



(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 118786361 A

(43) 申请公布日 2024. 10. 15

(21) 申请号 202380023654.3

(22) 申请日 2023.02.10

(30) 优先权数据

2022-027269 2022.02.24 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.08.26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/004645 2023.02.10

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/162730 JA 2023.08.31

(71) 申请人 京瓷株式会社

地址 日本京都府

(72) 发明人 星野晃一

(74) 专利代理机构 隆天知识产权代理有限公司

72003

专利代理师 马长玉

(51) Int.Cl.

G01S 17/86 (2020.01)

G01S 17/87 (2020.01)

G01S 17/89 (2020.01)

G06T 7/73 (2017.01)

G05D 1/242 (2024.01)

G05D 1/243 (2024.01)

G05D 1/43 (2024.01)

G05D 105/22 (2024.01)

权利要求书2页 说明书12页 附图14页

(54) 发明名称

信息处理装置、信息处理方法以及程序

(57) 摘要

本公开的信息处理装置具有图像获取部、点云数据获取部以及控制部。图像获取部获取来自拍摄装置的图像。点云数据获取部从测距装置获取表示距离分布的点云数据。控制部基于从图像获取部获取的第一图像以及包含与第一图像同一被拍摄体的第二图像,获取表示第一图像及第二图像的各位置的对应关系的信息。控制部基于表示对应关系的信息,将从所述点云数据获取部获取的两组点云数据,即所述距离分布的测定范围与所述第一图像的拍摄范围至少部分地重叠的第一点云数据和所述距离分布的测定范围与所述第二图像的拍摄范围至少部分地重叠的第二点云数据建立对应。



1. 一种信息处理装置, 其中,
具有:
图像获取部, 从拍摄装置获取图像;
点云数据获取部, 从测距装置获取表示距离分布的点云数据; 以及
控制部, 基于从所述图像获取部获取的第一图像以及包含与所述第一图像同一被拍摄体的第二图像, 获取表示所述第一图像及所述第二图像的各位置的对应关系的信息, 基于表示所述对应关系的信息, 将从所述点云数据获取部获取的两组点云数据, 即所述距离分布的测定范围与所述第一图像的拍摄范围至少部分地重叠的第一点云数据和所述距离分布的测定范围与所述第二图像的拍摄范围至少部分地重叠的第二点云数据建立对应。
2. 根据权利要求1所述的信息处理装置, 其中,
所述控制部基于所述第一点云数据和所述第二点云数据之间的对应建立, 推定所述拍摄装置或所述测距装置的旋转量及移动量。
3. 根据权利要求1或2所述的信息处理装置, 其中,
所述拍摄装置的用于拍摄图像的光学系统和所述测距装置的用于测定距离分布的光学系统的光轴一致。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的信息处理装置, 其中,
所述拍摄装置和所述测距装置构成为: 在相同时刻进行所述第一图像的拍摄和用于获取所述第一点云数据的所述距离分布的测定, 在相同时刻进行所述第二图像的拍摄和用于获取所述第二点云数据的所述距离分布的测定。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的信息处理装置, 其中,
所述控制部通过进行所述第一图像以及所述第二图像中包含的特征点的匹配, 计算表示所述对应关系的信息。
6. 根据权利要求5所述的信息处理装置, 其中,
所述控制部使用单应性变换进行所述特征点的匹配。
7. 一种信息处理方法, 其中,
包括:
获取第一图像以及包含与所述第一图像同一被拍摄体的第二图像;
获取表示距离分布的两组点云数据, 即所述距离分布的测定范围与所述第一图像的拍摄范围至少部分地重叠的第一点云数据和所述距离分布的测定范围与所述第二图像的拍摄范围至少部分地重叠的第二点云数据;
基于所述第一图像及所述第二图像, 获取表示所述第一图像及所述第二图像的各位置的对应关系的信息; 以及
基于表示该对应关系的信息, 将所述第一点云数据和所述第二点云数据建立对应。
8. 一种程序, 其中,
使计算机执行包括以下步骤的处理:
获取第一图像以及包含与所述第一图像同一被拍摄体的第二图像;
获取表示距离分布的两组点云数据, 即所述距离分布的测定范围与所述第一图像的拍摄范围至少部分地重叠的第一点云数据和所述距离分布的测定范围与所述第二图像的拍摄范围至少部分地重叠的第二点云数据;

基于所述第一图像及所述第二图像,获取表示所述第一图像及所述第二图像的各位位置的对应关系的信息;以及

基于表示该对应关系的信息,将所述第一点云数据和所述第二点云数据建立对应。

信息处理装置、信息处理方法以及程序

[0001] 相关申请的相互参照

[0002] 本申请主张2022年2月24日申请的日本专利申请2022-027269号的优先权,并将该在先申请的全部公开内容援引入本申请用作参照。

技术领域

[0003] 本公开涉及信息处理装置、信息处理方法以及程序。

背景技术

[0004] 作为搭载于在环境内来回移动的移动机器人的技术,提出了使用照相机图像来构筑环境地图,并且推定地图内的自身位置的技术(例如,参照专利文献1)。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2020-117779号公报

发明内容

[0008] 本公开的一个实施方式的信息处理装置具有图像获取部、点云数据获取部以及控制部。所述图像获取部获取来自拍摄装置的图像。所述点云数据获取部从测距装置获取表示距离分布的点云数据。所述控制部基于从所述图像获取部获取的第一图像以及包含与所述第一图像同一被拍摄体的第二图像,获取表示所述第一图像及所述第二图像的各位置的对应关系的信息。所述控制部基于表示所述对应关系的信息,将从所述点云数据获取部获取的两组点云数据,即所述距离分布的测定范围与所述第一图像的拍摄范围至少部分地重叠的第一点云数据和所述距离分布的测定范围与所述第二图像的拍摄范围至少部分地重叠的第二点云数据建立对应。

[0009] 本公开的一个实施方式的信息处理方法包括:获取第一图像以及包含与所述第一图像同一被拍摄体的第二图像;获取表示距离分布的两组点云数据,即所述距离分布的测定范围与所述第一图像的拍摄范围至少部分地重叠的第一点云数据和所述距离分布的测定范围与所述第二图像的拍摄范围至少部分地重叠的第二点云数据;基于所述第一图像及所述第二图像,获取表示所述第一图像及所述第二图像的各位置的对应关系的信息;以及基于表示该对应关系的信息,将所述第一点云数据和所述第二点云数据建立对应。

[0010] 本公开的一个实施方式的程序,使计算机执行以下处理,包括:获取第一图像以及包含与所述第一图像同一被拍摄体的第二图像;获取表示距离分布的两组点云数据,即所述距离分布的测定范围与所述第一图像的拍摄范围至少部分地重叠的第一点云数据和所述距离分布的测定范围与所述第二图像的拍摄范围至少部分地重叠的第二点云数据;基于所述第一图像及所述第二图像,获取表示所述第一图像及所述第二图像的各位置的对应关系的信息;以及基于表示该对应关系的信息,将所述第一点云数据和所述第二点云数据建立对应。

附图说明

- [0011] 图1是表示包括本公开的一个实施方式的信息处理装置的姿势推定系统的基本结构的结构图。
- [0012] 图2是表示图1的姿势推定系统的更详细的一例的结构图。
- [0013] 图3是表示图1的信息处理装置的概略结构的框图。
- [0014] 图4是表示图1的信息处理装置所执行的处理的流程图。
- [0015] 图5是表示图3的图像获取部所获取的图像的一例的图。
- [0016] 图6是表示基于图3的点云数据获取部所获取的点云数据的距离图像的一例的图。
- [0017] 图7是表示通过在第一图像与第二图像之间建立对应来进行图像合成的一例的图。
- [0018] 图8是说明使用单应性变换在第一图像与第二图像之间建立对应的方法的图。
- [0019] 图9A是表示扩展以及失真校正后的第一点云数据的一例的图。
- [0020] 图9B是表示扩展以及失真校正后的第二点云数据的一例的图。
- [0021] 图10A是表示根据第一点云数据创建的第一三维空间点云的图。
- [0022] 图10B是表示根据第二点云数据创建的第二三维空间点云的图。
- [0023] 图11是表示使用本实施方式的信息处理装置而生成的环境地图的一例的图。
- [0024] 图12是表示通过使用特征点的现有方法,使用与图11相同的图像及点云数据而生成的环境地图的一例的图。

具体实施方式

[0025] 通过一边进行移动体的姿势推定一边进行环境的检测来执行环境地图的构筑以及自身位置推定。在此,姿势推定是指,根据不同的视点的数据来推定旋转量和移动量。为了进行姿势推定,需要建立各视点的数据间的对应。然而,在使用激光雷达等测距装置进行环境地图的构筑以及自身位置推定的情况下,表示从测距装置得到的距各测定位置的分布的点云数据有时难以在不同的视点的点云数据间建立对应。其结果,有时无法得到充分的姿势推定的精度,也无法提高环境地图的精度。

[0026] 例如,现有,作为进行两组三维点云的位置对准的方法,已知有ICP(Interactive Closest Point:迭代最近点)算法。该方法针对构成一组点云的各点,搜索另一组点云中的最接近的点,将其作为对应点。进而,该方法针对这样决定的各点及其对应点,推定使对应点间的距离最小化的刚体变换。刚体变换由旋转及平移表示。通过推定刚体变换,能够进行姿势推定。但是,在该方法中,无法正确地决定对应点,因此,存在无法进行姿势推定的情况或推定的误差变大的情况。

[0027] 另一方面,考虑如下方法:使用拍摄装置的两张与各个点云对应的图像将测距装置的两组点云数据的各点建立对应,该拍摄装置的拍摄范围与测距装置的测定范围相同。即,能够在两张图像间提取相互对应的特征点,提取与各图像对应的两组点云数据中的位置与图像上的特征点相同的点,设为对应点。如果将这样求出的复数个对应点的组变换为三维空间的点云,则能够进行姿势推定。但是,在该方法中,与图像上的特征点对应的点多数不包含在从测距装置得到的点云数据中。图像上的特征点从图像的边缘以及角落被检测,但测距装置不朝向边缘以及角落测距。因此,能够利用点云数据建立对应的点是有限

的。因此,有时无法得到充足的对应点,姿势推定的推定精度变低。

[0028] 本公开的实施方式容易建立点云数据间的对应,从而改善上述那样的姿势推定方法。以下,参照附图对本公开的实施方式进行说明。在以下的说明中使用的附图是示意性的。附图上的尺寸和比率等未必一定与现实一致。

[0029] (姿势推定系统的基本结构)

[0030] 本公开的一个实施方式的姿势推定系统10搭载于移动体。如图1所示,姿势推定系统10包括测距装置11、拍摄装置12以及信息处理装置13。测距装置11和拍摄装置12的相对位置及朝向被固定。在其他实施方式中,信息处理装置13也可以不搭载于移动体,而是构成能够为与搭载于移动体的测距装置11及拍摄装置12通信。

