



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105391910 B

(45)授权公告日 2018.06.29

(21)申请号 201510680694.2

(22)申请日 2015.08.26

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105391910 A

(43)申请公布日 2016.03.09

(30)优先权数据
14/470,088 2014.08.27 US

(73)专利权人 莱卡地球系统公开股份有限公司
地址 瑞士海尔博瑞格

(72)发明人 格雷戈里·查尔斯·沃尔什
R·帕雷斯 A·韦利赫夫
伯恩哈德·麦茨勒

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
代理人 吕俊刚 刘久亮

(51)Int.Cl.

H04N 1/04(2006.01)

H04N 5/232(2006.01)

(56)对比文件

WO 2013050576 A2,2013.04.11,

CN 102508259 A,2012.06.20,

CN 201749187 U,2011.02.16,

CN 102971657 A,2013.03.13,

US 2014063489 A1,2014.03.06,

审查员 李梦宇

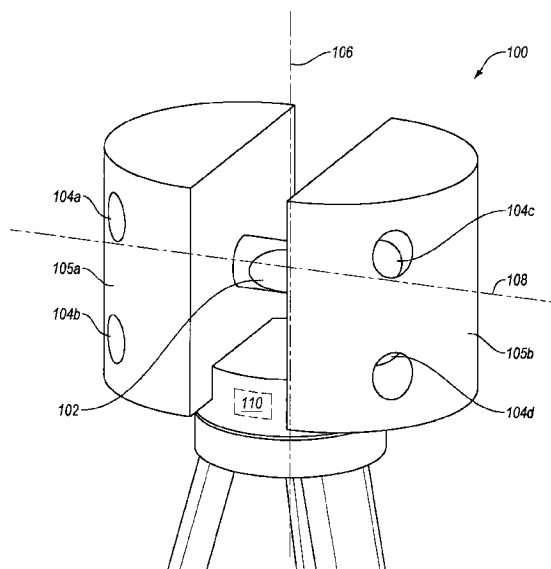
权利要求书3页 说明书15页 附图11页

(54)发明名称

多摄像机激光扫描仪

(57)摘要

本申请涉及多摄像机激光扫描仪。一种设备可包括激光,该激光被配置为绕该设备的方位轴和该设备的俯仰轴旋转。该设备还可包括多个摄像机,所述多个摄像机被配置为绕方位轴旋转且相对于俯仰轴固定。这些摄像机可被配置为具有共同视场,该共同视场包括共同俯仰视场和共同方位视场。该设备还可包括控制系统,该控制系统被配置为引导激光绕方位轴和俯仰轴旋转,使得激光被配置为扫描场景。该控制系统还被配置为引导这些摄像机,以使每一个摄像机在大体相同的时间开始捕捉该场景的图像。



1. 一种激光扫描仪,该激光扫描仪包括:

激光,其被配置为绕所述激光扫描仪的方位轴和所述激光扫描仪的俯仰轴旋转;

多个摄像机,其被配置为绕所述方位轴旋转,并且相对于所述俯仰轴固定,所述多个摄像机被配置为具有共同视场,该共同视场包括共同俯仰视场和共同方位视场,该共同俯仰视场包括绕所述俯仰轴的360°俯仰视图的至少25%,并且该共同方位视场包括绕所述方位轴的360°方位视图的至少15%;以及

控制系统,该控制系统被配置为执行如下操作:

引导所述激光以绕所述方位轴和所述俯仰轴旋转,使得所述激光被配置为扫描场景;以及

引导所述多个摄像机以使每一个摄像机在相同的时间开始捕捉所述场景的图像。

2. 根据权利要求1所述的激光扫描仪,其中,所述多个摄像机的所述共同方位视场包括所述360°方位视图的至少75%。

3. 根据权利要求1所述的激光扫描仪,其中,所述摄像机的所述共同视场是全方向的。

4. 根据权利要求1所述的激光扫描仪,其中,所述控制系统被配置为,在所述激光扫描仪正在移动时引导所述多个摄像机以捕捉一个或多个图像。

5. 根据权利要求1所述的激光扫描仪,其中,所述控制系统被配置为,引导所述多个摄像机以与执行所述场景的扫描的激光相结合地捕捉所述场景的一个或多个图像。

6. 根据权利要求5所述的激光扫描仪,其中,所述控制系统被配置以执行如下操作:

引导所述多个摄像机和所述激光,以与执行该扫描的激光相结合地绕所述方位轴旋转;

引导所述多个摄像机中的一个或多个摄像机,以使每一个摄像机与执行该扫描的激光相结合地针对绕所述方位轴的旋转,在第一方位旋转位置处记录第一图像;以及

引导所述多个摄像机中的一个或多个摄像机,以使每一个摄像机与执行该扫描的激光相结合地在第二方位旋转位置处记录第二图像。

7. 根据权利要求6所述的激光扫描仪,其中:

所述多个摄像机包括第一摄像机和第二摄像机;以及

所述第一方位旋转位置和所述第二方位旋转位置间隔开,使得在所述第一方位旋转位置处的、所述第一摄像机的第一投影中心等于在所述第二方位旋转位置处的、所述第二摄像机的第二投影中心。

8. 根据权利要求6所述的激光扫描仪,其中:

所述多个摄像机包括第一摄像机和第二摄像机;以及

所述第一方位旋转位置和所述第二方位旋转位置间隔开,使得在所述第一方位旋转位置处的、所述多个摄像机的至少一个摄像机的第一投影中心偏离在所述第二方位旋转位置处的、所述至少一个摄像机的第二投影中心。

9. 一种估计根据权利要求1-8中的任一项所述的激光扫描仪的位置或取向的方法,该方法包括如下步骤:

当所述激光扫描仪处于第一位置时,在由与所述激光扫描仪相关联的所述多个摄像机捕捉的场景的一个或多个图像中识别出一个或多个特征,所述一个或多个特征对应于所述场景中的一个或多个元素;

使所述一个或多个特征与关联于所述一个或多个元素的扫描点数据相关,所述扫描点数据源自于当所述激光扫描仪处于所述第一位置时由所述激光扫描仪的所述激光对所述场景的扫描;

追踪在由所述多个摄像机捕捉的多个图像中的所述一个或多个特征,所述多个图像在所述激光扫描仪离开所述第一位置的移动期间被捕获;以及

基于追踪所述一个或多个特征且基于使所述一个或多个特征与所述扫描点数据相关,而相对于所述第一位置估计所述激光扫描仪在第二位置处的位置和取向中的至少一个。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中,当所述激光扫描仪处于第一位置时,该扫描是第一扫描,并且所述方法进一步包括如下步骤:

基于相对于所述第一位置估计所述第二位置的位置和取向中的至少一个,来确定所述第一扫描和由所述激光扫描仪在第二位置进行的第二扫描之间的配准。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中,源自于所述第一扫描的所述扫描点数据是第一扫描点数据,并且所述方法进一步包括如下步骤:

基于第一扫描点云和第二扫描点云来细化所述第一扫描和所述第二扫描间的所述配准,所述第一扫描点云包括所述第一扫描点数据,而所述第二扫描点云包括源于所述第二扫描的第二扫描点数据。

12. 根据权利要求9所述的方法,其中,当所述激光扫描仪处于所述第一位置时,该扫描是第一扫描,并且所述方法进一步包括如下步骤:

基于相对于所述第一位置估计所述第二位置的位置和取向中的至少一个,来确定所述第一扫描和与所述第二位置相关联的第二扫描间的重叠;

确定所述重叠是否满足重叠阈值;以及

生成指示所述重叠是否满足所述重叠阈值的用户通知。

13. 根据权利要求9所述的方法,其中,所述多个摄像机的共同视场是全方向的。

14. 根据权利要求9所述的方法,所述方法进一步包括如下步骤:

当相对于所述第一位置的、所述激光扫描仪的位置和取向中的至少一个的确定性低于阈值时,生成用户通知。

15. 根据权利要求9所述的方法,所述方法进一步包括如下步骤:

基于标记对应的一个或多个元素的用户输入来识别所述一个或多个特征。

16. 一种处理由根据权利要求1-8中的任一项所述的激光扫描仪的激光所获得的扫描点数据的方法,该方法包括如下步骤:

基于对应于与场景的扫描相关的扫描点数据的第一图像数据和对应于所述扫描点数据的第二图像数据,来识别所述扫描点数据中的潜在异常,该扫描由所述激光扫描仪的所述激光执行,由所述多个摄像机在该扫描期间在第一时间捕捉所述第一图像数据,而由所述多个摄像机在该扫描期间在第二时间捕捉所述第二图像数据;以及

基于识别所述潜在异常来处理所述扫描点数据。

17. 根据权利要求16所述的方法,其中,所述第一时间和所述第二时间是相同的时间。

18. 根据权利要求16所述的方法,其中:

所述多个摄像机包括第一摄像机和第二摄像机;

所述第一图像数据与在所述第一时间具有第一投影中心的所述第一摄像机相关联;以

及

所述第二图像数据与在所述第二时间具有第二投影中心的所述第二摄像机相关联。

19. 根据权利要求18所述的方法, 其中:

所述第一投影中心和所述第二投影中心相同; 以及

识别所述潜在异常的步骤包括如下步骤: 相对于所述第二图像数据在所述第一图像数据中检测对象的移动, 以及将对应于所述对象的扫描点数据识别为所述潜在异常。

20. 根据权利要求16所述的方法, 所述方法进一步包括如下步骤:

基于所述第一图像数据和所述第二图像数据, 来确定所述场景的元素的摄影测量深度; 以及

基于将所述摄影测量深度与基于所述扫描点数据确定的扫描点深度相比较, 来识别所述潜在异常。

21. 根据权利要求16所述的方法, 所述方法进一步包括如下步骤:

在所述激光扫描仪从第一位置到第二位置的移动期间捕捉的图像序列中, 追踪一个或多个特征;

基于所追踪的一个或多个特征来生成深度图;

基于所述深度图来确定所述场景的元素的摄影测量深度; 以及

基于将所述摄影测量深度与基于所述扫描点数据确定的扫描点深度相比较, 来识别所述潜在异常。

22. 根据权利要求16所述的方法, 其中, 处理所述扫描点数据的步骤包括如下步骤中的一个或多个: 移除与所述潜在异常相关联的扫描点数据, 标记与所述潜在异常相关联的扫描点数据, 以及引导所述激光以执行所述场景的另一个扫描。

23. 根据权利要求16所述的方法, 所述方法进一步包括如下步骤:

比较所述扫描点数据、所述第一图像数据和所述第二图像数据;

确定在捕捉所述第一图像数据期间所述多个摄像机中的一个或多个摄像机的可视性被阻挡, 使得识别出所述第一图像数据的模糊; 以及

基于所述第一图像数据中的所述模糊的识别, 利用所述第二图像数据而不是所述第一图像数据来调整所述扫描点数据。

24. 根据权利要求23所述的方法, 其中, 调整所述扫描点数据的步骤包括如下步骤:

基于所述第一图像数据中的所述模糊的识别, 利用所述第二图像数据而不是所述第一图像数据, 将颜色应用到与在所述第一图像数据中根据所述模糊阻挡的、所述场景的元素相关联的扫描点数据。

25. 根据权利要求16所述的方法, 其中, 所述第一图像数据和所述第二图像数据与在所述场景的扫描期间捕捉的视频相关, 并且其中, 所述方法进一步包括如下步骤:

基于以所述视频为基础检测到的移动, 来识别所述潜在异常。

26. 根据权利要求25所述的方法, 其中, 所述方法进一步包括如下步骤:

