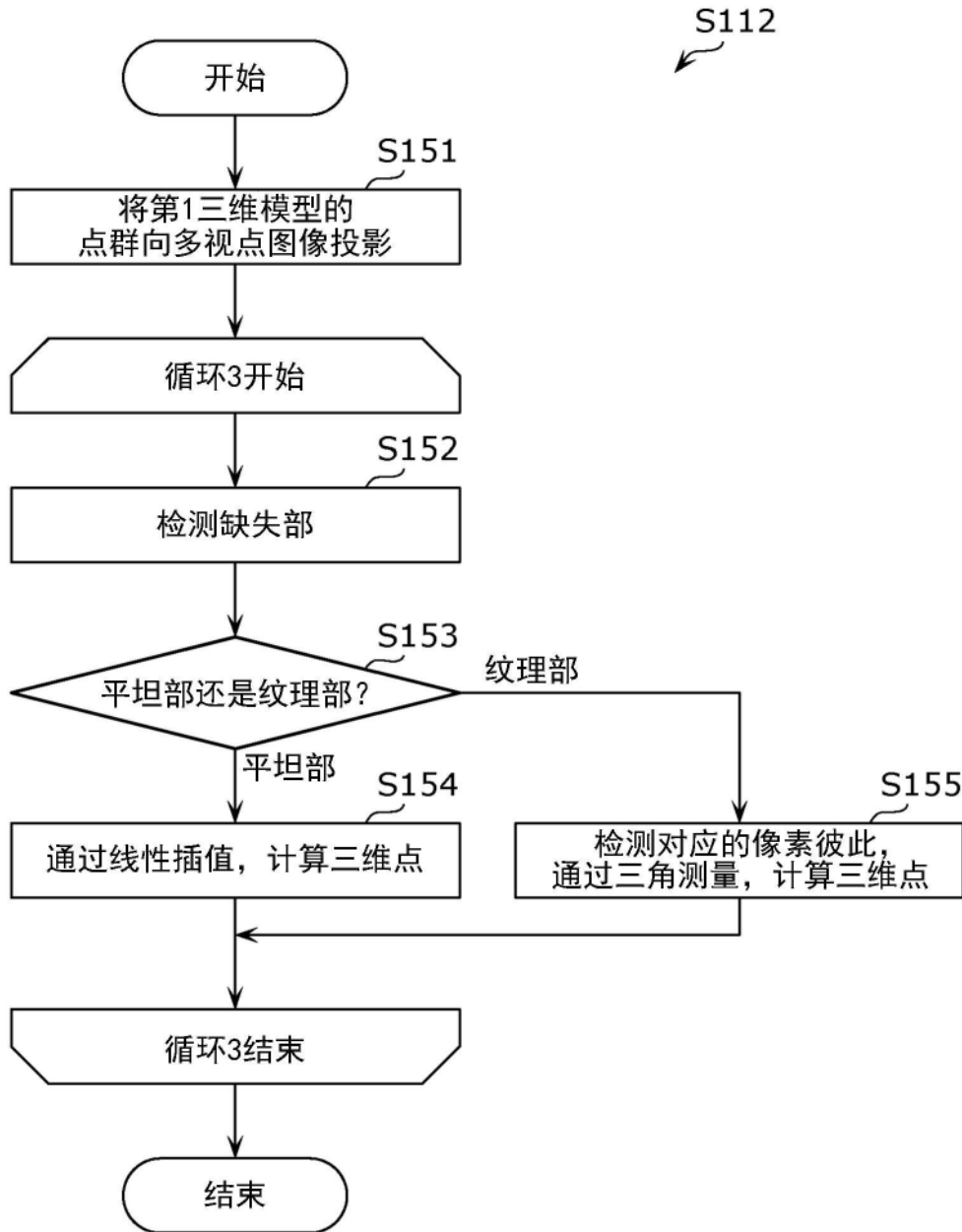


图17