[0031] 测距装置11是激光雷达等扫描型的测距装置。激光雷达通过向测定范围照射激光,测量被反射的激光返回为止的时间,从而测量到被拍摄体为止的距离。激光雷达也称为LiDAR(Light Detection And Ranging:光检测与测距)。测距装置11输出表示测定范围的距离分布的点云数据。距离分布是从测距装置11到各测定位置的分布。在点云数据中包括测距装置11扫描测定范围整体而检测出的距离信息。在点云数据中包括例如测距装置11的一帧的距离数据。

[0032] 点云数据的各点包括二维地观察测定对象时的位置信息和与该位置信息对应的从测距装置11到测定位置的距离的信息。二维位置信息对应于从测距装置11朝向实际空间上的各测定位置的方向。

[0033] 拍摄装置12具有拍摄光学系统及拍摄元件,获取拍摄范围的图像。拍摄装置12的拍摄范围与测距装置11的测定范围至少部分重叠。

[0034] 测距装置11和拍摄装置12能够构成为用于观察对象的坐标系实质上一致或接近。测距装置11和拍摄装置12可以构成为检测或拍摄被拍摄体的光学系统14的光轴ax一致。在该情况下,测距装置11和拍摄装置12以光轴一致的位置关系被固定,因此在同一帧内,图像上的像素的位置和点云数据的各点在二维平面上的位置能够预先建立对应。

[0035] 测距装置11和拍摄装置12可以配置为测定或拍摄被拍摄体的光学系统的光轴彼此平行且接近。在该情况下,也可以没有用于使彼此的光轴一致的光学系统14。在测距装置11和拍摄装置12中,检测出的点云数据以及图像间没有视差或者视差小。测距装置11输出的点云数据和拍摄装置12输出的图像能够以在同一帧彼此位置对应的方式重合。

[0036] 测距装置11以及拍摄装置12可以以彼此的相对位置及朝向被固定的方式固定于移动体。移动体例如包括汽车、机器人、人类、手推车、轮椅、自走式吸尘器等家电设备、无人机等无人驾驶飞行器、具有移动功能的玩具、以及安装于这些物品等的任意的移动体。

[0037] 信息处理装置13是计算机。信息处理装置13可以是包括通用计算机、工作站以及PC(Personal Computer:个人计算机)等在内的各种计算机中的任一种。信息处理装置13可以是进行用于环境地图构筑及自身位置推定的特定处理的专用计算机。信息处理装置13可以读取专用程序及数据来执行以下说明的信息处理装置13的各功能。

[0038] (姿势推定系统的具体例)

[0039] 参照图2对姿势推定系统10的更具体的一例进行说明。姿势推定系统10包括具有测距装置11和拍摄装置12功能的检测装置21,以及信息处理装置13。作为与测距装置11对应的结构构件,检测装置21包括照射部22、反射部23、控制部24、第一光学系统25以及检测

元件26。另外,作为与拍摄装置12对应的结构构件,检测装置21包括控制部24、第二光学系统27以及拍摄元件28。检测装置21还包括切换部32。

[0040] (测距装置的结构)

[0041] 照射部22放射红外线、可见光、紫外线及电波中的至少任一种的电磁波。在一个实施方式中,照射部22放射红外线。照射部22将放射的电磁波直接或经由反射部23间接地朝向作为被拍摄体的对象ob照射。在图2图示的实施方式中,照射部22将放射的电磁波经由反射部23间接地朝向对象ob照射。对象ob包括位于测距装置11的测定范围的全部物体。

[0042] 在一个实施方式中,照射部22放射宽度较细例如 0.5° 的光束状的电磁波。另外,在一个实施方式中,照射部22能够以脉冲状放射电磁波。例如,照射部22包括LED(Light Emitting Diode,发光二极管)以及LD(Laser Diode,激光二极管)等。照射部22基于后述控制部24的控制来切换电磁波的放射及停止。

[0043] 反射部23通过一边改变朝向一边反射从照射部22放射的电磁波,从而变更照射到对象ob的电磁波的照射位置。照射位置等于由测距装置11测定距离的测定位置。反射部23利用从照射部22放射的电磁波,对包含对象ob的测定范围进行扫描。

[0044] 反射部23能够在二维方向上扫描电磁波的照射位置。反射部23能够进行使测距装置11进行检测的照射位置进行常规扫描,照射位置在水平方向上扫描并依次在垂直方向上移动。反射部23也可以利用其他任意的对测定范围进行扫描。

[0045] 反射部23构成为从照射部22放射进而反射后的电磁波的照射区域的至少一部分包含在检测元件26的检测范围内。因此,经由反射部23照射到对象ob的电磁波的至少一部分能够在检测元件26中检测出。

[0046] 反射部23例如包括MEMS(Micro Electro Mechanical Systems,微机电系统)反射镜、多面反射镜以及检电流计镜等。

[0047] 反射部23基于后述控制部24的控制,来改变反射电磁波的朝向。另外,反射部23也可以具有例如编码器等角度传感器,也可以将由角度传感器检测出的角度作为反射电磁波的方向信息通知给控制部24。在这样的结构中,控制部24能够基于从反射部23获取的方向信息来计算照射位置。另外,控制部24基于为了使反射部23改变反射电磁波的朝向而输入的驱动信号来计算照射位置。

[0048] 在控制部24基于从反射部23获取的方向信息或输入到反射部23的驱动信号来计算照射位置的情况下,反射部23能够配置为扫描电磁波的方向的中心轴与拍摄装置12的光轴实质上平行且接近。

[0049] 控制部24包括一个以上的处理器以及存储器。处理器可以包括读取特定程序来执行特定功能的通用处理器和专用于特定处理的专用处理器中的至少任一个。专用处理器可以包括面向特定用途的IC(ASIC;Application Specific Integrated Circuit;专用集成电路)。处理器可以包括可编程逻辑器件(PLD;Programmable Logic Device)。PLD可以包括FPGA(Field-Programmable Gate Array;现场可编程门阵列)。控制部24也可以包括由一个或复数个处理器协作的SoC(System-on-a-Chip,片上系统)以及SiP(System In a Package,封装系统)中的至少任一种。

[0050] 控制部24构成为能够控制反射部23及切换部32。控制部24根据反射部23的电磁波的照射位置及照射时刻,能够控制切换部32,以使检测元件26获取被反射的电磁波。如后所

述,控制部24能够从检测元件26获取检测信息来计算距离。控制部24能够根据各测定位置和该测定位置处的距离生成点云数据。另外,控制部24能够从拍摄元件28获取图像信号。控制部24能够将点云数据以及图像信号输出到信息处理装置13。

[0051] 第一光学系统25使从照射部22照射且被反射部23反射、并朝向测定范围照射的电磁波的来自对象ob的反射波行进,并由检测元件26检测。如后所述,第一光学系统25的光轴可以构成为与第二光学系统27的光轴在对象ob侧一致。

[0052] 检测元件26包括能够检测从照射部22射出的电磁波的元件。例如,检测元件26包括APD(Avalanche Photo Diode:雪崩光电二极管)以及PD(Photo Diode:光电二极管)等单一的元件。检测元件26也可以包括APD阵列、PD阵列、测距成像阵列以及测距图像传感器等元件阵列。在一个实施方式中,检测元件26将表示检测到来自被拍摄体的反射波的检测信息作为信号向控制部24发送。检测元件26例如检测红外线的频带的电磁波。

[0053] 此外,在检测元件26是构成上述测距传感器的单一的元件的结构中,只要能够检测电磁波即可,对象ob没有必要在检测面上成像。因此,检测元件26也可以不设置在基于后述的第一后级光学系统30的成像位置即二次成像位置。即,在该结构中,只要是能够使来自全部视角的电磁波入射到检测面上的位置即可,检测元件26也可以配置在切换部32使电磁波沿第一方向d1行进后经由第一后级光学系统30而行进的路径上的任意位置。

[0054] 控制部24基于由检测元件26检测到的电磁波,获取距离。控制部24基于由检测元件26检测的检测信息,如以下说明那样,利用ToF(Time-of-Flight:飞行时间)方式获取由照射部22照射的照射位置的距离。

[0055] 控制部24通过将电磁波放射信号向照射部22输入,使照射部22放射脉冲状的电磁波。照射部22基于输入的该电磁波放射信号来照射电磁波。照射部22放射且由反射部23反射而照射于任意的照射区域的电磁波在该照射区域反射。然后,检测元件26在该照射区域检测反射出的电磁波时,将检测信息向控制部24通知。

[0056] 控制部24测量从使照射部22放射电磁波的时刻到获取到检测信息的时刻为止的时间。控制部24在该时间内乘以光速且除以二来计算出照射位置为止的距离。在检测元件26是单一的元件的情况下,如上所述,控制部24基于从反射部23获取的方向信息或自身向反射部23输出的驱动信号,来计算照射位置。在检测元件26包含元件阵列的情况下,控制部24能够基于被对象ob反射的电磁波在元件阵列上被检测的位置,计算照射位置。如上所述,照射位置是测距装置11的测定位置。控制部24通过一边改变照射位置一边计算出各照射位置的距离,创建包含复数个测定位置和距离的信息的点云数据。

[0057] (拍摄装置的结构)

[0058] 第二光学系统27使与测距装置11的测定范围重叠的范围中的对象ob的像在拍摄元件28的拍摄面上成像。

[0059] 拍摄元件28将在拍摄面上成像的像变换为电信号,并生成包含对象ob的拍摄范围的图像。拍摄元件28可以包括CCD图像传感器(Charge-Coupled Device Image Sensor,电荷耦合器件图像传感器)以及CMOS图像传感器(Complementary MOS Image Sensor,互补金属氧化物半导体图像传感器)中的任一个。

[0060] 拍摄元件28将生成的图像向控制部24输出。控制部24可以对图像进行失真校正、亮度调整、对比度调整、伽马校正等任意处理。

[0061] 在点云数据及图像中的至少任一个包含失真的情况下,控制部24可以校正失真。在检测点云数据的光学系统与拍摄图像的光学系统之间存在偏差的情况下,控制部24可以校正点云数据及图像中的至少任一个,以降低该偏差造成的影响。该点云数据及图像的校正也可以不利用控制部24而利用信息处理装置13进行。

[0062] (光学系统和切换部的结构)

[0063] 第一光学系统25包括与第二光学系统27通用的前级光学系统29和位于切换部32的后级的第一后级光学系统30。第二光学系统27包括与第一光学系统25通用的前级光学系统29和位于切换部32的后级的第二后级光学系统31。前级光学系统29例如包括透镜和反射镜中的至少一方,使作为被拍摄体的对象ob的像成像。

[0064] 切换部32只要设置在距前级光学系统29规定距离的对象ob的像的、由前级光学系统29进行的成像位置即一次成像位置或该一次成像位置附近即可。切换部32具有作用面as,该作用面as供通过了前级光学系统29的电磁波入射。作用面as由沿二维状排列的复数个像素px构成。作用面as在后述的第一状态以及第二状态中的至少任一个状态下,成为使电磁波产生例如反射和透过等作用的面。