将该移动识别作为在该扫描期间的对象的移动; 以及

生成指示所述对象的移动能够损害该扫描和所述扫描点数据的警告。

27. 根据权利要求25所述的方法, 其中, 所述方法进一步包括如下步骤: 将该移动识别作为在该扫描期间的所述激光扫描仪的移动。

多摄像机激光扫描仪

技术领域

[0001] 本文所讨论的实施方式涉及多摄像机激光扫描仪。

背景技术

[0002] 激光扫描被用于测量多个不同场景 (setting), 如建筑工地、历史建筑、工业设施、或任何其他适用场景。激光扫描可被用于获得场景的精确的三维 (3D) 模型。另外, 摄像机可以与激光扫描仪关联, 并且可被配置以捕获与被扫描的场景相关的图像。

发明内容

[0003] 根据至少一个实施方式, 一种设备可包括: 激光, 该激光被配置为绕该设备的方位轴 (azimuth axis) 和该设备的俯仰轴 (elevation axis) 旋转。该设备也可包括多个摄像机, 该多个摄像机被配置为绕方位轴旋转并且相对于俯仰轴固定。摄像机可被配置为具有共同视场, 该共同视场包括共同俯仰视场和共同方位视场。该共同俯仰视场可包括绕俯仰轴的 360° 俯仰视图的至少 25%, 而共同方位视场可包括绕方位轴的 360° 方位视图的至少 15%。该设备还可包括控制系统, 控制系统被配置为引导激光绕方位轴和俯仰轴旋转, 使得激光被配置为扫描场景。该控制系统还可被配置为引导摄像机以使每一个摄像机在大体相同的时间开始捕捉该场景的图像。

[0004] 将会至少通过在权利要求中特别指出的元素、特征和组合来实现和获得实施方式的目标和优点。

[0005] 可以理解的是, 前面的综述和后面的详细描述两者都是示例性的和解释性的, 并且不会像权利要求那样限定本发明。

附图说明

[0006] 将会通过使用附图利用额外的特定性和细节来描述和解释示例实施方式, 在附图中:

[0007] 图1A例示了示例激光扫描仪的透视图;

[0008] 图1B例示了图1A的激光扫描仪的第一部分的前视图;

[0009] 图1C例示了图1A的激光扫描仪的第二部分的前视图;

[0010] 图1D例示了描述图1A的激光扫描仪的摄像机的示例的俯仰视场的横截面图; 以及

[0011] 图1E例示了描述图1A的激光扫描仪的摄像机的示例的方位视场的顶视图;

[0012] 与在图1E中所示的描述相比, 图1F例示了 45° 顺时针旋转图1E中描述的方位视场;

[0013] 图2A例示了对应于图像处理的控制流, 可对由激光扫描仪的多个摄像机捕捉的源图像执行该图像处理。

[0014] 图2B例示了对激光点云和立体集执行的控制流, 可从图2B的控制流中获得激光点云和立体集。

[0015] 图3是一种处理由激光扫描仪的激光获得的扫描点数据的示例方法的流程图;

[0016] 图4是一种估计激光扫描仪的位置的示例方法的流程图;以及

[0017] 图5是例示示例计算设备的框图。

具体实施方式

[0018] 激光扫描仪可包括:被配置以扫描场景和收集与该场景有关的数千、数百万、或者甚至数十亿个三维位置信息的点的激光。这些点和相关的信息可保存为扫描点数据,其可被收集为“扫描点云”。在一些实施方式中,这些点可被收集得非常密集,以使相关的扫描点数据可被用于高效的由该激光扫描仪扫描的该场景的场景。

[0019] 另外,激光扫描仪可包括多个摄像机,所述多个摄像机可被配置以捕捉由激光扫描仪扫描的场景的一个或多个图像。如下面详细的公开,在一些实施方式中,激光扫描仪可被配置以使所述多个摄像机可以各自在大体上同样的时间开始捕捉图像。此外,摄像机可被配置以具有共同视场,该共同视场可包括共同俯仰视场(elevation field-of-view)和共同方位视场(collective azimuth field-of-view)。共同俯仰视场可包括有关激光扫描仪的俯仰轴的360°俯仰视图的至少25%。该共同方位视场可包括有关该激光扫描仪的方位轴的360°方位视图的至少15%。下面将进一步详细地描述共同视场以及俯仰和方位轴。

[0020] 如下面描述的那样,具有以上面指示的方式配置的摄像机,可允许与场景扫描有关的更高效的图像捕捉。此外,源自自由摄像机捕捉的图像的数据因为摄像机的特定配置而可以允许改进由激光捕捉的扫描数据的分析和纠正。

[0021] 现在参考附图来说明本公开的实施方式。

[0022] 图1A例示了根据本文描述的至少一个实施方式配置的示例激光扫描仪100的透视图。激光扫描仪100可以包括激光102、多个摄像机104、和相关的控制系统110。激光102可包括任何合适的激光,其可被配置以执行场景的扫描。例如,在一些实施方式中,激光102可包括光探测和测距(LIDAR)激光。

[0023] 激光102可被配置以绕激光扫描仪100的方位轴106和俯仰轴108旋转。在一些实施方式中,当扫描场景时,激光102可被配置围绕俯仰轴108和方位轴106旋转,以便激光102可扫描在激光扫描仪100周围的区域。在这些或其它实施方式中,激光102可被配置以在激光围绕方位轴106缓慢旋转时,围绕俯仰轴108快速旋转。在一些实施方式中,激光102可以以比其绕方位轴旋转快一千倍以上的频率绕俯仰轴旋转。

[0024] 尤其是,激光102可具有绕俯仰轴108至少180°的运动范围,并且可被配置以大于在与俯仰轴108相关的其运动范围来回扫描。激光102也可具有相对方位轴106至少180°的运动范围。在一些实施方式中,当激光102绕俯仰轴108扫描时,激光102可被配置以绕方位轴106旋转。因此,源自于绕方位轴106和俯仰轴108的激光102的旋转,激光102可获得激光102和激光扫描仪100周围的场景的扫描点数据。

[0025] 摄像机104可被放置于激光扫描仪100的第一部分105a和第二部分105b上。图1B例示了第一部分105a的前视图,且图1C例示了第二部分105b的前视图。如在图1A-1C中所示的,第一部分105a可包括摄像机104a、104b、104e和104f,且第二部分105b可包括摄像机104c、104d、104g和104h。第一部分105a和第二部分105b可被配置以绕方位轴106旋转,使得摄像机104也可绕方位轴106旋转。然而,第一部分105a和第二部分105b可相对于俯仰轴108固定,使得照相机104不可绕俯仰轴108旋转。

[0026] 摄像机104可包括现有技术中任何已知的捕捉照相术和/或记录任何宽高比、尺寸和/或帧速率的数字视频的摄像机。摄像机104可包括采样和记录视场的图像传感器。图像传感器,例如可包括电荷耦合器件(CCD)或互补金属氧化物半导体(CMOS)传感器。摄像机104可提供原始或压缩的图像数据,其可由控制系统110存储为图像文件。由摄像机104提供的图像数据可包括静态图像数据(如照片)和/或按时间链接在一起作为视频数据的一串帧。在本公开中,术语“图像”的使用可以指示图像数据、图像文件、和/或在图像中可被捕捉的场景的实际表示(如图像本身)

[0027] 摄像机104每一个可具有包括方位视场和俯仰视场的视场。摄像机的单个视场的集合可被称为摄像机104的共同视场。共同视场可包括共同方位视场和共同俯仰视场。在一些实施方式中,摄像机104可被配置以使摄像机104的共同方位视场可以大体上包括关于方位轴106的360°方位视图的至少15%。在这些和其它实施方式中,摄像机104可被配置为,使得摄像机104的共同俯仰视场可大体上包括关于俯仰轴108的360°俯仰视图的至少25%。摄像机104的配置可包括:摄像机104的透镜选择,和/或在激光扫描仪100上摄像机104的放置位置。

[0028] 图1D分别示出了根据本文描述的至少一个实施方式的摄像机104a、104b、104e和104f的俯仰视场118a、118b、118e和118f的示例的横截面图。图1D也示出了关于俯仰轴108的360°俯仰视图116。俯仰视场118可以是相关的摄像机104指向的方向和用于相关的摄像机104的透镜类型的函数。因此,摄像机104的透镜类型和指向方向可被选择为,使得可获得摄像机104的想要的共同俯仰视场。在图1D的示例实施方式中,摄像机104a、104b、104e和104f可被配置(例如,基于透镜选择、位置、和/或指向方向),使得摄像机104a、104b、104e和104f的共同俯仰视场大体上包括360°俯仰视图116的超过75%,如图所示。

[0029] 图1D仅仅是多个摄像机的俯仰视场的示例配置。可以获得任何数目的其它配置。而且,在示例的激光扫描仪100中,摄像机104c、104d、104g和104h可被配置以分别具有大体上类似于俯仰视场118a、118b、118e和118f的俯仰视场(未明确描述)。

[0030] 图1E示出了根据本文描述的至少一种实施方式的、分别描述示例的摄像机104a、104c、104e和104g的方位视场120a、120c、120e和120g的激光扫描仪100的顶视图。图1E也示出了关于方位轴106的360°方位视图122。方位视场120可以是相关的摄像机104所指向的方向和可用于相关的摄像机104的透镜类型的函数。因此,摄像机104的透镜类型和指向方向可被选择,使得可获得摄像机104的想要的共同方位视场。在图1E的示例实施方式中,摄像机104a、104c、104e和104g可被配置(例如,基于透镜选择、位置和/或指向方向),使得摄像机104a、104c、104e和104g的共同方位视场大体上包括360°方位视图122的大约50%,如图所示。

[0031] 图1E仅仅是关于激光的整个视场的多个摄像机的方位视场的示例配置。可获得任何数目的其它配置。例如,在一些实施方式中,摄像机104a、104c、104e和104g可被配置为,使得它们的方位视场可至少与它们临近的那些摄像机的那些(方位视场)相重叠。因此,它们的共同方位视场(如由方位角视场120a、120c、120e和120g的集合所创建的)大体上包括整个360°方位视图122。

[0032] 此外,在示例的激光扫描仪100中,摄像机104b、104d、104f和104h可被配置以分别具有大体上类似于方位视场120a、120c、120e和120g的方位视场。进一步,如在图1B和1C中

所示,摄像机104a可被放置为大体上在摄像机104b的正上方,摄像机104e可被放置为大体上在摄像机104f的正上方,摄像机104c可被放置为大体上在摄像机104d的上方,摄像机104g可被放置为大体上在摄像机104h的正上方。因此,摄像机104a的方位视场120a可以在大体上与摄像机104b的方位视场相同的方位位置中,摄像机104e的方位视场120e可以在大体上与摄像机104f的方位视场相同的方位位置中,摄像机104c的方位视场120c可以在大体上与摄像机104d的方位视场相同的方位位置中,以及摄像机104g的方位视场120g可以在大体上与摄像机104h的方位视场相同的方位位置中。

[0033] 在可替换的实施方式中,摄像机104a可不被放置为大体上在摄像机104b的正上方,摄像机104e可不被放置为大体上在摄像机104f的正上方,摄像机104c可不被放置为大体上在摄像机104d的正上方,摄像机104g可不被放置为大体上在摄像机104h的正上方。因此,摄像机104a的方位视场120a可以不在大体上与摄像机104b的方位视场相同的方位位置中,摄像机104e的方位视场120e可以不在大体上与摄像机104f的方位视场相同的方位位置中,摄像机104c的方位视场120c可以不在大体上与摄像机104d的方位视场相同的方位位置中,以及摄像机104g的方位视场120g可以不在大体上与摄像机104h的方位视场相同的方位位置中。进一步,在一些实施方式中,摄像机104b、104d、104f和104h的方位视场可以分别不同于方位视场120a、120c、120e和120g。

[0034] 在一些实施方式中,摄像机104a-104h可被配置,使得它们的共同方位视场大体上包括360°方位视图122的至少75% (如在图1E中所示) 以及360°俯仰视图116的至少35%的 (如在图1D中所示)。在这些实施方式中,摄像机104a-104h的共同视场可被看作“全方向的”。