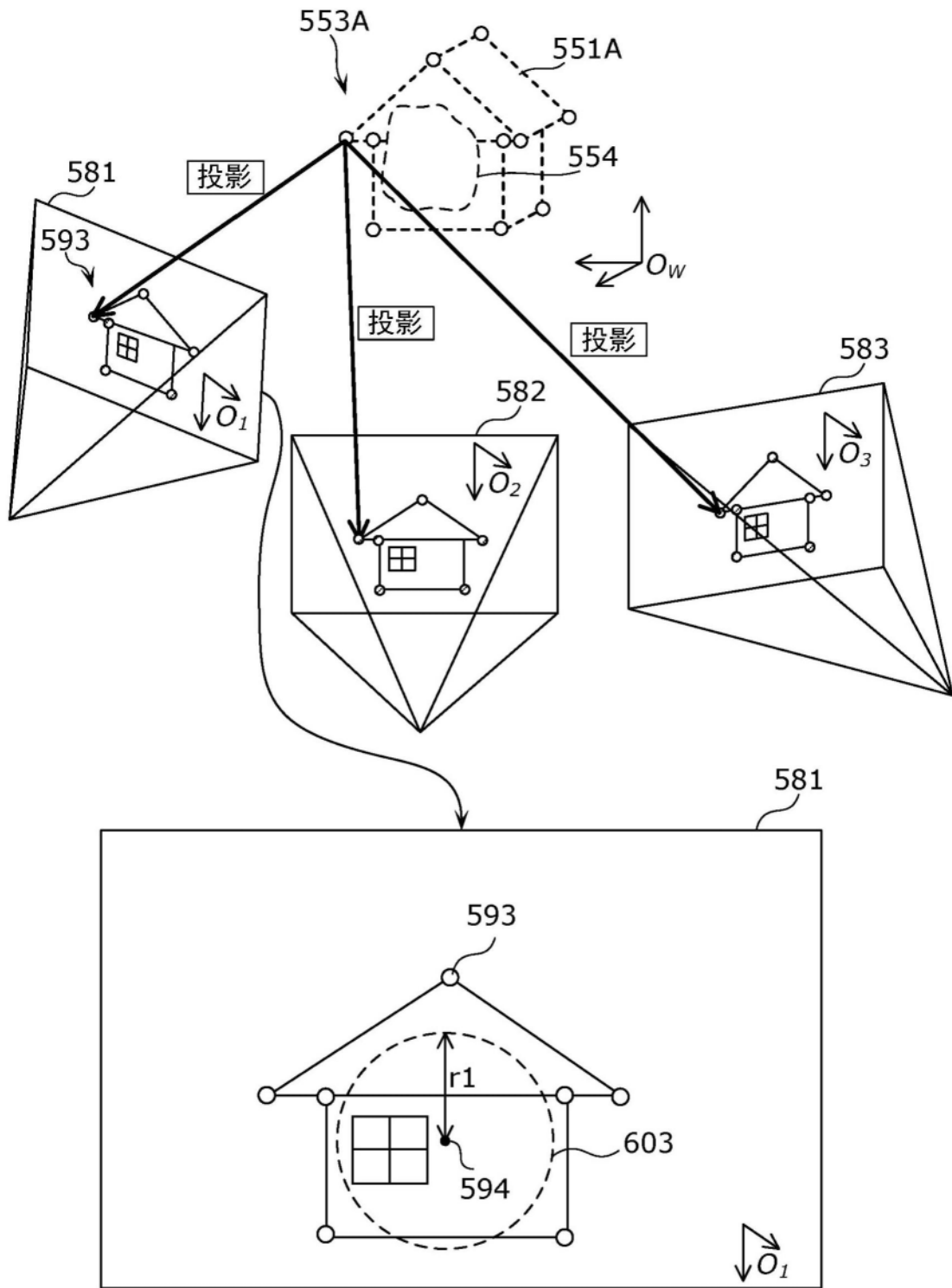


图18