[0065] 切换部32能够使每个像素px在使入射至作用面as的电磁波向第一方向d1行进的第一状态和向第二方向d2行进的第二状态之间切换。第一状态是将入射至作用面as的电磁波向第一方向d1反射的第一反射状态。另外,第二状态是将入射至作用面as的电磁波向第二方向d2反射的第二反射状态。

[0066] 更具体而言,切换部32使每个像素px包括反射电磁波的反射面。切换部32通过变更每个像素px的反射面的朝向,从而使每个像素px在第一反射状态以及第二反射状态之间进行切换。在一个实施方式中,切换部32包括例如DMD(Digital Micro mirror Device:数字微镜器件)。DMD通过驱动构成作用面as的微小反射面,从而能够对每个像素px将该反射面切换为相对于作用面as倾斜规定角度例如+12°以及-12°的任一倾斜状态。此外,作用面as与DMD中的载置微小的反射面的基板的板面平行。

[0067] 切换部32基于控制部24的控制,针对每个像素px切换第一状态以及第二状态。例如,切换部32能够同时通过将一部分像素px1切换为第一状态,从而能够使入射至该像素px1的电磁波向第一方向d1行进,通过将另一部分像素px2切换为第二状态,从而能够使入射至该像素px2的电磁波向第二方向d2行进。另外,切换部32通过将同一像素px从第一状态切换为第二状态,从而能够使入射至该像素px的电磁波向第一方向d1然后朝向第二方向d2行进。

[0068] 如图2所示,第一后级光学系统30设置在从切换部32起的第一方向d1上。第一后级光学系统30例如包括透镜以及反射镜中的至少一方。第一后级光学系统30使在切换部32中切换了行进方向的电磁波入射至检测元件26。

[0069] 第二后级光学系统31设置在从切换部32起的第二方向d2上。第二后级光学系统31例如包括透镜以及反射镜中的至少一方。第二后级光学系统31使作为在切换部32中切换了行进方向的电磁波的对象ob的图像在拍摄元件28的拍摄面上成像。

[0070] 通过以上这样的结构,检测装置21能够使前级光学系统29的光轴ax在第一状态下与第一后级光学系统30的光轴一致,并且在第二状态下与第二后级光学系统31的光轴一致。因此,检测装置21通过将切换部32的像素px切换为第一状态以及第二状态中的任一个,

从而能够降低在元件阵列的情况下检测元件26检测距离的测定位置与拍摄元件28拍摄的图像之间的视差的偏差。

[0071] 控制部24随着反射部23移动照射位置,能够将切换部32中的一部分的像素px切换为第一状态,并且将另一部分像素px切换为第二状态。因此,检测装置21能够同时在一部分像素px中使检测元件26检测电磁波,在另一部分像素px中使拍摄元件28检测图像。由此,检测装置21能够实质上同时获取相同视野内的照射位置的距离和除了电磁波的照射位置附近以外的部分的图像。

[0072] 此外,在图2的结构例中,为了使测距装置11的测定距离的光轴与拍摄装置12的光轴一致或接近,使用了包括切换部32的光学系统。但是,使测距装置11与拍摄装置12的光轴一致或接近的方法不限于于此。例如,图1的光学系统14能够构成为利用测距装置11的检测的光和拍摄装置12的拍摄的图像的波长的差异。例如,光学系统14能够构成为使用分光镜或二向色棱镜等,使测距装置11的光学系统的光轴与拍摄装置12的光轴在对象ob侧一致。

[0073] (信息处理装置)

[0074] 如图3所示,一个实施方式的信息处理装置13包括点云数据获取部41、图像获取部42、控制部43、存储部44以及输出部45。

[0075] 点云数据获取部41从测距装置11获取表示距离分布的点云数据。点云数据获取部41可以包括与测距装置11进行通信的通信模块。在图2的检测装置21的情况下,点云数据获取部41从构成测距装置11的一部分的控制部24获取点云数据。点云数据至少包括表示从二维平面观察测定范围时的测定位置的二维的位置信息和到位于该位置的对象ob的距离的测定值。

[0076] 图像获取部42从拍摄装置12获取图像。图像获取部42可以包括与拍摄装置12进行通信的通信模块。在图2的检测装置21的情况下,图像获取部42从构成拍摄装置12的一部分的控制部24获取图像。测距装置11获取点云数据的时刻和拍摄装置12获取图像的时刻可以同步。

[0077] 控制部43与检测装置21的控制部24同样地包括一个以上的处理器及存储器。控制部43与检测装置21的控制部24同样地可以包括读取特定程序来执行特定功能的通用处理器以及专用于特定的处理的专用处理器中的至少任一个。

[0078] 控制部43能够获取作为二维平面观察时的测定范围和拍摄范围至少部分重叠的点云数据以及图像。控制部43能够获取实质上在同时刻测定以及拍摄到的点云数据以及图像,作为一组数据。实质上相同的时刻包括测距装置11测定一帧点云数据的时刻和拍摄装置12拍摄图像的时刻重叠。另外,实质上相同的时刻包括测距装置11和拍摄装置12基于相同定时信号进行测距及拍摄。

[0079] 控制部43能够依次获取二组点云数据以及图像。控制部43能够将第一组点云数据及图像作为第一点云数据及第一图像,将第二组点云数据及图像作为第二点云数据及第二图像。控制部43计算表示第一图像及第二图像的各位置的对应关系的信息,能够基于表示该对应关系的信息,建立第一点云数据和第二点云数据的对应。建立第一点云数据和第二点云数据的对应是指,将第一点云数据中包含的各点和第二点云数据中包含的各点的数据建立对应。通过使用表示第一图像及第二图像的各位置的对应关系的信息而被建立对应的第一点云数据及第二点云数据的各点,并不限于位于第一图像及第二图像的特征点的

点。此外,本实施方式的姿势推定系统10构成为由控制部43计算表示第一图像及第二图像的各位的对应关系的信息,但姿势推定系统10也可以构成为使服务器或云等网络上的信息处理装置计算该信息,由控制部43获取该信息处理装置所计算的信息。

[0080] 控制部43能够基于第一点云数据和第二点云数据的对应建立,来推定测距装置11及拍摄装置12的旋转量及移动量。即,控制部43能够进行移动体的姿势推定。控制部43能够根据依次获取的点云数据以及推定出的旋转量及移动量的信息,构筑周边环境的地图并且推定该环境地图内的自身位置。

[0081] 存储部44包括半导体存储器和/或磁存储器。存储部44例如可以作为主存储装置、辅助存储装置或高速缓冲存储器发挥功能。存储部44存储在信息处理装置13的动作中使用的任意信息。例如,存储部44也可以存储系统程序、应用程序、管理数据库等。存储部44能够暂时保存由点云数据获取部41获取到的点云数据、由图像获取部42获取到的图像、以及从这些数据加工得到的信息。

[0082] 存储部44可以依次积累并存储位于周边环境的点云数据的坐标,以及旋转量及移动量的信息。存储部44可以存储由控制部43依次构筑的环境地图。

[0083] 输出部45构成为能够从信息处理装置13向外部输出信息。输出部45包括显示器、向外部计算机发送信息的通信模块、向存储介质输出信息的装置等中的任一个以上。输出部45可以通过电线对搭载信息处理装置13的移动体以外的系统输出构筑的环境地图以及推定的自身位置的信息。

[0084] 此外,在图2中,检测装置21和信息处理装置13是分体的。但是,信息处理装置13可以安装在与图2的检测装置21相同的硬件中。信息处理装置13的控制部43也可以与检测装置21的控制部24通用化。

[0085] (姿势推定处理)

[0086] 以下,使用图4的流程图对控制部43所执行的姿势推定处理进行说明。信息处理装置13可以构成为通过读取存储在非临时的计算机可读介质中的程序来安装以下说明的控制部43所进行的处理。非临时的计算机可读介质包括磁存储介质、光存储介质、光磁存储介质、半导体存储介质,但不限于此。

[0087] 控制部43经由图像获取部42以及点云数据获取部41,获取第一图像及第一点云数据(步骤S101)。第一图像和第一点云数据的拍摄及测定的视点一致或接近。此外,在测距装置11的测定范围和拍摄装置12的拍摄范围仅在一部分重叠的情况下,从重叠的部分获取进行以下处理的第一图像及第一点云数据。对于第二图像及第二点云数据也是同样的。

[0088] 图5是表示由图像获取部42获取的图像的一例。图6示出了将由点云数据获取部41获取的点云数据作为二维距离图像进行表示的一例。在距离图像中,到由二维空间表示的测距装置11的视野内的各测定位置为止的距离由表示各测定位置的各点的颜色或亮度来呈现。

[0089] 在步骤S101之后,控制部43经由图像获取部42及点云数据获取部41,获取第二图像及第二点云数据(步骤S102)。通过搭载测距装置11及拍摄装置12的移动体的旋转及移动,拍摄和测定到的第二图像及第二点云数据的视点与拍摄和测定到的第一图像及第一点云模型的视点不同。由此,第二图像的拍摄范围和第一图像的拍摄范围存在偏差,但彼此的拍摄范围的一部分重叠。另外,第二点云数据的测定范围和第一点云数据的测定范围存在

偏差,但彼此的测定范围的一部分重叠。

[0090] 第一图像和第一点云数据可以在第一时刻下被拍摄和测定,第二图像和第二点云数据可以在第一时刻之后的第二时刻下被拍摄和测定。控制部43可以在第二时刻以后依次获取在相同时刻下被拍摄及测定出的图像和点云数据。以下,获取第一图像及第一点云数据的组和第二图像及第二点云数据的组,推定在第一时刻与第二时刻之间的旋转量及移动量。第二时刻以后的旋转量及移动量也能够同样地依次推定。此外,第一图像和第一点云数据未必一定在同一时刻下被拍摄及测定。如果拍摄第一图像的拍摄范围以及获取第一点云数据的测定范围没有变化,则第一图像的拍摄和第一点云数据的测定能够在不同的时间依次进行。对于第二图像及第二点云数据也是同样的。

[0091] 以下步骤S103至S105和步骤S106至S108分别是一系列的处理。步骤S103至S105是对第一图像及第二图像的处理。步骤S106至S108是对第一点云数据及第二点云数据的处理。步骤S103至S105和步骤S106至S108可以交替,也可以并行地被执行。

[0092] 在步骤S102之后,控制部43在获取到的第一图像及第二图像中存在失真的情况下,进行减少失真的校正(步骤S103)。例如,第一图像及第二图像具有如图5所示那样桶形的失真,这是由于拍摄装置12所具有的透镜等引起的。控制部43能够对这些失真进行校正,以使图像成为矩形。通过校正失真,从而获取例如图7的上段所示例的第一图像和第二图像。

[0093] 接着,控制部43提取第一图像及第二图像的特征点(步骤S104)。作为提取特征点的方法,例如能够使用包括SHIFT(Scale-Invariant Feature Transform,尺度不变特征变换)、SURF(Speeded Up Robust Features,加速稳健特征)以及ORB(定向FAST与旋转BRIEF)在内的各种方法。另外,在提取特征点时,作为排除噪声等引起的偏离值的影响的方法,已知有RANSAC(Random Sample Consensus:随机样本一致性算法)。