[0035] 如上面提及,第一部分105a和第二部分105b可被配置以绕方位轴106旋转,使得摄像机104的方位视场也可绕方位轴106旋转。例如,如与图1E中所示的进行比较,图1F示出了相对于绕方位轴106顺时针旋转45°、在图1E中描述的方位视场120。

[0036] 在一些实施方式中,一个或多个摄像机104可在与绕方位轴106旋转相关的平面中彼此相隔大约相同的间距。例如,如在图1E和1F所示的实施方式中,摄像机104a、104c、104e和104g可沿着与绕方位轴106旋转相关的旋转的圈间隔大约90°。此外,虽然在图1E和1F中没有明确示出,但是摄像机104b、104d、104f和104h也可沿着与绕方位轴106旋转相关的旋转的圈间隔大约90°。

[0037] 返回到图1A,控制系统110可被配置以引导激光扫描仪100的一个或多个操作。此外,在一些实施方式,控制系统可被配置以处理由激光扫描仪100收集的数据。在这些或其他实施方式中,控制系统110的一个或多个元件可被与激光扫描仪100一起集成,和/或外部地且可通信地耦合到激光扫描仪100。下面描述的图5的计算设备500是控制系统110的示例实现。

[0038] 在一些实施方式中,控制系统110可被配置以引导激光102执行场景的扫描。控制系统110也可被配置以引导激光102绕与扫描该场景相关的方位轴106和俯仰轴108旋转。而且,控制系统110可被配置以收集、存储、和/或处理与激光102扫描该场景有关的扫描数据。

[0039] 控制系统110也可被配置以引导摄像机104的一个或多个操作。例如,控制系统110可被配置以引导每一个摄像机104在大体相同的时间开始捕捉该场景的图像。在一些实施方式中,由每一个摄像机104在大体相同的时间捕捉的每一个图像然后可被组合以生成该

场景的“全天幕图像”，其可从摄像机104的共同视场的透视图描述该场景。

[0040] 在这些或其它实施方式中，控制系统110可被配置以引导一个或多个摄像机104，以使其每一个与扫描该场景的激光102相结合地拍摄该场景的一个或多个图像。例如，当激光102和摄像机104在扫描该场景期间绕方位轴106旋转时，控制系统110可引导摄像机104，以使其每一个在不同的方位旋转位置捕捉图像。

[0041] 在一些实施方式中，控制系统110可被配置以引导摄像机104在方位旋转位置处捕捉图像，其中，在第一方位旋转位置处第一摄像机的投影的第一中心可大体上与在第二方位旋转位置处第二摄像机的投影的第二中心相同。因此，当第一摄像机和第二摄像机的视场大体上相似时，在第一方位旋转位置处由第一摄像机拍摄的第一图像，可描述大体上与在第二方位旋转位置处由第二摄像机捕捉的第二图像一样的该场景的部分。

[0042] 例如，摄像机104a和摄像机104e可如在图1E和1F中显示的那样彼此间隔90°，并且可具有大体上相同和/或重叠的视场。此外，控制系统110可被配置为，当激光扫描仪100位于第一方位旋转位置时，引导摄像机104e捕捉第一图像。在从摄像机104a到摄像机104e的方向（例如，如在图1E和1F中所指向的顺时针方向）上绕方位轴旋转大约90°后，激光扫描仪100可位于第二方位旋转位置。在第二方位旋转位置处摄像机104a的投影中心可以大体上与在第一方位旋转位置处摄像机104e的投影中心相同。因此，当激光扫描仪在第二方位旋转位置时，控制系统110可被配置以引导摄像机104a捕捉第二图像，使得由摄像机104e在第一图像中捕捉的该场景的部分也可大体上在后来的时刻由摄像机104a在第二图像中捕捉。如下面详细描述，描述在激光102扫描期间的不同时刻拍摄的大体上该场景的同一部分的图像的图像数据，可被用于帮助识别和/或处理在扫描点数据中的异常或错误。

[0043] 在这些和其它实施方式中，控制系统110也可被配置以引导摄像机104在方位旋转位置处捕捉图像，其中，在第一方位旋转位置处一个或多个摄像机104的投影的第一中心可不同于在第二方位旋转位置处一个或多个摄像机104的投影的第二中心。例如，当摄像机104位于如在图1E中所描述的第一方位旋转位置时，控制系统110可被配置以引导摄像机104捕捉图像，并且当摄像机104位于如在图1F中所描述的第二方位旋转位置时，控制系统110可被配置以引导摄像机104捕捉图像。

[0044] 进而，第一图像数据可与第二图像数据相比较以生成该场景的摄影测量深度图，其中第一图像数据与由一个或多个摄像机104在第一方位位置处拍摄的图像相关；第二图像与由一个或多个摄像机104在第二方位旋转位置处拍摄的图像相关。在这些实施方式中，从第一方位旋转位置到第二方位旋转位置的旋转量和一个或多个摄像机104的方位视场，可以使得在第一图像数据和第二图像数据间重叠的一定量能允许生成摄像测量深度图。

[0045] 另外地，或另选地，摄像机104的方位视场可重叠，使得可单独基于第一图像数据或第二图像数据生成摄像测量深度图。例如，摄像机104a和104e的方位视场可大体上重叠，使得可从由摄像机104a和104e在大体上相同的时间捕捉的图像中的该场景的一个或多个特征生成摄像测量深度图。如下面详细描述，摄像测量深度图可被用于帮助识别和/或处理扫描点数据中的异常或错误。

[0046] 此外，在一些实施方式中，控制系统110可被配置以引导摄像机104在扫描该场景期间捕捉视频。在一些实施方式中，视频可被用于识别在扫描处理期间正在移动的对象。另外，在这些或其它实施方式中，视频可被用于识别在扫描该场景期间激光扫描仪100是否被

移动(例如,被撞或被推动)。如下面详细的描述,在扫描期间识别移动对象和/或激光扫描仪100的移动,也可帮助识别在相关的扫描数据中的异常,和/或确定是否危及到相关的扫描数据的完整性。

[0047] 在一些实施方式中,控制系统110也可被配置以当激光扫描仪100被从第一位置移动到第二位置时引导摄像机104捕捉图像。在一些实施方式中,摄像机104可被配置以捕捉图像作为包括一串图像的视频。在激光扫描仪100的移动期间从第一位置捕捉的图像,可被与在该位置处的该场景的扫描相关的扫描点数据一起使用,以相对于第一位置追踪和估计在第二位置处的激光扫描仪100的位置和/或取向。此外,在一些实施方式中,在激光扫描仪移动期间捕捉的图像也可被用于利用任何合适的技术生成深度图。下面参考图4的方法400给出了有关相对于第一位置估计第二位置的位置和/或取向的进一步细节。

[0048] 在一些实施方式中,控制系统110可被配置为,给激光扫描仪100的用户指示相对于第一位置的估计位置和/或取向的确定程度(degree of certainty)。该确定程度可指示与相对于在第一位置处拍摄的第一扫描的、在第二位置处拍摄的第二扫描(潜在的或已被拍摄的)的重叠有关的信息。此外,该确定程度可指示执行相对于第二扫描的第一扫描的配准(registration)的能力。扫描间的“配准”可指:确定在一个扫描中的该场景的位置相对于在另一个扫描中的该场景的同一位置的位置的相对位置。

[0049] 在这些或其它实施方式中,相对于第一位置的估计位置和/或取向,可被用于确定在第一位置处拍摄的第一扫描和在第二位置处拍摄的第二扫描(潜在的或已被拍摄的)之间的重叠。另外,可确定在第一扫描和第二扫描之间的重叠是否足够以获得关于该场景的想要的信息量。例如,可确定在第一扫描和第二扫描之间的重叠是否足够以允许第一扫描和第二扫描的配准。此外,确定重叠是否足够小,使得第二扫描可覆盖未被第一扫描覆盖的该场景的想要的量。

[0050] 在一些实施方式中,想要的重叠的量可基于重叠阈值。该重叠阈值可基于:具有足够的重叠以执行在第一和第二扫描间的配准,但是也具有足够小的重叠量以满足在第一和第二扫描间该场景的想要的覆盖量。在这些或其它实施方式中,第二扫描满足重叠阈值与否可指示给激光扫描仪100的用户。

[0051] 而且,如下面详细描述,当在第二位置处拍摄第二扫描时,可基于相对于第一位置的估计位置和/或取向,来估计第一扫描和第二扫描之间的配准。在一些实施方式中,控制系统110和/或其它计算系统可被配置以执行与估计位置、取向、配准、和/或重叠有关的一个或多个操作。

[0052] 因此,激光扫描仪100可被配置为,以图像可互补并且可与扫描点数据一起使用的方式生成该场景的图像,使得可生成更加精确的该场景的表示。可对激光扫描仪100做出修改、增加或省略而不背离本公开的范围。例如,摄像机104的数目、取向、和/或位置可以不同于本文描述的实施方式。进而,控制系统110可相对于本文描述具有更多或更少的功能。此外,激光扫描仪100可包括未明确在本文描述的其它组件。例如,激光扫描仪100可包括加速度计、指南针、和/或全球定位系统(GPS)传感器。

[0053] 图2A例示了根据本文描述的至少一个实施方式的对应于图像处理的控制流200,该图像处理是可针对由激光扫描仪的多个摄像机捕捉的源图像202执行。例如,在一些实施方式中,可针对上述图1A-1F描述的由激光扫描仪100的摄像机104捕捉的图像来执行控制

流200。控制流200可由任何合适的通用或专用计算设备实现。例如，控制流200的一个或多个元素可由激光扫描仪100的控制系统110或下面参考图5描述的计算机设备500来实现，图5的实现中计算机设备500是与激光扫描仪100相分离的。

[0054] 如上面指示，控制流200可针对源图像202执行。源图像202可包括可由激光扫描仪的多个摄像机拍摄的多个图像。源图像202可包括由多个摄像机在多个方位旋转位置处结合通过激光扫描仪的激光进行的对场景的扫描拍摄的图像。

[0055] 在一些实施方式中，源图像202可以是高动态范围 (HDR) 图像，其从由一个或多个摄像机的每一个摄像机在特定方位旋转位置处捕捉的多个图像生成。例如，当处于特定方位旋转位置时，特定摄像机可以不同的曝光等级捕捉多个图像。以不同的曝光等级拍摄的多个图像可被用于生成与特定摄像机和特定方位旋转位置相关的HDR图像。该HDR图像然后可被用作源图像202。

[0056] 可在源图像202上执行图像校正204，以生成校正图像206。尽管不同的摄像机可被配置以具有大体上相同的视场，但是这样，不同摄像机之间的透镜扭曲可在由不同的摄像机拍摄的图像中造成差异。图像校正204可有助于对不同摄像机之间的透镜扭曲补偿，使得校正的图像206可被配置为从大体相同的摄像机，而不是从不同的摄像机拍摄。在一些实施方式中，在校准处理期间可确定摄像机间的透镜扭曲，其中，每一个摄像机可在大体相同的投影中心处捕捉图像。

[0057] 然后由分类处理208对校正图像206分类。在分类处理208期间，将校正图像的图像分类到自相似集209。自相似集可以是这样的图像的集合：这些图像在不同时间拍摄，并且可在其中包括相关场景的大体相同部分。例如，第一摄像机和第二摄像机可具有大体相同的视场，并且可以在大体上相同的俯仰平面上。此外，第一和第二摄像机可相对于围绕激光扫描仪的方位轴的周长以 90° 间隔。图1A-1F的激光扫描仪100的摄像机104e和104a是示例的摄像机，其可以是该示例的第一和第二摄像机。此外，第一摄像机可在第一时间以及激光扫描仪的第一方位旋转位置处捕捉第一图像。其后，第一和第二摄像机可以在从第二摄像机到第一摄像机的方向上，绕激光扫描器的方位轴旋转大约 90° 到第二方位旋转位置。第二摄像机然后可在第二方位旋转位置处捕捉第二图像，其可捕捉与第一图像大体相同的该场景的部分。因此，第一和第二图像可被看做自相似图像集。