[0094] 控制部43使用特征点,计算表示第一图像与第二图像的对应关系的信息(步骤S105)。控制部43使用全景图像创建技术,通过对特征点进行匹配并通过使图像彼此重叠,从而能够得到第一图像和第二图像的每个像素的对应关系。例如,控制部43通过对第二图像进行单应性变换(Homography Transformation),能够使第二图像的特征点与第一图像的特征点重合。控制部43根据第一图像的特征点和第二图像的特征点,计算单应性变换的变换矩阵。在该情况下,单应性变换的变换矩阵是表示第一图像和第二图像的对应关系的信息。

[0095] 通过使用表示第一图像和第二图像的对应关系的信息,如图7所示,能够对第一图像和第二图像进行合成。图7是配置有桌子以及椅子等的办公室内的图像。图8是用简单的附图示出使用了第一图像和第二图像的单应性变换的合成的图像。在图8的例子中,通过使矩形的第二图像变形为梯形,并投影到第一图像的坐标系中,使特征点一致。单应性变换的变换矩阵可以使用最小二乘法进行推定,以在使用单应性变换使第一图像的特征点和第二图像的特征点匹配时,将特征点间的误差最小化。

[0096] 接着,对步骤S106至步骤S108进行说明。

[0097] 测距装置11在一次扫描中能够获取的测定点(相当于点云数据的各点)的数量少于由拍摄装置12拍摄的图像的像素数。因此,控制部43进行将第一点云数据及第二点云数据变换为具有与图像的像素数相同的像素数的数据的处理(步骤S106)。控制部43将第一点

云数据及第二点云数据的纵和横的点的数量变换为与第一图像及第二图像的纵和横的像素数一致。由此,第一图像及第二图像的各像素分别与第一点云数据及第二点云数据中的任意点建立对应。

[0098] 接着,控制部43在被扩展的第一点云数据及第二点云数据具有失真的情况下进行失真的校正(步骤S107)。该失真的校正可以不在步骤S106之后,而在步骤S106之前或后述步骤S108之后进行。

[0099] 图9A及图9B示出了将扩展及失真校正后的第一点云数据以及第二点云数据显示为距离图像的一例。从图9A及图9B可知,在点云数据中,难以像图像那样检测被拍摄体的边缘。另一方面,在点云数据中,容易获取壁等平坦部分的测定点的距离数据。此外,图9A及图9B的点云数据作为例示示出。图9A及图9B与图7同样地,对有桌子和椅子等的办公室之内进行了测定,但测定了与图7所示的第一图像及第二图像不同的场景。

[0100] 接着,控制部43根据扩展及失真校正后的第一点云数据及第二点云数据分别计算三维空间的点云(步骤S108)。即,控制部43将由表示点云数据的各点的位置的二维坐标(u, v)和各点的距离 d 构成的二维空间的点云数据(u, v, d)变换为三维空间的点的坐标(x, y, z)。三维空间的坐标(x, y, z)是三维空间中的测距装置11的测定位置。在此,三维坐标(x, y, z)例如能够是如下坐标系:以测距装置11的位置为原点,将测距装置11检测对象ob的光学系统的方向设为 z 轴,将与 z 轴正交且相互正交的两个轴设为 x 轴及 y 轴。该三维空间的坐标轴相对于测距装置11固定,与测距装置11旋转和移动同时地旋转和移动。

[0101] 图10A及图10B是分别显示为从特定方向观察基于与图9A对应的第一点云数据及与图9B对应的第二点云数据而计算出的三维空间的点云时的图。图10A及图10B是从不同的视点观察重叠的测定范围。

[0102] 接着,控制部43使用表示由步骤S105计算出的第一图像和第二图像的对应关系的信息,进行第一点云数据和第二点云数据的对应建立,获取对应点在三维空间中的坐标(步骤S109)。对于步骤S109分为以下两个阶段进行说明。

[0103] 首先,控制部43对如图9A及9B所示的具有与第一图像及第二图像的像素排列相同的点排列的二维第一点云数据及第二点云数据进行各点的对应建立。控制部43基于表示在步骤S105中计算出的对应关系的信息,提取位于相互对应的位置(u, v)的第一点云数据的点和第二点云数据的点。例如,在步骤S105中控制部43计算出将第二图像单应性变换为第一图像的变换矩阵的情况下,控制部43将该变换矩阵应用于二维的第二点云数据的各点。控制部43提取变换后的第二点云数据的点与位置(u, v)一致的第一点云数据的点。在提取出的第一点云数据的点和第二点云数据的点的距离 d 在考虑误差及能够移动的距离的范围后彼此大致相等的情况下,能够判断为两个点对应。在该方法中,基于表示对应关系的信息,检查第一点云数据上的点和第二点云数据上的点整体的对应关系。因此,与仅使用图像的特征点进行点云数据的对应建立的情况相比,能够进行更多的点的对应建立。

[0104] 接着,控制部43获取在二维空间建立对应后的第一点云数据的点(u, v, d)以及第二点云数据的点(u, v, d)所分别对应的点的三维空间的坐标(x, y, z)。与二维点云数据的点对应的三维空间的坐标(x, y, z)在步骤S108中被计算。这些坐标(x, y, z)是由三维空间的坐标表示的相互对应的第一点云数据的点和第二点云数据的点的坐标。

[0105] 控制部43从由三维空间的坐标(x, y, z)表示的对应点的组排除不要的点(步骤

S110)。例如,删除距离被计算为0的点。另外,判断为异常值的点可以被删除。

[0106] 控制部43使用对应点的三维空间的坐标,推定姿势推定系统10以及搭载姿势推定系统10的移动体的姿势(步骤S111)。姿势推定能够通过求出旋转矩阵以及平移向量,使第一点云数据及第二点云数据中包含的各对应点间的距离最小化来进行。例如,将第一点云数据的对应点的坐标设为 p_i ($i=1、2、\dots、n$),将第二点云数据的对应点的坐标设为 q_i ($i=1、2、\dots、n$)。在此, n 是各点云数据的对应点的数量。另外, R 为目标旋转矩阵, t 为目标平移向量。旋转矩阵 R 及平移向量 t 可通过以下的数学式(1)求出。

[0107] 数学式(1)

$$[0108] \quad \min \sum_{i=1}^n \|q_i - (Rp_i + t)\|^2$$

[0109] 如上所述,控制部43能够计算第一时刻与第二时刻之间的移动体的旋转量及移动量,进行姿势推定。

[0110] 另外,控制部43能够在移动体依次改变位置及姿势时,依次获取测距装置11测定出的点云数据以及拍摄装置12拍摄到的图像。控制部43能够基于推定出的移动体的旋转量及移动量,在全局坐标系中重构被测定的点云数据的信息,以构筑环境地图。控制部43能够推定构筑出的全局坐标系的环境地图中的移动体的自身位置和姿势。

[0111] 根据使用了本公开的信息处理装置13的姿势推定系统10,使用表示第一图像和第二图像的对应关系的信息,提取了第一点云数据和第二点云数据的对应点,因此能够提取大量的对应点。由此,提高了姿势推定的精度。进而,在使用该姿势推定系统10构筑了环境地图的情况下,提高了姿势推定的精度,因此能够降低姿势推定的误差的累积,因此能够构筑更准确的环境地图。

[0112] (比较实验)

[0113] 本发明人准备了使搭载有姿势推定系统10的移动体在水平面内每次旋转10度合计旋转360度而测定及拍摄到的点云数据以及图像,通过本公开的方法进行了环境地图的创建。另外,作为比较例,本发明人针对相同点云数据及图像,从图像中提取基于ORB的特征点,通过使用该特征点进行点云数据的对应建立,从而制作了环境地图。图11是利用本公开的方法构筑的环境地图。图12是利用比较例的方法构筑的环境地图。在任一种中,角度 θ 均是旋转360度后累积的旋转量的误差。

[0114] 从图11及图12可知,本公开的方法比比比较例的方法误差的累积小且提高了精度。

[0115] 本发明人对针对基于ORB的特征点排除了基于RANSAC的偏离值后的数据,进行了姿势推定。本公开的方法相对于该方法可见显著的精度改善。

[0116] 如以上说明那样,本公开的信息处理装置13能够针对更多的点容易地进行由测距装置11在不同的视点获取的第一点云数据及第二点云数据间的对应建立。由此,提高了移动体的姿势推定的精度。进而,通过提高姿势推定的精度,从而提高了环境地图的构筑以及自身位置推定的精度。

[0117] 基于各附图和实施例对本公开的实施方式进行了说明,但是,应该注意的是,本领域技术人员基于本公开容易进行各种变形或修正。因此,应该理解为,这些变形或修正也包括在本公开的范围。例如,各结构部或各步骤等中包含的功能等在逻辑上不矛盾的范围

内能够再配置,也可以将复数个结构部或步骤等组合成一个或者进行分割。本公开的实施方式也可以作为由装置所具备的处理器来执行的方法、程序或存储有程序的存储介质来实现。应该理解为这些也包括在本公开的范围內。

附图说明

[0118]

[0119] 10姿势推定系统

[0120] 11测距装置

[0121] 12拍摄装置

[0122] 13信息处理装置

[0123] 14光学系统

[0124] 21检测装置

[0125] 22照射部

[0126] 23反射部

[0127] 24控制部

[0128] 25第一光学系统

[0129] 26检测元件

[0130] 27第二光学系统

[0131] 28拍摄元件

[0132] 29前级光学系统

[0133] 30第一后级光学系统

[0134] 31第二后级光学系统

[0135] 32切换部

[0136] 41点云数据获取部

[0137] 42图像获取部

[0138] 43控制部

[0139] 44存储部

[0140] ax光轴

[0141] d1第一方向

[0142] d2第二方向

[0143] ob对象(被拍摄体)

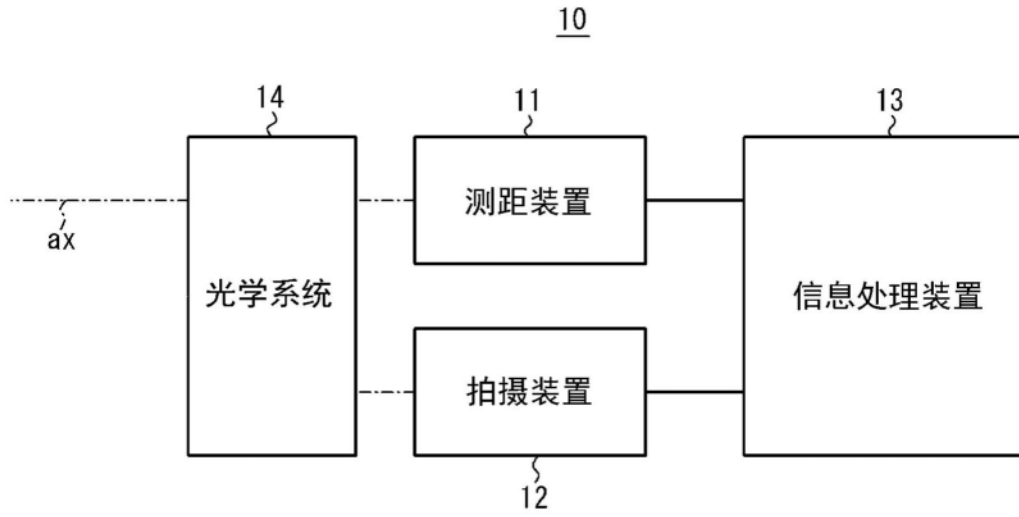


图1

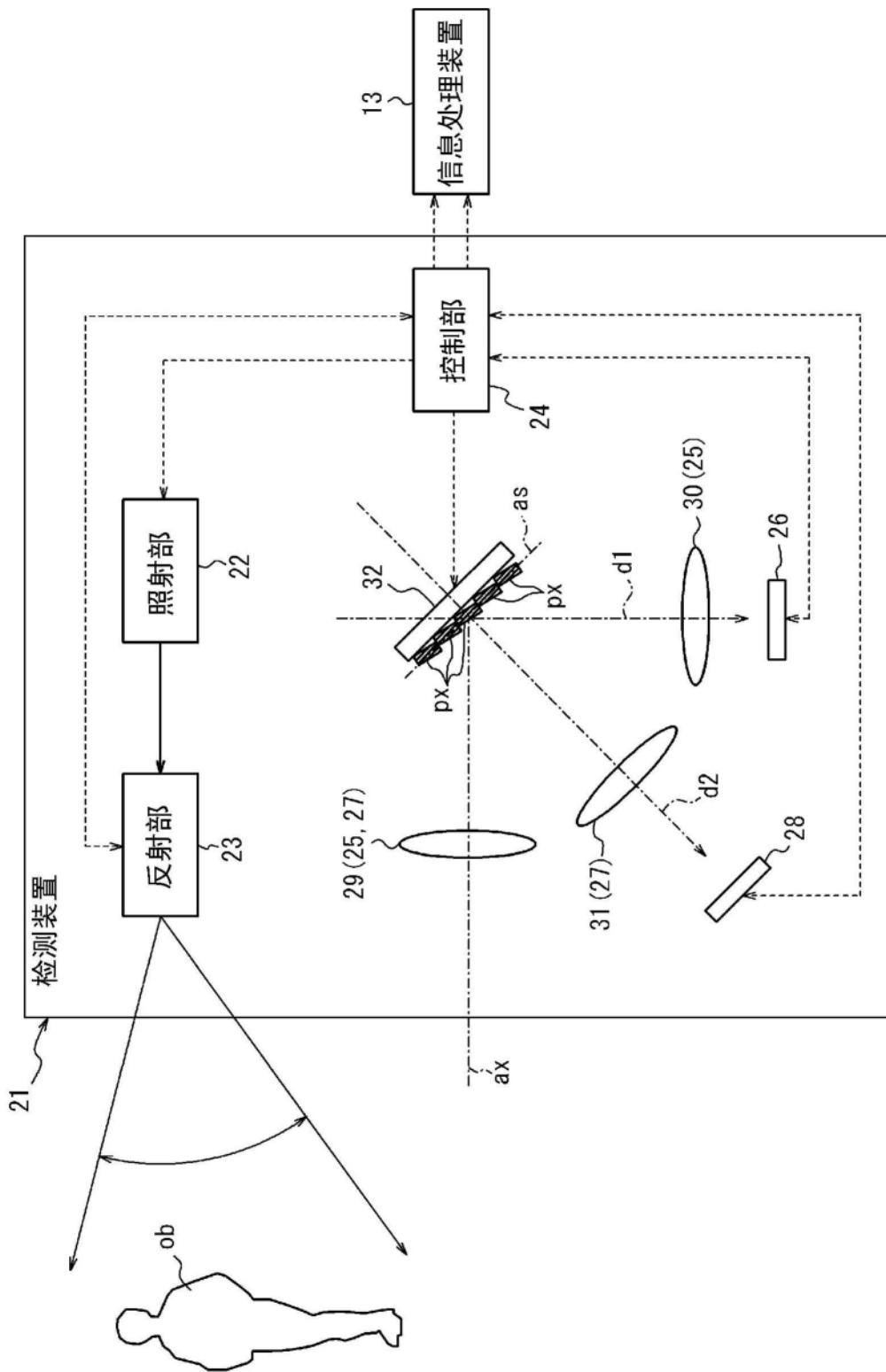


图2

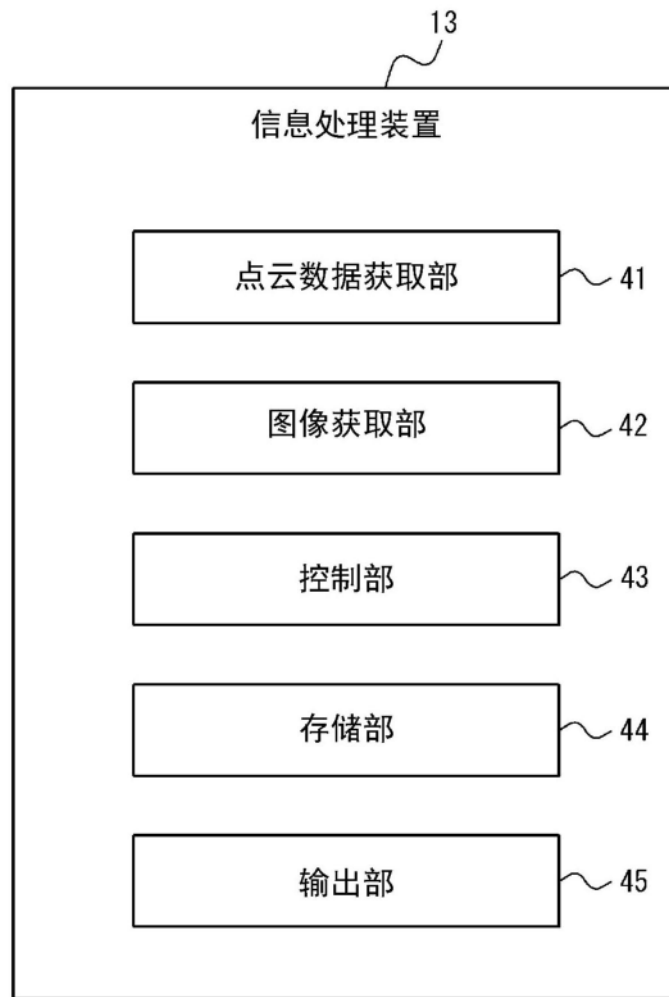


图3

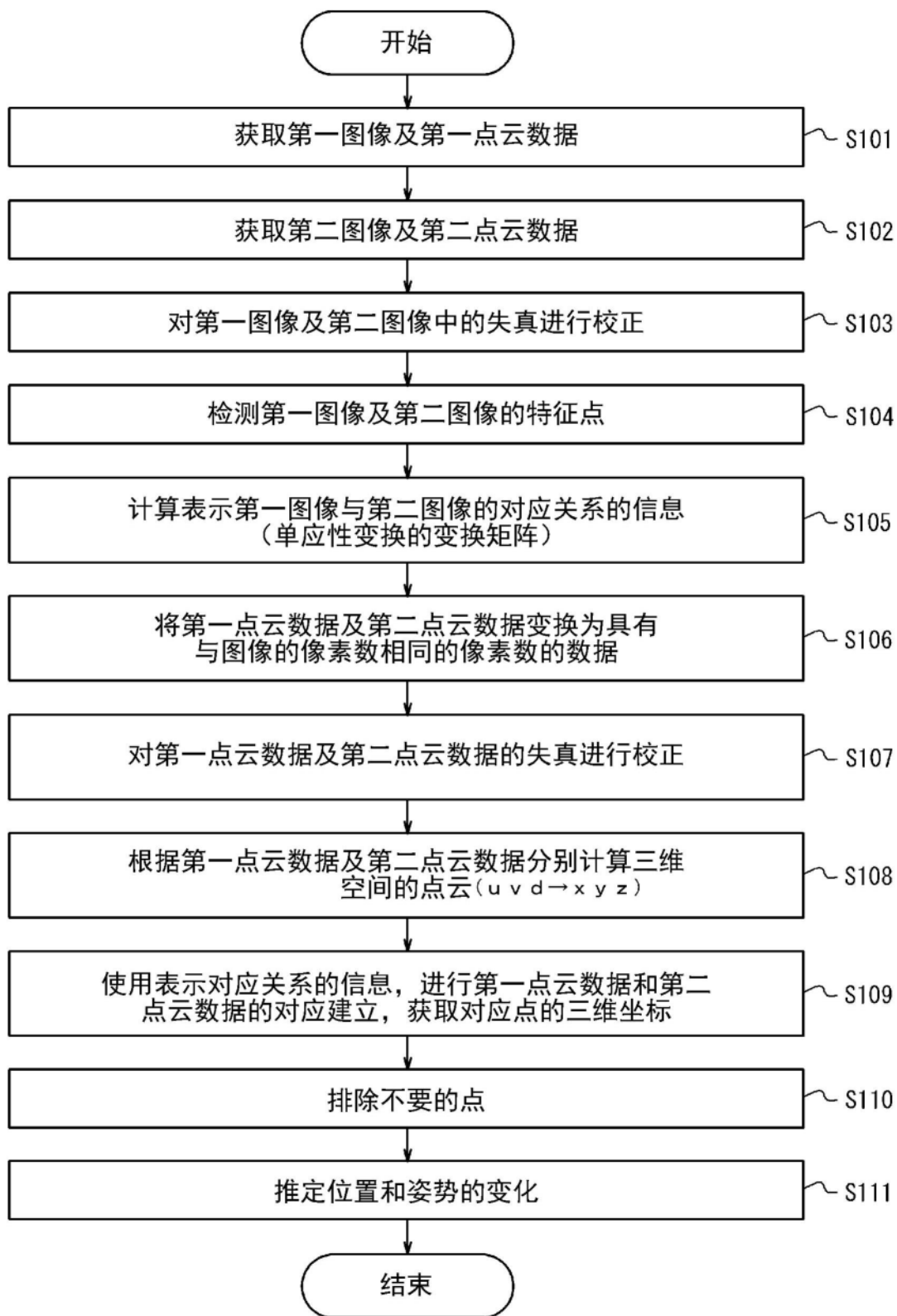