[0058] 自相似集209也可被分类到立体图像对 (stereographic pair) 中，其中立体图像对的自相似集209中的一个可以是立体图像对的第一自相似集210a，并且立体图像对的其他自相似集209可以是立体图像对的第二自相似集210b。因此，可为每一个立体图像对来确定第一自相似集210a和第二自相似集210b。

[0059] 可基于自相似集209确定立体图像对，自相似集209可彼此偏移，并且捕捉该场景的相同部分的至少一部分。例如，如上所描述，由上面描述的第一和第二摄像机绕方位轴旋转 90° 之前和之后拍摄的第一和第二图像可以是第一自相似集210a。另外，第三图像可以由第一摄像机在从第一方位旋转位置绕方位轴旋转 45° 后拍摄。而且，第四图像可以由第二摄像机从第一方位旋转位置绕方位轴旋转 135° 后拍摄。第三和第四图像可以是自相似集，并且可如第一和第二图像那样捕捉该场景的相同部分的至少一部分，使得第一和第二图像以及第三和第四图像可组成立体图像对。像这样，第三和第四图像可以是对应于包括第一和第二图像的第一自相似集210a的第二自相似集210b。

[0060] 第一和第二自相似集210的每一个然后可经历投票处理212,其中在图像捕捉期间在该场景中移动的对象可被从图像中移除。如上面提及,包括在特定第一或第二自相似集210中的图像可在不同时间捕捉该场景的大体相同部分。因此正在移动的对象(如人、车、动物等)可以处于在特定第一或第二自相似集210中的不同图像中的不同位置。作为投票处理212的一部分可从图像中移除正在移动的对象,其可针对可移除哪些对象进行“投票”。在一些实施方式中,可利用任何合适的技术或处理来识别该对象,该处理可以比较在特定第一或第二自相似集210中的图像,以确定当捕捉图像时哪些对象正在移动。

[0061] 在每一个第一或第二自相似集210中的图像在投票处理后可被减少到单个图像,因此对于每一个图像集的立体图像对,可利用所移除的正在移动的对象来生成立体集214。因此每一个立体集214可包括第一图像216a和对应的第二图像216b。

[0062] 因此,相对于可由激光扫描仪的多个摄像机捕捉的图像,控制流200可被用于执行一个或多个图像处理步骤。可对控制流200做出修改而不背离本公开的范围。例如,在一些实施方式中,投票处理212可被用于识别和标记正在图像中移动的对象,但是并不实际上从对应的第一和第二图像216中移除对象。

[0063] 图2B示出了根据本文描述的至少一个实施方式的、对可从控制流200获得的激光点云218和立体集214执行的控制流250。控制流250可由任何合适的通用或专用计算设备实现。例如,控制流250的一个或多个元素可由激光扫描仪100的控制系统110或下面参考图5描述的计算设备500来实现,图5的实现中计算设备500是与激光扫描仪100相分离的。

[0064] 控制流250可包括深度图生成处理219,其中可从立体集214生成图像深度图220,并且其中可从激光点云生成扫描深度图222。可利用任何合适的立体摄影测量学算法,或可从立体图像来确定摄影测量深度的技术获得图像深度图220的生成。可根据任何合适的算法或技术来实现扫描深度图222的生成。

[0065] 图像深度图220可能不如扫描深度图222精确,使得图像深度图220可比扫描深度图222具有较高程度的深度不确定性(如多达十倍的不确定性)。然而,可从仅仅扫描该场景区域一次的激光扫描来生成扫描深度图222,其意味着,在扫描深度图222中正在移动的对象可能造成不会被注意到的异常。相反,可基于第一图像216a和第二图像216b来生成图像深度图220,其中可能已经提前移除正在移动的对象。因此,在图像深度图220中由于正在移动对象而造成的异常可大大减少。

[0066] 像这样,投票处理224可被用于基于图像深度图220来确定在扫描深度图222中的潜在异常。例如,可对扫描深度图222中的场景的区域的深度和图像深度图220中的相同区域的深度做出比较。当在扫描深度图222中的特定区域的指示深度与从图像深度图220中的特定区域的指示深度偏离了比图像深度图220的深度不确定性大的因子时,可确定可能存在潜在异常或在扫描深度图222中存在异常(例如由于移动的对象)。因此,当其是异常或不可靠时,可标记和/或移除与异常深度有关的扫描点数据。在一些实施方式中,投票处理224可基于图像深度图220使用过滤器,以确定扫描深度图222的哪一个深度数据可能是异常的。

[0067] 接下来,并且基于投票处理224,可生成融合深度图226。融合深度图226可包括从扫描深度图222确定的更加精确的深度,同时也使用针对可能由移动的对象造成的扫描深度图222的异常深度在图像深度图220中指示的深度。因此,融合深度图226可利用图像深度

图220和扫描深度图222的强度,同时减少一些它们各自的弱点。

[0068] 融合深度图226可被用在移除处理230中,其中可从激光点云218中移除与异常深度相关的扫描点数据,以生成验证的点云234。因此,验证的点云234可比激光点云218更精确。

[0069] 此外,融合深度图226可被用在重投影和投票处理228中。在重投影和投票处理228期间,包括于立体集214的图像可被重投影到最终图像或图像集232,最终图像或图像集232具有与实际激光的投影中心(而不是摄像机的投影中心)大体相同的投影中心。包括于融合深度图226的深度和透视可提供对在立体集214中的图像的深度和透视,以允许这个处理发生。可利用任何合适的处理来实现图像集232的生成。

[0070] 在一些实施方式中,在重投影和投票处理228期间,可利用投票处理实现从立体集214中确定哪个或哪些图像用于图像集232的特定像素。例如,多个图像可潜在地捕捉在可由图像集232表示的该场景中的特定点。然而,在多个图像中的一个或多个中,特定点可能会被挡住或被模糊。因此,投票处理可用于确定哪些图像可能包括特定点的模糊(obscuration),其可指示一个或多个摄像机的特定点的可见性被阻碍。例如,与不具有模糊的另一个特定点的图像的相应像素相比,具有在该场景中的特定点模糊的图像的像素可具有完全不同的颜色或元素。在一些实施方式中,基于投票处理,没有模糊的图像的颜色可用于提供颜色给图像集232和/或验证的点云234。

[0071] 因此,控制流250可用于,通过分析和比较由多个摄像机在利用激光点云数据扫描期间捕捉的图像,来改进与场景的扫描有关的激光点云数据和/或图像。对控制流250做出的修改、增加或省略不会背离本公开的范围。例如,更多或更少的步骤可包括有针对控制流250描述的处理中的一个或多个。

[0072] 图3是根据本文描述的至少一种实施方式布置的、一种处理通过激光扫描仪的激光获得的扫描点数据的示例方法300的流程图。方法300可由任何适合的通用或专用计算设备实现。例如,方法300的一个或多个元素可由激光扫描仪100的控制系统110或下面相关图5描述的计算设备500来实现,图5的实现中计算设备500是与激光扫描仪100相分离的。虽然所示的包括分散的块,但是方法300的各种块可被分为额外的块、组合成更少的块、或被消除,这取决于想要的实现方式。

[0073] 方法300始于块302,其中可识别出与场景的扫描相关的扫描点数据中的潜在异常。基于对应于扫描点数据的第一图像数据和对应于扫描点数据的第二图像数据,来识别出潜在异常。可由激光扫描仪的激光执行扫描,在扫描期间在第一时间可由激光扫描仪的多个摄像机捕捉第一图像数据,并且在扫描期间在第二时间可由多个摄像机捕捉第二图像数据。在一些实施方式中,可基于第一和第二图像数据,利用上面描述的控制流200和250的一个或多个元素来识别潜在异常。

[0074] 例如,在一些实施方式中,第一和第二图像数据可用于确定该场景的元素的摄影测量深度,并可基于摄影测量深度与基于扫描点数据确定的扫描点深度的比较来识别潜在异常,如上面参考控制流200和250所描述。

[0075] 进一步,在一些实施方式中,多个摄像机可包括第一摄像机和第二摄像机,其中第一图像数据可与在第一时间具有第一投影中心的第一摄像机相关,而第二图像数据可与在第二时间具有第二投影中心的第二摄像机相关。在这些或其它实施方式中,第一投影中心

和第二投影中心可大体相同,并且识别潜在异常的步骤可包括:针对第二图像数据检测第一图像数据中的对象的移动,并且将对应于该对象的扫描点数据识别为潜在异常,如上面针对控制流200和250所描述的。

[0076] 在块304,可基于识别潜在异常来处理扫描点数据。在一些实施方式中,处理扫描点数据可包括如下步骤:移除与潜在异常相关的扫描点数据、标记与潜在异常相关的扫描点数据、和/或引导激光执行该场景的另一个扫描。

[0077] 因此,可利用方法300来识别和/或处理存在于激光点扫描数据中的一个或多个异常。本领域技术人员将会认识到,在方法300中执行的功能可以以不同顺序实现。进而,概括的步骤和动作仅作为示例而提供,并且一些步骤和动作是可选的、可以被组合成更少的步骤或动作、或被扩展成另外的步骤和动作,而不会有损于所公开的実施方式的本质。

[0078] 例如,在一些实施方式中,方法300可包括如下步骤:比较扫描点数据、第一图像数据和第二图像数据,并且确定在捕捉第一图像数据期间多个摄像机中的一个或多个摄像机的可视性被挡住,使得识别出第一图像数据的模糊。在这些实施方式中,该方法300可进一步包括如下步骤:基于第一图像数据中的模糊的识别,利用第二图像数据而不是利用第一图像数据来调整扫描点数据。此外,在一些实施方式中,调整扫描点数据的步骤可包括:基于第一图像数据中的模糊的识别,利用第二图像数据而不是第一图像数据,通过模糊来将颜色应用到与在第一图像数据中被挡住的场景元素有关的扫描点数据。

[0079] 而且,在一些实施方式中,第一图像数据和第二图像数据可与在扫描期间的拍摄的视频相关。该视频可被用于识别在扫描期间正在移动的该场景的对象。在一些例子中,移动对象可能在扫描期间会妨碍激光束,使得会损害相关的扫描点数据。因此,在一些实施方式中,方法300可包括如下步骤:基于在扫描期间拍摄的视频来确定在扫描期间的对象的移动。也可确定在扫描期间对象是否妨碍激光束,使得可识别出在对应的扫描点数据中的潜在异常。在一些例子中,与潜在异常有关的扫描点数据的处理可包括:重扫描该场景的区域,和/或标记对应的扫描点数据是潜在异常的。

[0080] 在这些或其它实施方式中,方法300可包括:基于正被拍摄的视频在扫描期间跟踪对象的移动,并且当出现移动的对象将要妨碍激光束时生成警告。该警告可以是任何合适的视觉或听觉,以指示该情况给用户。在这些或其它实施方式中,可为激光扫描仪生成该警告。用户或激光扫描仪本身可然后暂停扫描,直到对象移动出激光的路径为止,使得不会损害到对应的扫描点数据。为了本公开的目的,与暂停和重启扫描相关的扫描点数据的集合的暂停和重启,可被看作是一种类型的扫描点数据的处理。

[0081] 在一些或其它实施方式中,当确定对象妨碍或很可能妨碍激光束时,生成警告。该警告可以是给用户的听觉或视觉警告,和/或是给该激光扫描仪的指令,以基于对象妨碍或很可能妨碍激光束的确定结果来执行操作。在这些或其它实施方式中,该警告可指示激光扫描仪标记相关的扫描点数据为正在被或可能被损害。而且,在一些实施方式中,该警告可引导激光扫描仪的用户以引导激光扫描仪重新扫描与被损害或被潜在损害的扫描点数据相关的该场景的区域。在这些或其它实施方式中,该警告可引导激光扫描仪响应于该警告自动重新扫描该区域。该警告也可以提供重新扫描的指示。

[0082] 此外,在一些实施方式中,可利用视频来确定在扫描期间激光扫描仪是否被移动了(如被撞或被推动)。例如,可在视频中识别非移动对象,并且如果这些非移动对象在视频

中意外地移动了,可确定激光扫描仪被移动了。在扫描期间激光扫描仪的移动可损害扫描的完整性。因此,在这些实施方式的一部分中,在对应于确定激光扫描仪移动的时间拍摄的扫描点数据可被识别为潜在异常的,并且被如这样对待。

[0083] 在这些或其它实施方式中,可用于检测激光扫描仪的移动的视频可被用于校正对应的扫描数据。例如,激光扫描仪移动的量可从视频确定,并且可基于所确定的移动量来校正随后的扫描点数据。

[0084] 图4是根据本文描述的至少一个实施方式布置的、估计激光扫描仪的位置的示例方法400的流程图。方法400可由任何适合的通用或专用计算设备实现。例如,方法400的一个或多个元素可由激光扫描仪100的控制系统110或下面参考图5描述的计算设备500来实现,图5的实现中计算设备500是与激光扫描仪100相分离的。虽然所示的包括分散的块,但是方法400的各种块可被分为额外的块、组合成更少的块、或被消除,这依赖于想要的实现方式。

[0085] 方法400可始于块402,其中可识别出在该场景的一个或多个图像中的一个或多个特征。当激光扫描仪处于第一位置时,与激光扫描仪相关的多个摄像机捕捉该图像,该一个或多个特征可对应于场景中的一个或多个元素。在一些实施方式中,这些特征可与该场景内突出的元素或独特的元素相关。在这些或其它实施方式中,对应于图像中的一个或多个特征的一个或多个元素可因其与该场景的其它部分的对比而由用户放置于该场景的各个位置中。因此与元素相关的特征可被容易地识别出,并且可被用于给出该场景中的已知参考系(frame of reference)。在一些实施方式中,代替或附加于依赖于对与这些元素相关的特征的自动识别地,为了追踪的目的,可由激光扫描仪的用户(例如,激光扫描仪的控制系统110的用户接口)标记出刻意放置的元素。

[0086] 在块404,图像中的这些特征可与扫描点数据相关,扫描点数据也与该场景的一个或多个元素相关联。当激光扫描仪位于第一位置时,扫描点数据可源自于该激光扫描仪的激光对该场景的扫描。可利用任何合适的技术或方法来执行图像中的特征与扫描点数据的相关。可利用该相关性来验证对应于场景中的特征的元素的位置。例如,在一些例子中,与扫描点数据相关联的特征可与空间中的绝对位置有关,但是不用扫描点数据获得的特征(例如,通过图像测量分析获得的)可能不是这样。具有确定位置的这些特征可提供可能在摄影测量分析中缺少的缩放,在本文被称为“缩放特征”。

[0087] 在一些实施方式中,对于可在图像中,尤其是在当移动扫描仪时获得的图像序列的随后的图像中识别出的特征,可能找不到对应的扫描点数据,并且例如,如果目标太远或颜色太暗了,特征也很难获得其上的扫描点。这些特征可能有时候被称为“非支持特征”或“非缩放特征”。在一些实施方式中,利用任何适当的方法和技术,缩放特征(即具有空间中的估计位置的特征),可用于解决没有扫描数据支持的非支持特征的位置。因此,一个或多个非支持或非缩放特征可然后被认为是缩放特征,即使没有从扫描点数据来确定缩放。

[0088] 在块406,可在多个图像中追踪在第一位置拍摄的图像中的特征,该多个图像是当激光扫描仪从第一位置移出时,可被摄像机捕捉的。在一些实施方式中,被追踪的特征可以是缩放特征。在这些或其它实施方式中,多个图像可被捕捉为视频。此外,在一些实施方式中,多个摄像机可具有大体全方向共同视场,从而特征的至少大部分的对应元素可被捕捉,而不需理会在该场景中的它们的位置,以及不需理会在移动期间激光扫描仪的取向。而

且,在一些实施方式中,激光扫描仪可包括一个或多个加速度计、指南针、和/或GPS传感器。在这些或其它实施方式中,从一个或多个这些组件中读取数据可用于帮助追踪特征。

[0089] 在块408,基于特征的追踪并基于扫描点数据与一个或多个特征的相关,相对于第一位置,可估计激光扫描仪在第二位置的位置和/或取向。例如,在激光扫描仪移动期间,激光扫描仪可向与特征有关的场景内的元素靠近或进一步远离。像这样,依赖于激光扫描仪的移动,相对于它们对应的元素,特征可改变它们在图像中的位置和尺寸。而且,这些缩放特征或支持特征的空间中的位置和它们在图像中的对应位置,可被用于估计在激光扫描仪移动期间拍摄的一个或多个图像中激光扫描仪的相对位置和取向。此外,通过追踪图像序列中它们的位置,并利用现有的缩放特征解决非支持特征的空间中的位置,不被扫描数据支持的特征可被增加到缩放特征的集合中。因此,通过追踪在激光扫描仪移动期间拍摄的图像中的特征以及具有位置的这些特征,可确定相对于第一位置的第二位置处的激光扫描仪的相对位置和/或取向。

[0090] 在一些实施方式中,可利用与第一位置有关的第一RGBD立方体图和/或与第二位置有关的第二RGBD立方体图来解决第一位置和第二位置间的比例关系,以确定激光扫描仪的相对位置和/或取向。此外,在一些实施方式中,当激光扫描仪正在移动时以及不局限于激光扫描仪的静态位置时,第二位置可以是激光扫描仪在任何一个时间的位置。

[0091] 此外,方法400可被用于估计激光扫描仪的位置和/或取向。本领域技术人员将会认识到,方法400执行的功能可以不同的顺序执行。进而,概括的步骤和动作仅仅提供,并且一些步骤和动作可以是可选的、被组合成更少的步骤或动作、或被扩展成另外的步骤和动作,而不会有损于所公开的実施方式的本质。

[0092] 例如,方法400可包括额外的步骤,如基于相对于第一位置估计的激光扫描仪在第二位置的位置和/或取向,确定在第一位置拍摄的第一扫描和在第二位置拍摄的第二扫描之间的近似配准。在这些或其它的实施方式中,基于与第一扫描有关的第一扫描点云和与第二扫描有关的第二扫描点云,来细化所估计的配准。可利用任何合适的方法或技术执行这个细化。然而,估计的配准可帮助配准确定,使得细化的配准可在仅仅利用已知的方法和技术获得的配准上进行改进。此外,通过开始估计的配准,配准方法和技术可以与未利用估计的配准相比时更快。

[0093] 而且,在一些实施方式中,基于相对于第一位置估计第二位置的位置和/或取向中的至少一个,方法400可包括:与确定第一扫描和与第二位置有关的第二扫描间的重叠有关的步骤。在这些的实施方式的一部分中,方法400可进一步包括:确定重叠是否满足重叠阈值,并且生成用户通知以指示重叠是否不满足重叠阈值。

[0094] 此外,在一些实施方式中,当激光扫描仪正在移动时,由于从第一位置的移动,可能很难和不能追踪一个或多个特征。例如,当激光扫描仪绕一面墙移动时,正被追踪的很多或所有特征可能不会再出现在图像中。当特征越来越难追踪时,相对于第一位置的激光扫描仪的位置的确定性可能会下降。因此,在一些实施方式中,方法400也可包括:相对于第一位置确定第二位置的位置不确定性。在这些或其它实施方式中,当位置不确定达到阈值时,方法400可包括通知用户。在一些实施方式中,该阈值可基于估计在第一位置的扫描和在第二位置(其可以是激光扫描仪的当前位置)的扫描间的配准的能力。

[0095] 此外,在一些实施方式中,可基于可在激光扫描仪移动期间完成的特征追踪来生

成摄影测量深度图。例如,利用任何合适的摄影测量深度确定法,对于在激光扫描仪移动期间拍摄的图像序列中的缩放(原始的和推测的)特征可确定摄影测量深度。缩放特征的摄影测量深度可然后被用于生成摄影测量深度图,其可与扫描点深度相比较以识别一个或多个异常,如上面描述的那样。在这些和其它实施方式中,可参考图3的方法300所描述的那样,以基于第一和第二图像数据确定的该场景的元素的摄影测量深度,来增强基于缩放特征生成的摄影测量深度图。

[0096] 图5是根据本公开的至少一个实施方式的示例计算设备500的块图,所述计算设备500被布置为用于执行上面描述的一个或多个操作。在非常基本的配置502中,计算设备500典型地包括一个或多个处理器504和系统存储器506。存储器总线508用于在处理器504和系统存储器506之间通信。

[0097] 依赖于想要的配置,处理器504可以是任何类型的,包括但不限于微处理器(μ P)、微控制器(μ C)、数字信号处理器(DSP)、或任何它们的组合。处理器504可包括一个多级缓存(如一级缓存510和二级缓存512)、处理器核514、以及寄存器516。示例处理器核514可包括算术逻辑单元(ALU)、浮点单元(FPU)、数字信息处理核(DSP核)、或任何它们的组合。示例存储器控制器518也可与处理器504一起使用,或者在一些实现方式中,存储器控制器518可以是处理器504的内部部分。

[0098] 依赖于想要的配置,系统存储器506可以是任何类型的,包括但不限于易失性存储器(如RAM)、非易失性存储器(如ROM、闪存等)或任何它们的组合。系统存储器506可包括操作系统520、一个或多个应用522和程序数据524。应用522可包括一个或多个算法,所述一个或多个算法被布置以执行上面描述的与控制系统110有关的操作中的一个或多个、和/或控制流200和250以及方法300和400中的一个或多个。此外,应用522可包括一种程序数据524,其是用于执行应用522的操作。在一些实施方式中,应用522可被布置为与程序数据524一起在操作系统520上操作,使得可执行应用522的操作。在图5中通过在虚线内的那些组件示出了所描述的基本配置502。

[0099] 计算系统500可具有额外的特征或功能、和额外的接口,以便利于在基本配置502和任何要求的设备和接口间的通信。例如,总线/接口控制器530可被用于便利于经由存储接口总线534在基本配置502和一个或多个数据存储设备532间通信。数据存储设备532可以是可移除存储设备536、不可移除存储设备538、或它们的组合。示例可移除和不可移除存储设备包括:如软盘驱动器和硬盘驱动器(HDD)这样的磁盘设备、如压缩盘(CD)驱动器或数码影碟(DVD)驱动器这样的光盘驱动器、固态驱动器(SSD)、和磁带驱动器等。示例计算机存储介质可包括:以任何方法或技术存储信息的易失性的和非易失性的、可移除的和不可移除的介质,该信息诸如为计算机可读指令、数据结构、程序模块、或其它数据。

[0100] 系统存储器506、可移除存储设备536和不可移除存储设备538是示例性的计算机存储介质。计算机存储介质包括,但是不限于:RAM、ROM、EEPROM、闪存或其它存储器技术、CD-ROM、数字通用盘(DVD)或其它光学存储器、盒式磁带、磁带、磁盘存储器或其它磁的存储设备、或可用于存储想要的信息和可由计算设备500访问的任何其它介质。任何这种计算机存储介质可以是计算设备500的一部分。

[0101] 计算设备500也可包括接口总线540,其便利于经由总线/接口控制器530从各种接口设备(例如,输出设备542,外部接口544和通信设备546),到基本配置502的通信。示例输

出设备542包括:图形处理单元548和音频处理单元550,其可被配置以经由一个或多个A/V端口552与如显示器或扬声器这样的各种外部设备通信。示例外部接口544可包括:串行接口控制器554或并行接口控制器556,其可被配置以经由一个或多个I/O端口558与如输入设备(如键盘、鼠标、笔、语音输入设备、触摸输入设备等)的外部设备或其它外部设备(如打印机、扫描仪等)通信。示例通信设备546包括:网络控制器560,其可被布置来便于经由一个或多个通信接口564与一个或多个其它计算设备562在网络通信链接上通信。