图4

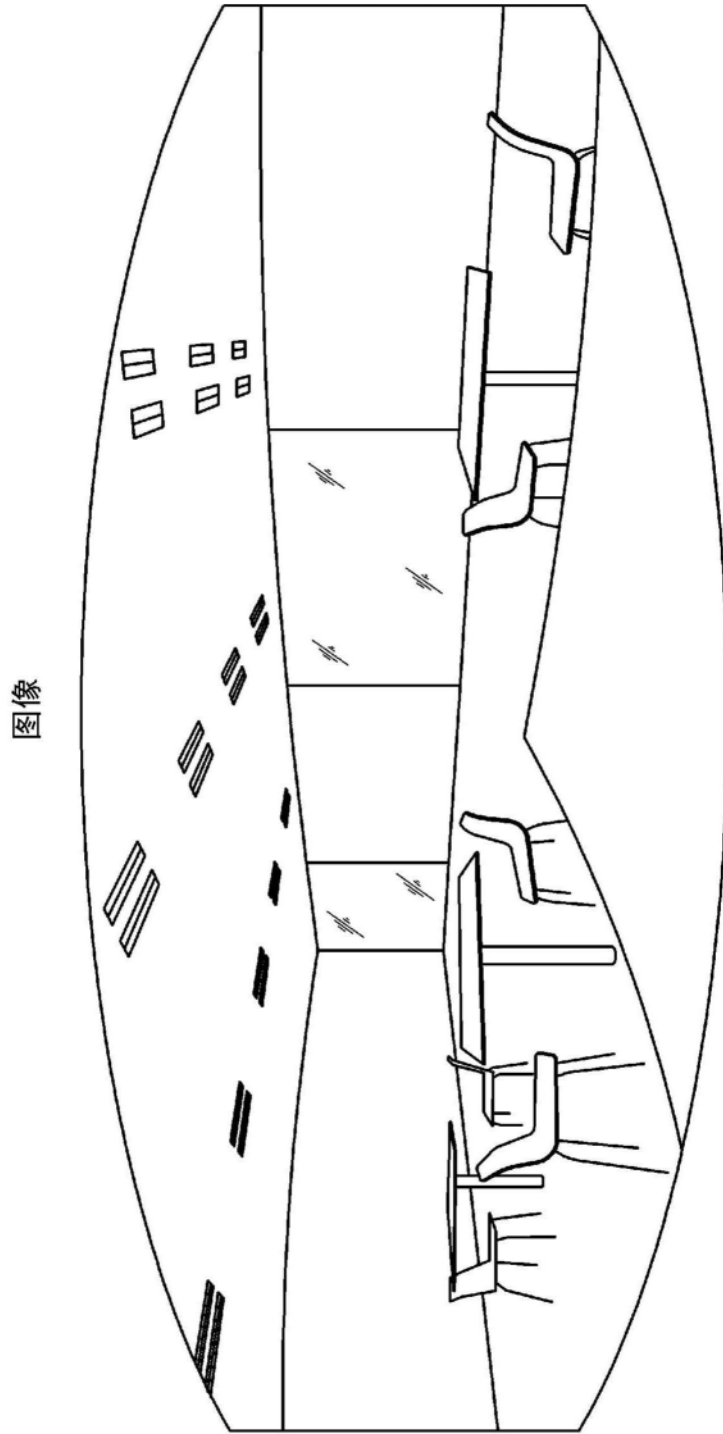


图5

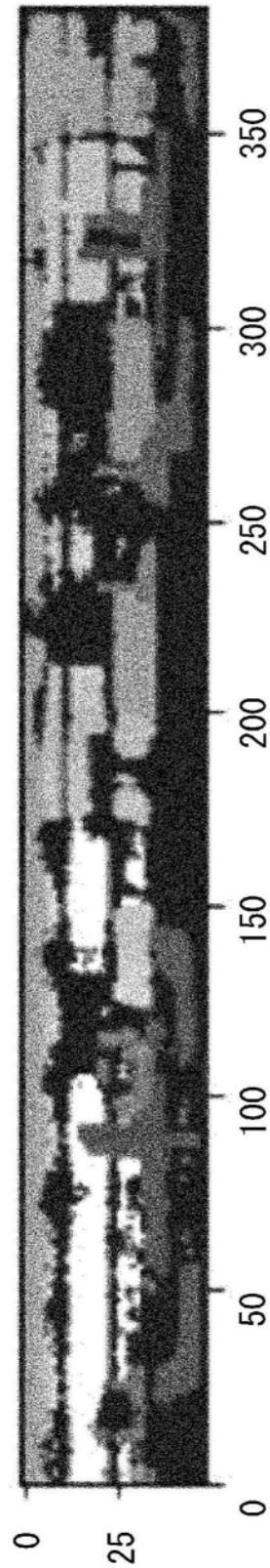


图6

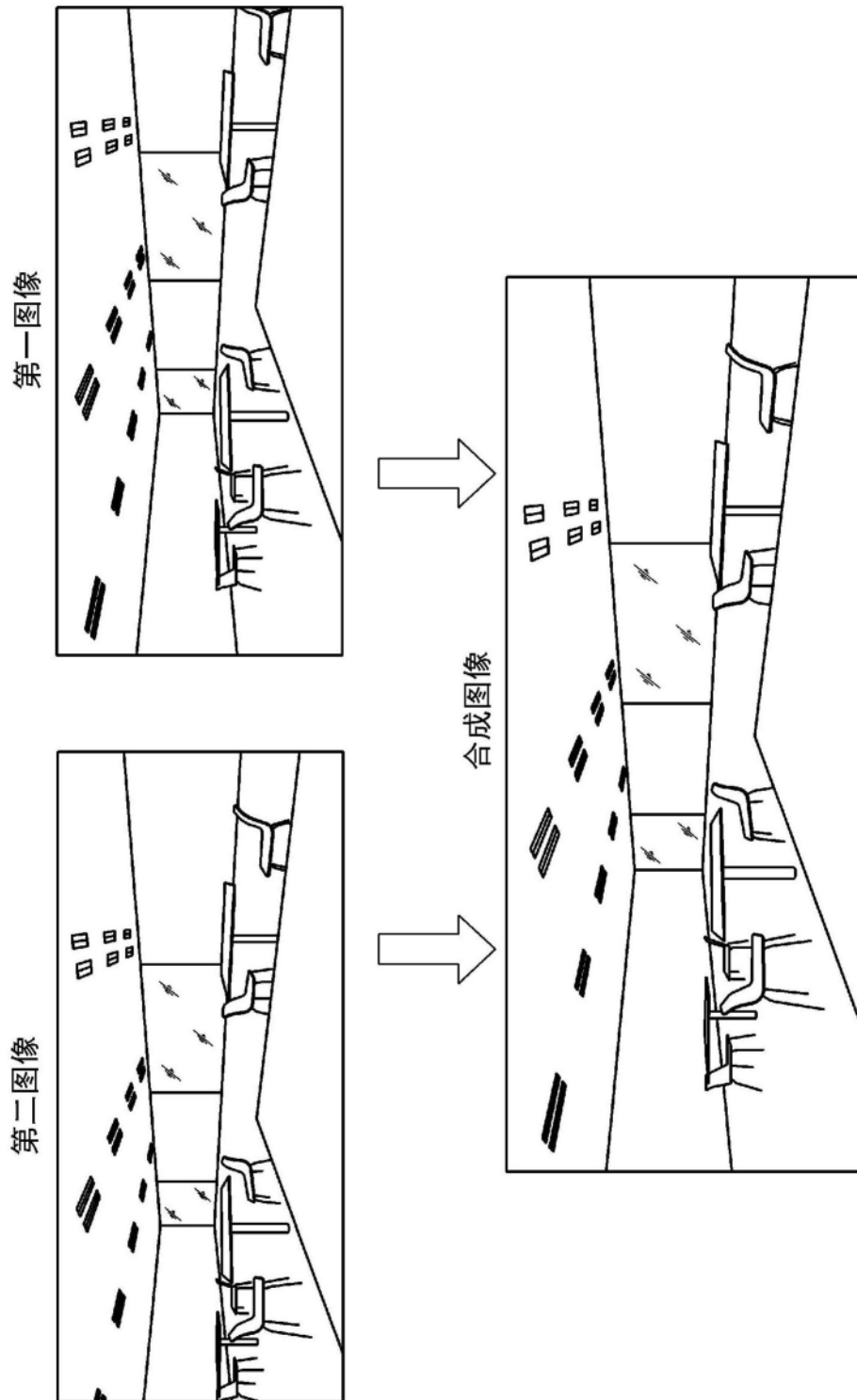


图7

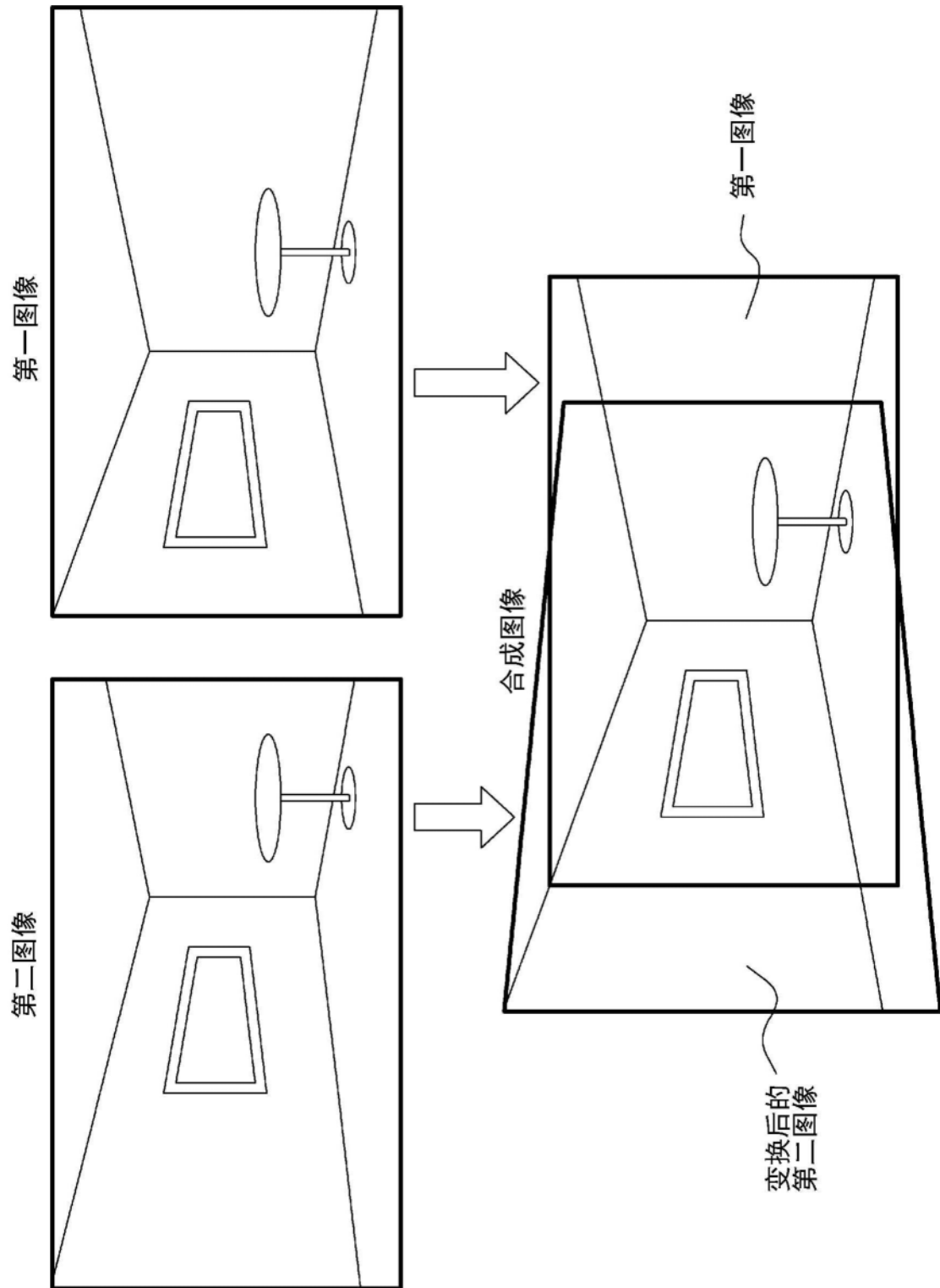


图8

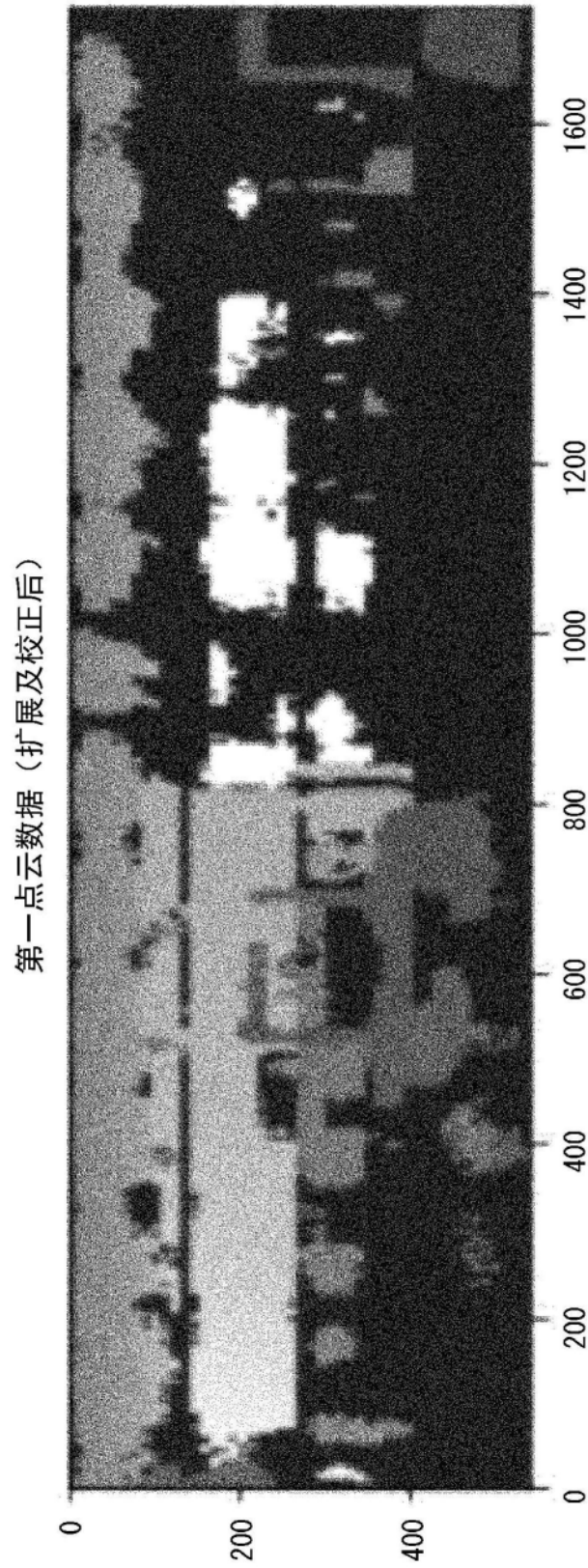


图9A

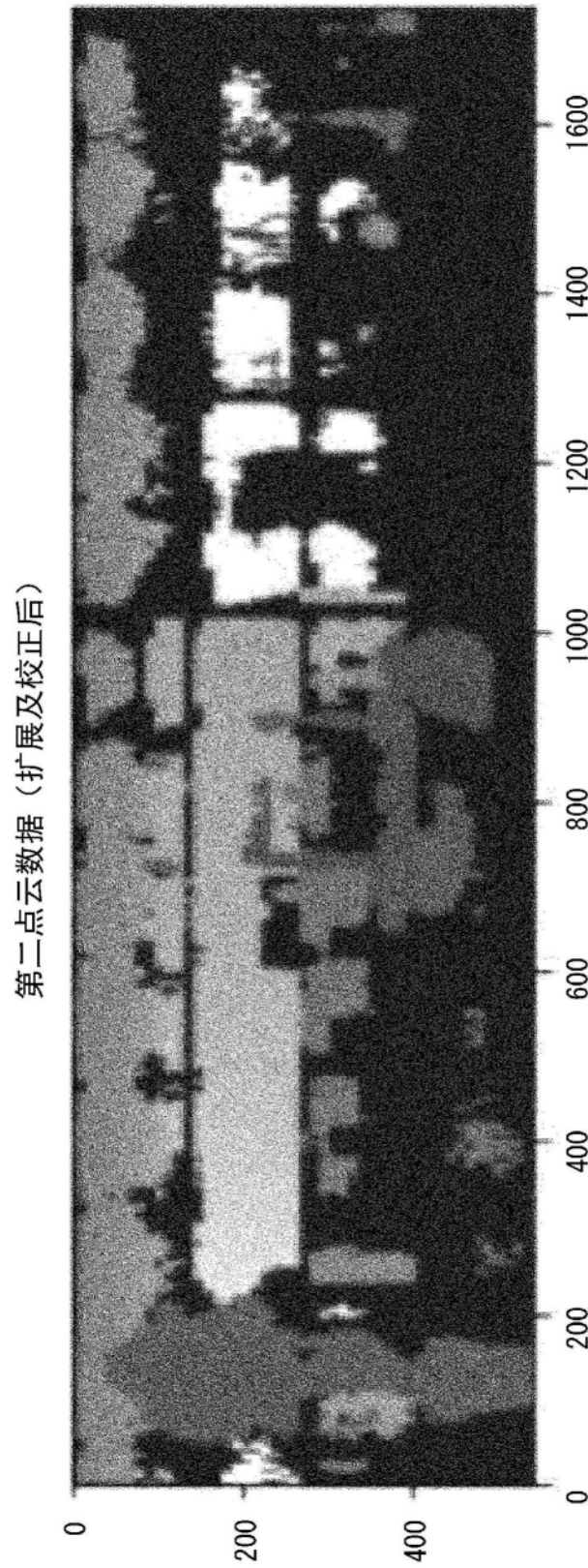


图9B

第一三维空间点云

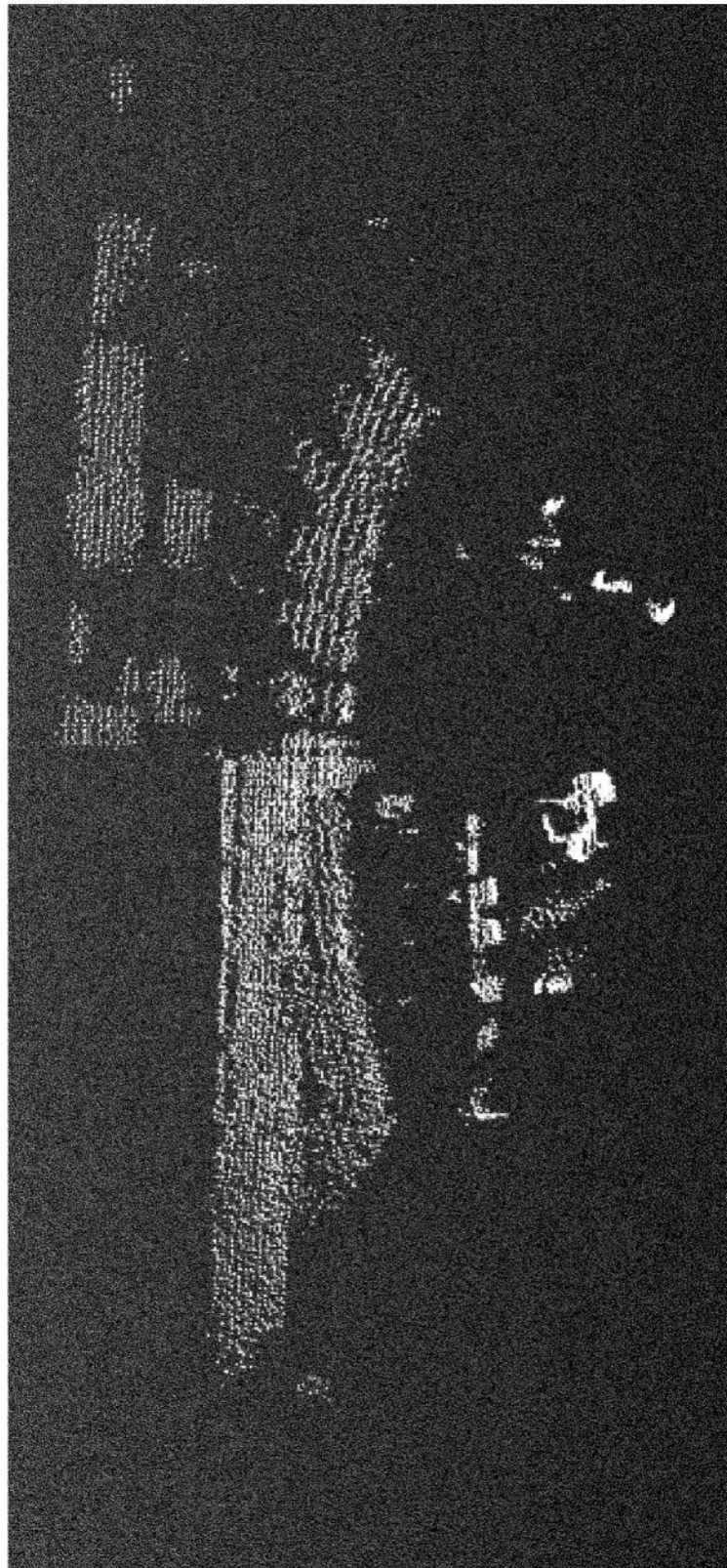