[0102] 网络通信链接可以是通信介质的示例。通信介质可典型地体现为:计算机可读指令、数据结构、程序模块、或在调制数据信号中的其它数据,如载波或其它传输机制,并且可包括任何信息传送介质。“调制数据信号”可以是这样的信号:其具有一个或多个它的特性集,并且以如在信号中编码信息这样的方式改变。通过举例的方式,而不是限制的方式,通信介质可包括如有线网络或直接连线连接的有线介质,以及如声学的、射频(RF)、微波、红外(IR)和其它无线介质这样的无线介质。这里使用的术语“计算机可读介质”可包括存储介质和通信介质两者。

[0103] 计算设备500可被实现为小型便携式(或移动)电子设备,如蜂窝电话、个人数据助理(PDA)、个人媒体播放器设备、无线网页观看设备、个人耳机设备、应用专属设备、或包括任何上述功能的混合设备。计算设备500也可被实现为个人计算机,其包括膝上计算机和非膝上计算机配置。

[0104] 本公开不限制于本文描述的特定实施方式,其意图示出各个方面。可作出各种修改和变形而不背离它的精神和范围,其对本领域技术人员是显而易见的。除了那些本文列举的,源于前面的描述,在本公开范围内的功能等同的方法和装置,对本领域技术人员是显而易见的。这些修改和变形意在落入所附权利要求的范围内。本公开仅仅由所附权利要求的条款限制,并且这些权利要求有权享有的等同物的全部范围。可以理解的是,本公开并不限于特定方法、试剂、复合物、成分、或生物学系统,其当然能够变化。还可以理解的是,本文使用的术语仅仅目的在于描述特定实施方式,而不是在于意图限制。

[0105] 关于本文大体使用的任何复数和/或单数术语,本领域技术人员能从复数转成单数和/或从单数转成复数,以适应于上下文和/或应用。为了清晰的目的,本文中可明确规定各种单数/复数置换。

[0106] 本领域技术人员可以理解的是,大体上本文使用的术语,并且尤其是在所述权利要求(如所附权利要求的主体)中使用的术语,大体上意指“开放式”术语(如术语“包括”应该被解释为“包括,但不限于”,术语“具有”应该被解释为“至少具有”,术语“包函”应当被解释为“包含,但不是限于”等)。本领域技术人员可以进一步理解的是,如果想要所引入权利要求列举项的特定号码,这样的意图将会在权利要求中被明确引用,并且如果没有这样的引用,则没有这样的意图。例如,为了有助于理解,所附权利要求可包括使用前置词“至少一个”和“一个或多个”以引入权利要求列举项。然而,这些短语的使用不应该被解释为,暗示由“一”所引入的权利要求列举项限制包含所引入的权利要求列举项的任何特定权利要求列举项到仅仅包括一个这种列举项的实施方式,甚至是当同样的权利要求包括“一个或多个”或“至少一个”的前置词和如“一”的词(如“一”应该被解释为意思是“至少一个”或“一个或多个”)时;对于用特指词引入权利要求列举项的使用也是一样的。此外,即使明确引用了引入的权利要求列举项的特定号码,本领域技术人员将会认清这些列举项应该被解释为,

意味着至少所列举号码(例如光列举项“二个列举项”,没有其它修饰语,意味着至少二个列举项,或两个或多个列举项)。进而,在那些例子中,其中使用常规的类似于“A、B、C的至少一个等”,大体上这样结构意图是,在意思上本领域技术人员会理解为常规惯例(例如“一系统具有A、B、C的至少一个”将包括但不限于系统仅仅具有A、仅仅具有B、仅仅具有C、具有A和B、具有A和C、具有B和C、和/或具有A、B、C等)。在那些例子中,其中常规的类似于使用“A、B、C的至少一个”,大体上这样的结构意图是在意思上本领域技术人员将理解为,常规惯例(例如“一系统具有A、B、C的至少一个”将包括但不限于系统仅仅具有A、仅仅具有B、仅仅具有C、具有A和B、具有A和C、具有B和C、和/或具有A、B、C等)。本领域技术人员将会进一步理解的是,虚拟的表示二个或多个可替换的术语的任何分割词和/或短语,无论是否在说明书中、权利要求书中或附图中,应该被理解为要考虑包括术语中的一个、术语中的任何一个、术语中的两者的可能性。例如,短语“A和B”将会被理解为包括“A”或“B”、或“A和B”的可能性。

[0107] 此外,在根据马库什组描述的本公开的特征或方面的情况中,本领域技术人员将会认清也因而可以根据任何马库什组的构成和构成子组描述本公开。

[0108] 如本领域技术人员将会理解的那样,对于任何和所有的目的,如根据所提供的书面描述,本文所公开的所有范围也包括任何和所有可能的子范围以及它们的子范围的组合。当充分描述并使同样的范围被分成至少相等的两份、三份、四份、五份、十份等时,可容易地认清任何列出的范围。作为非限制性示例,本文讨论的每一个范围可被轻易的分成下三分之一、中三分之一和上三分之一等。可由本领域技术人员理解的是,如“上达”、“至少”等等的所有的语言包括所列举的号码和涉及可被随后分成如上面讨论的子组的范围。最后,可由本领域技术人员理解的是,范围包括每一个单独的构成。从而,例如具有1-3单元的组涉及具有1、2或3单元的组。类似的,具有1-5单元的组涉及具有1、2、3、4或5单元的组等等。

[0109] 综上所述,应该了解的是,已在本文中描述本公开的各种实施方式用于例证的目的,并且做出的各种修改不会背离本公开的范围和精神。因此,本文描述的各种实施方式并不意在限制,具有由所附权利要求指示的真正范围和精神。