图10A

第二三维空间点云

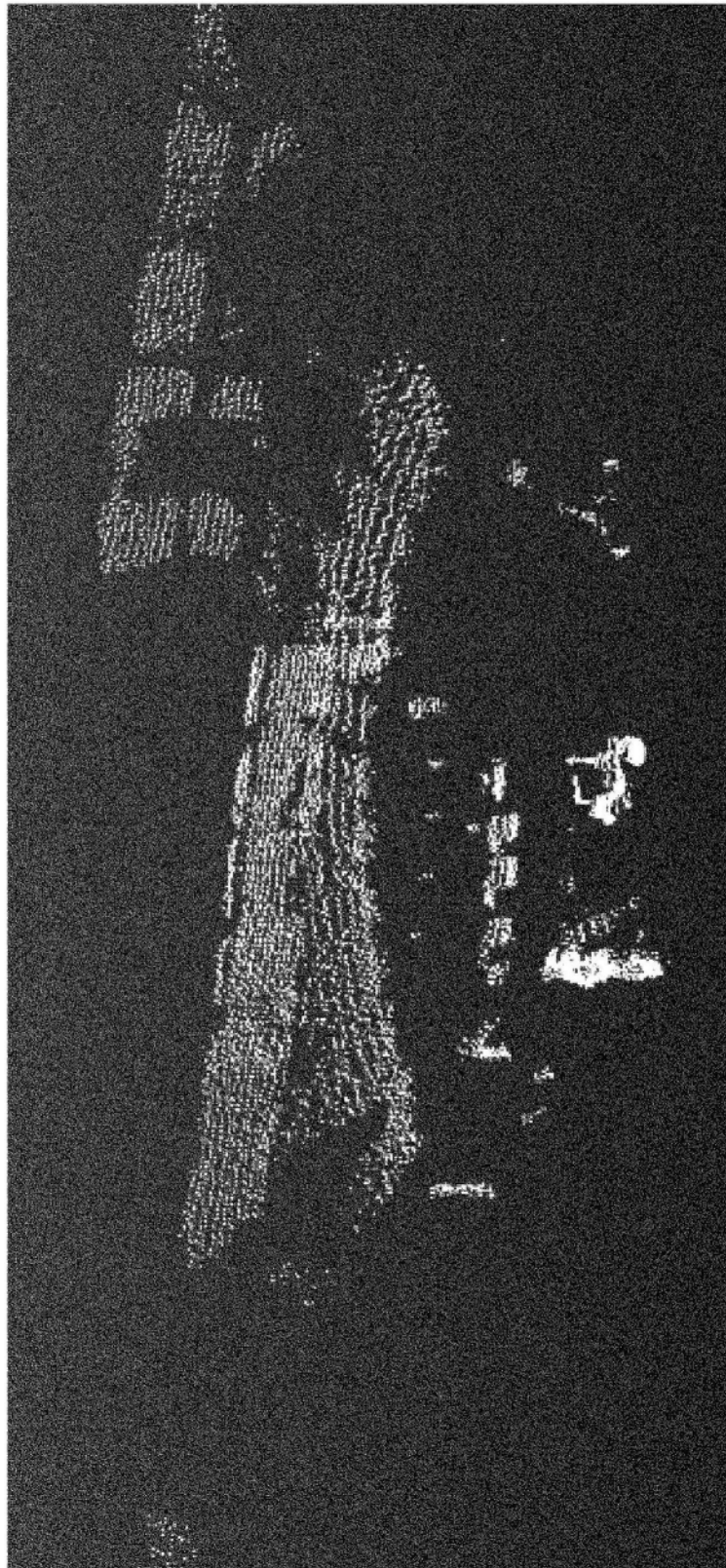


图10B

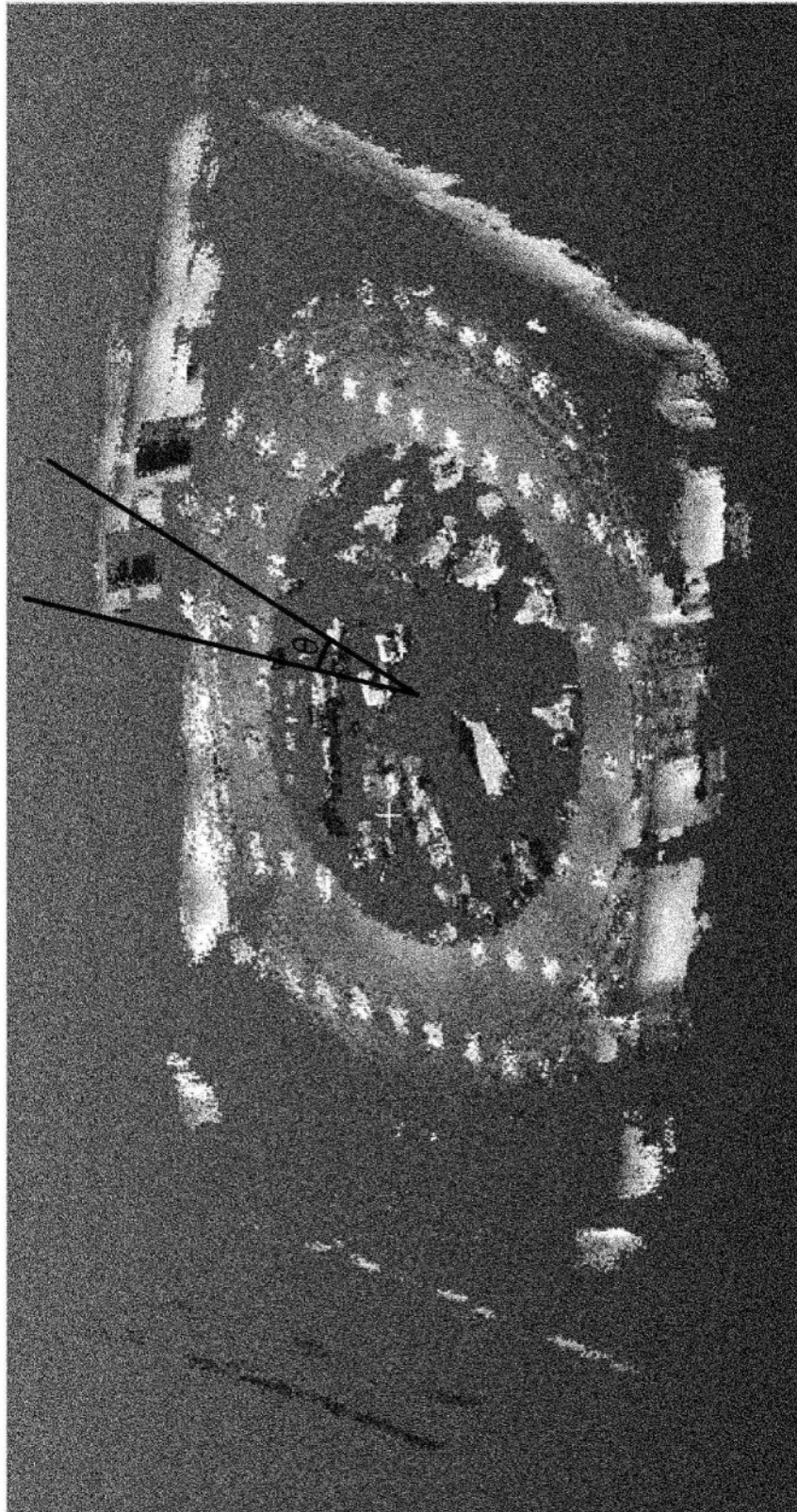


图11

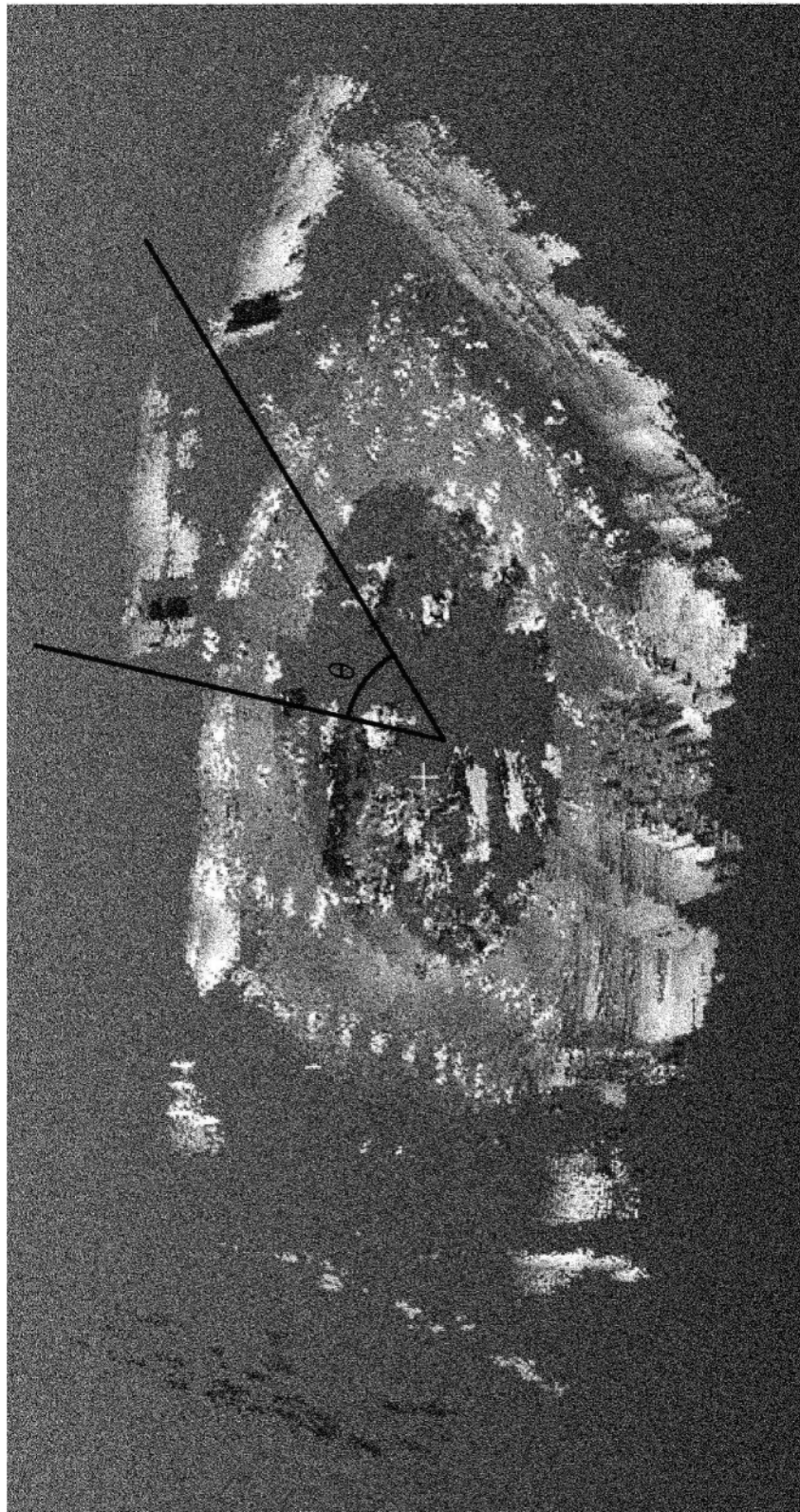


图12