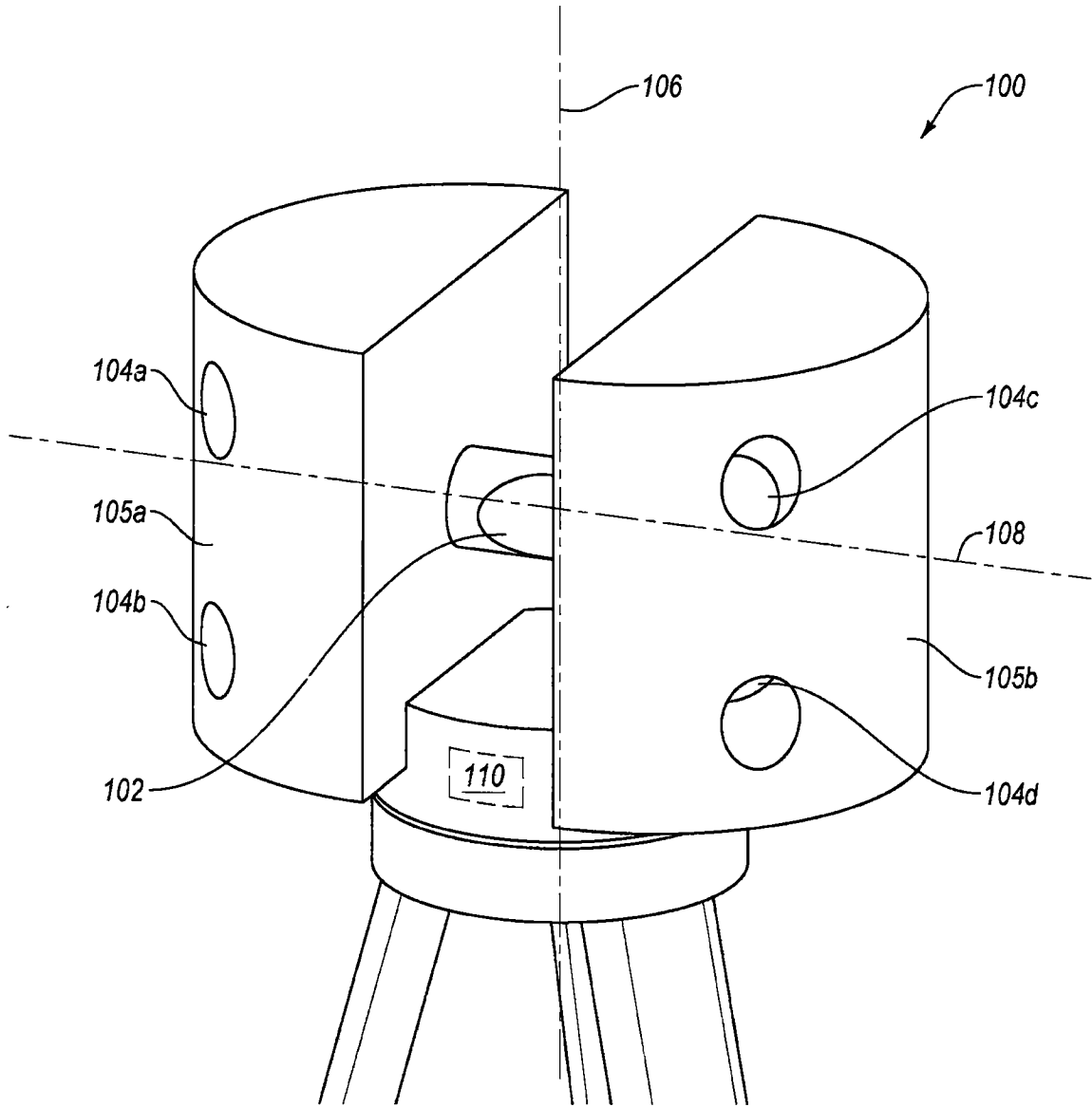


图1A

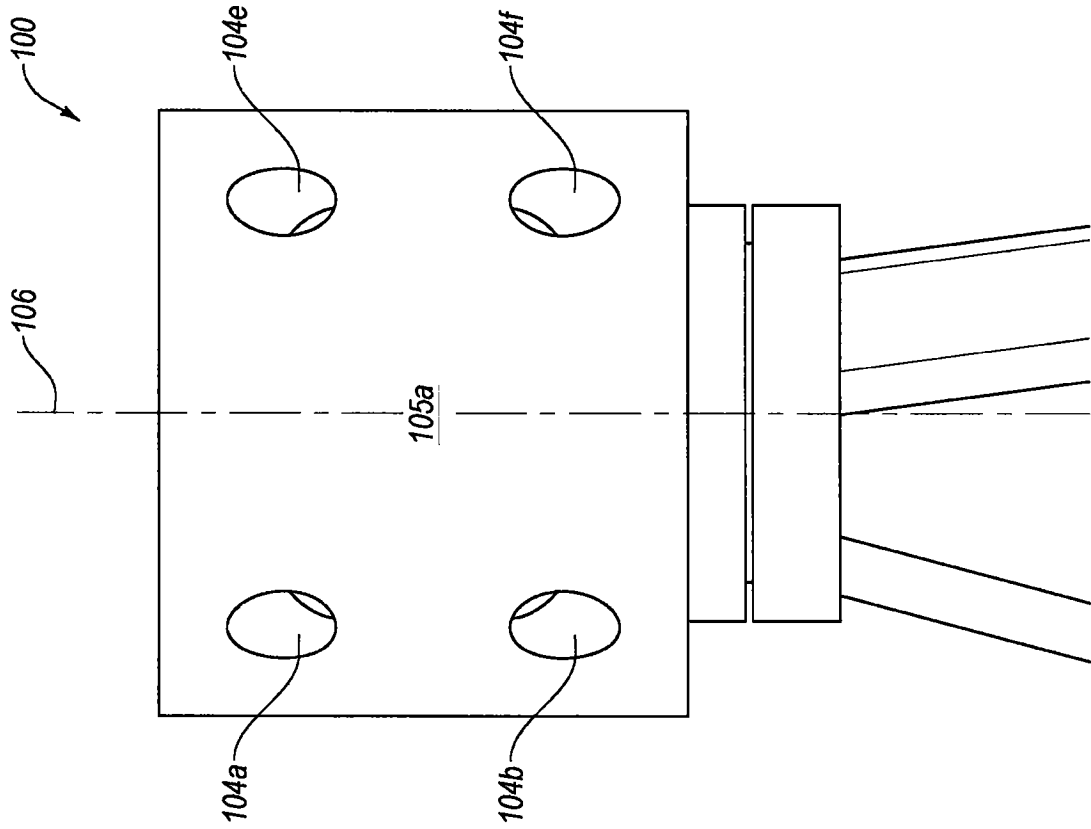


图1B

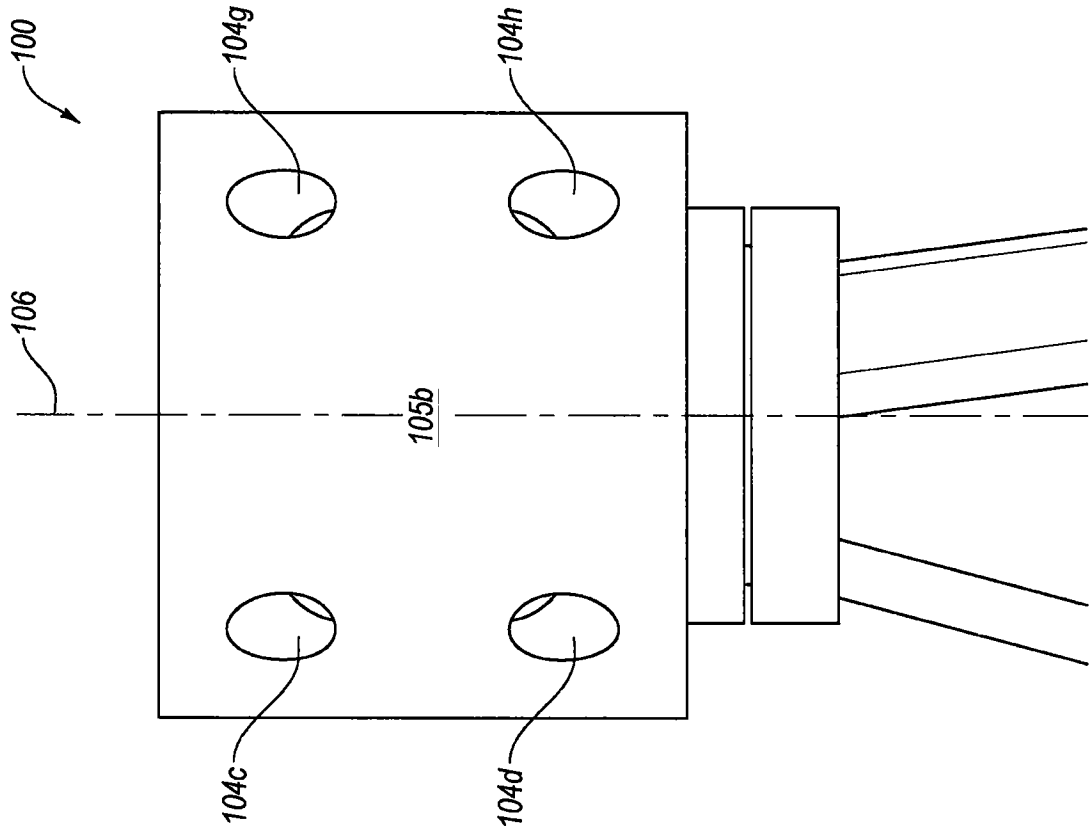


图1C

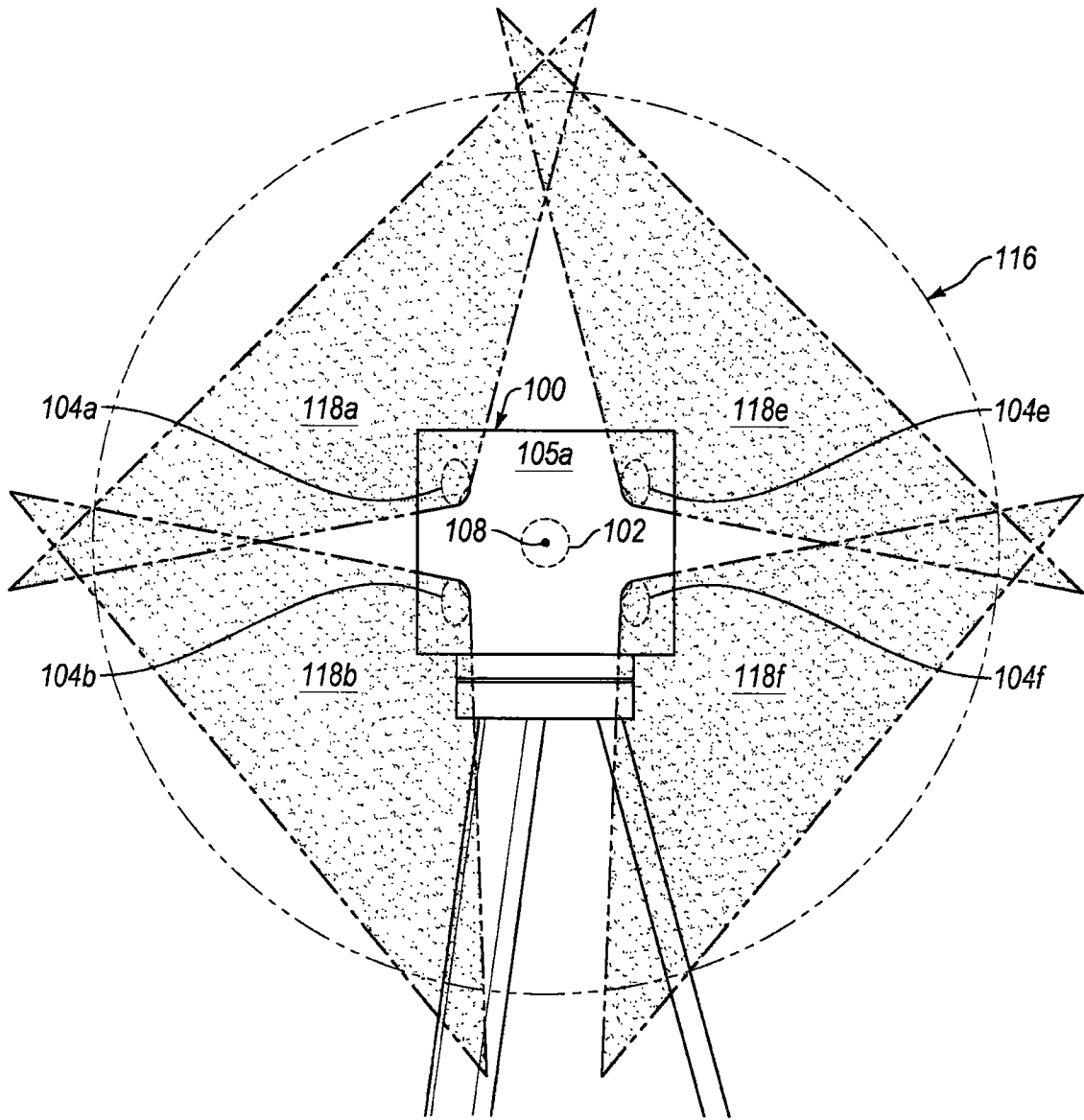


图1D

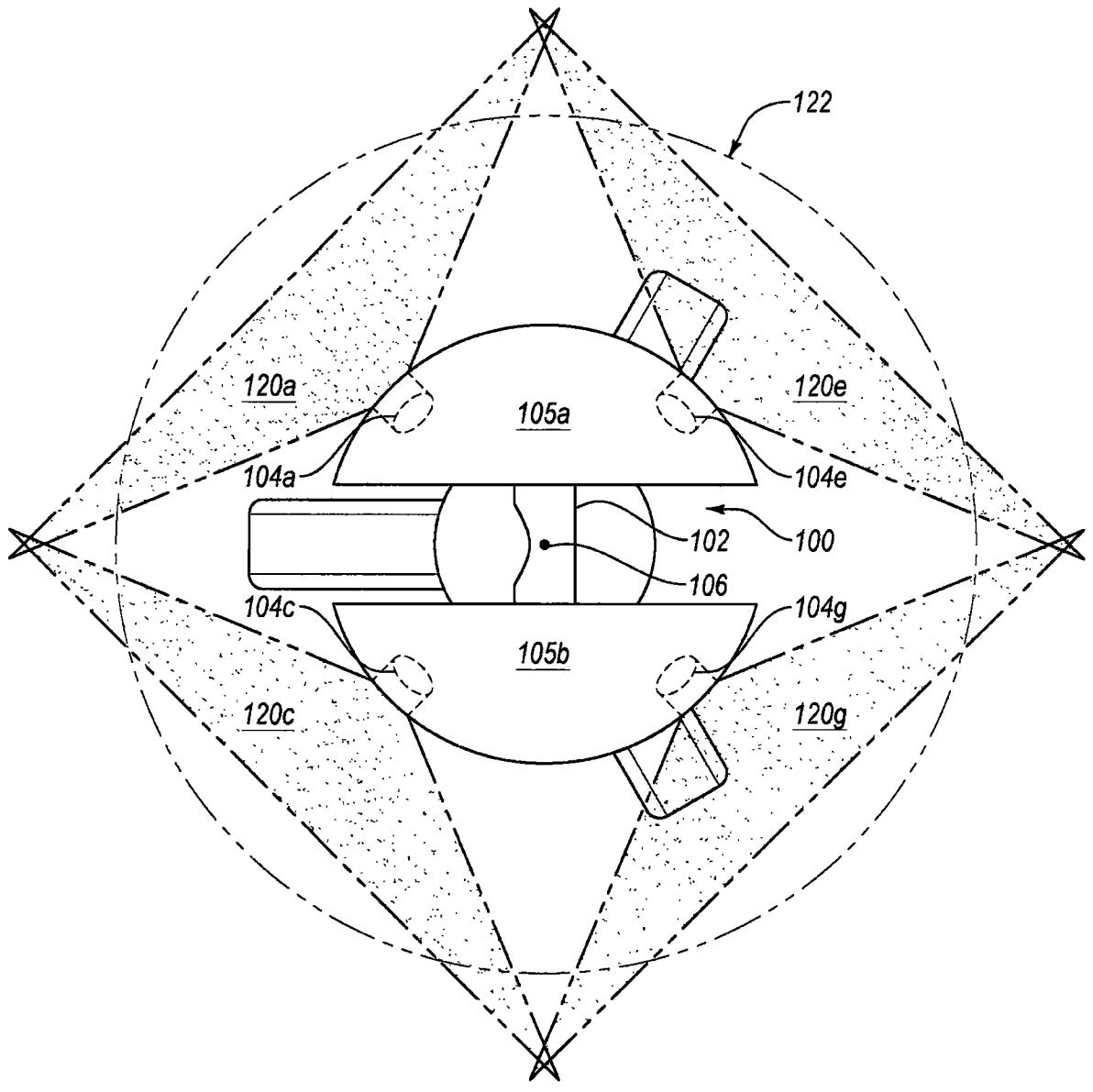


图1E

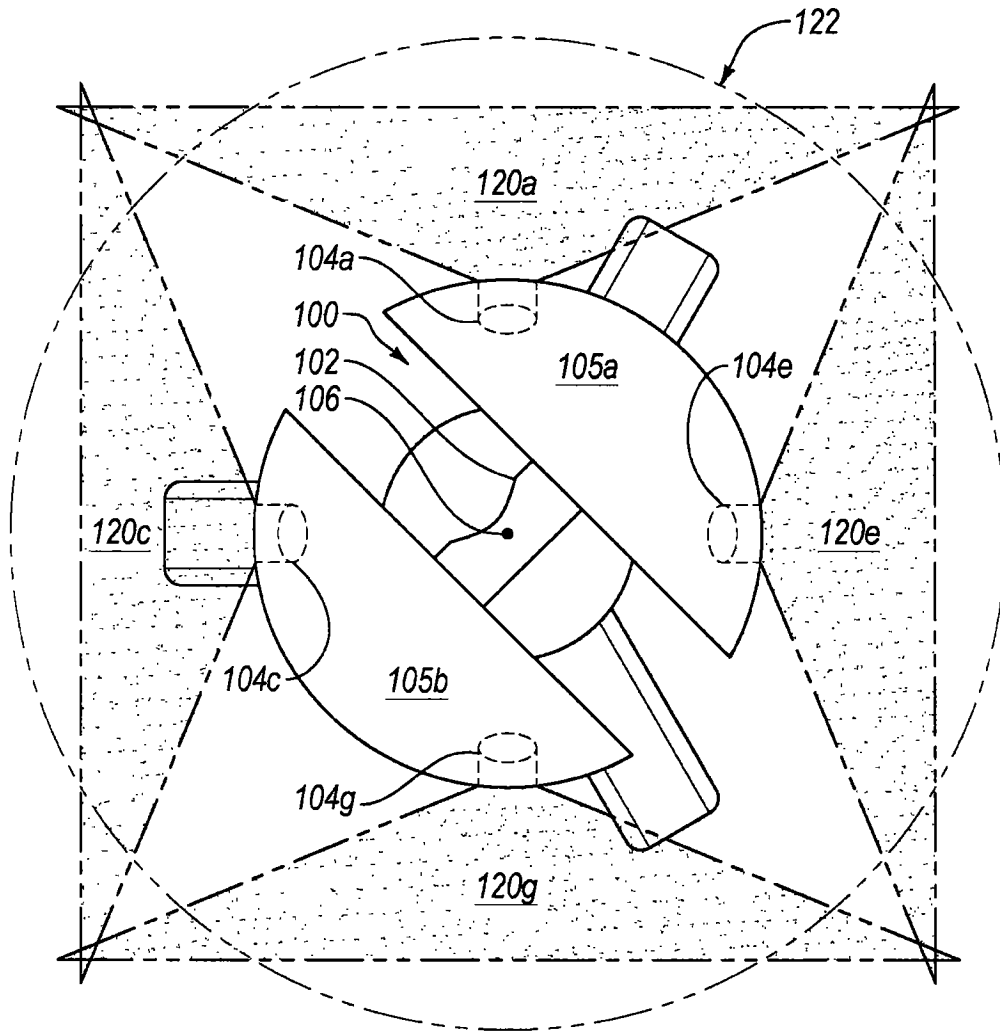


图1F

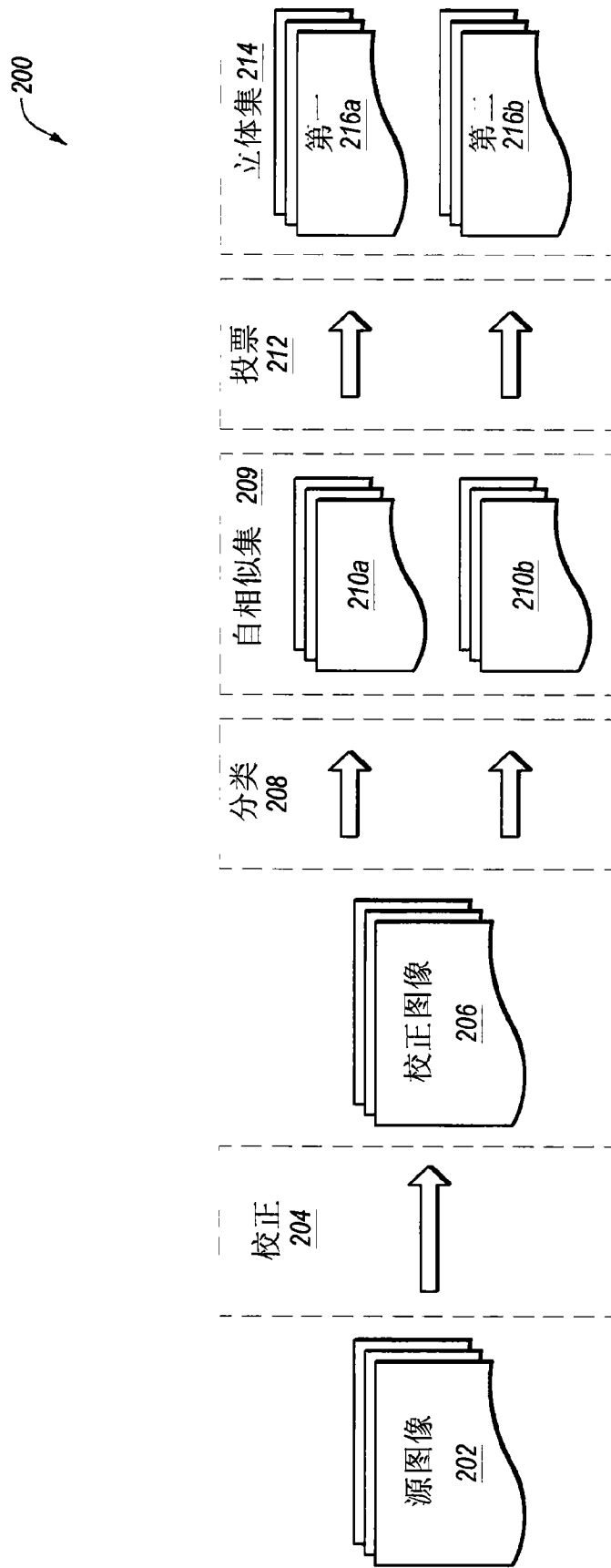


图2A

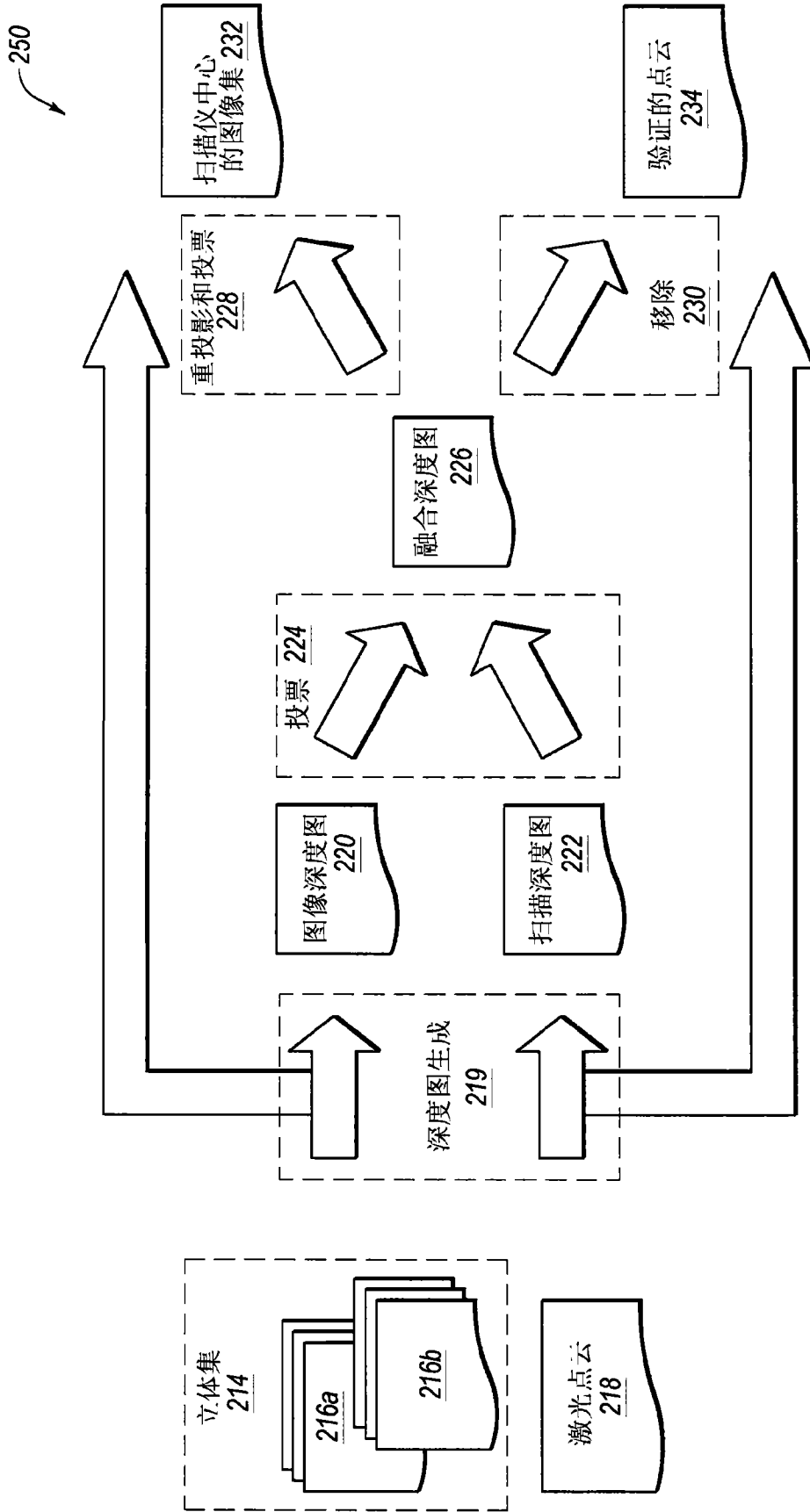


图2B

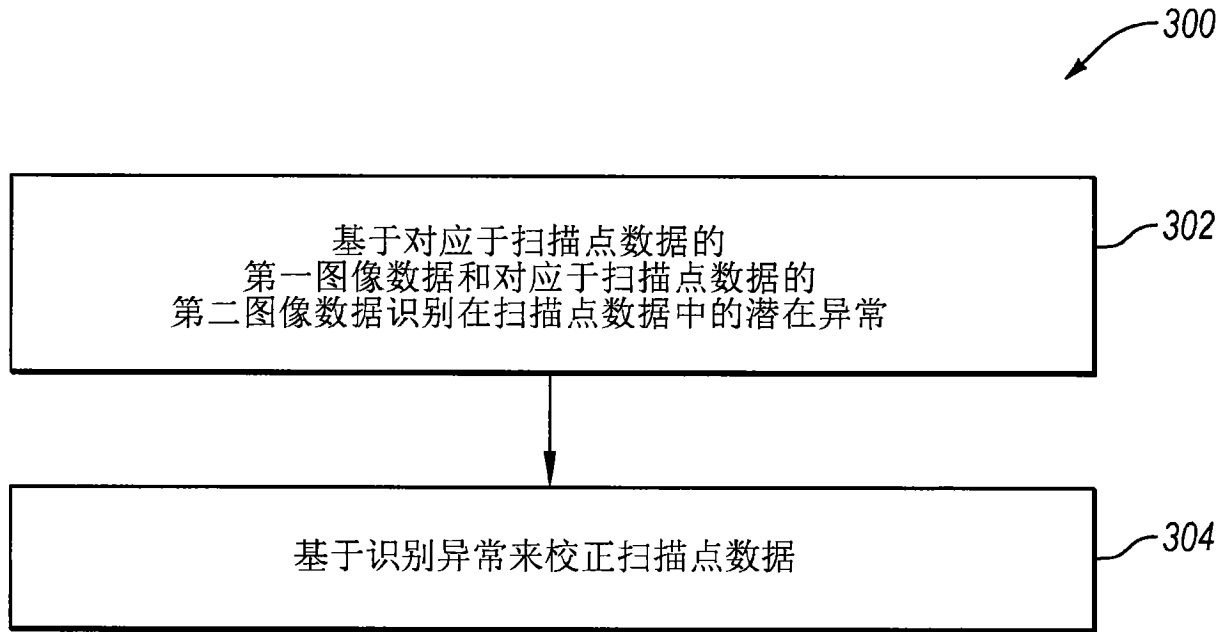


图3

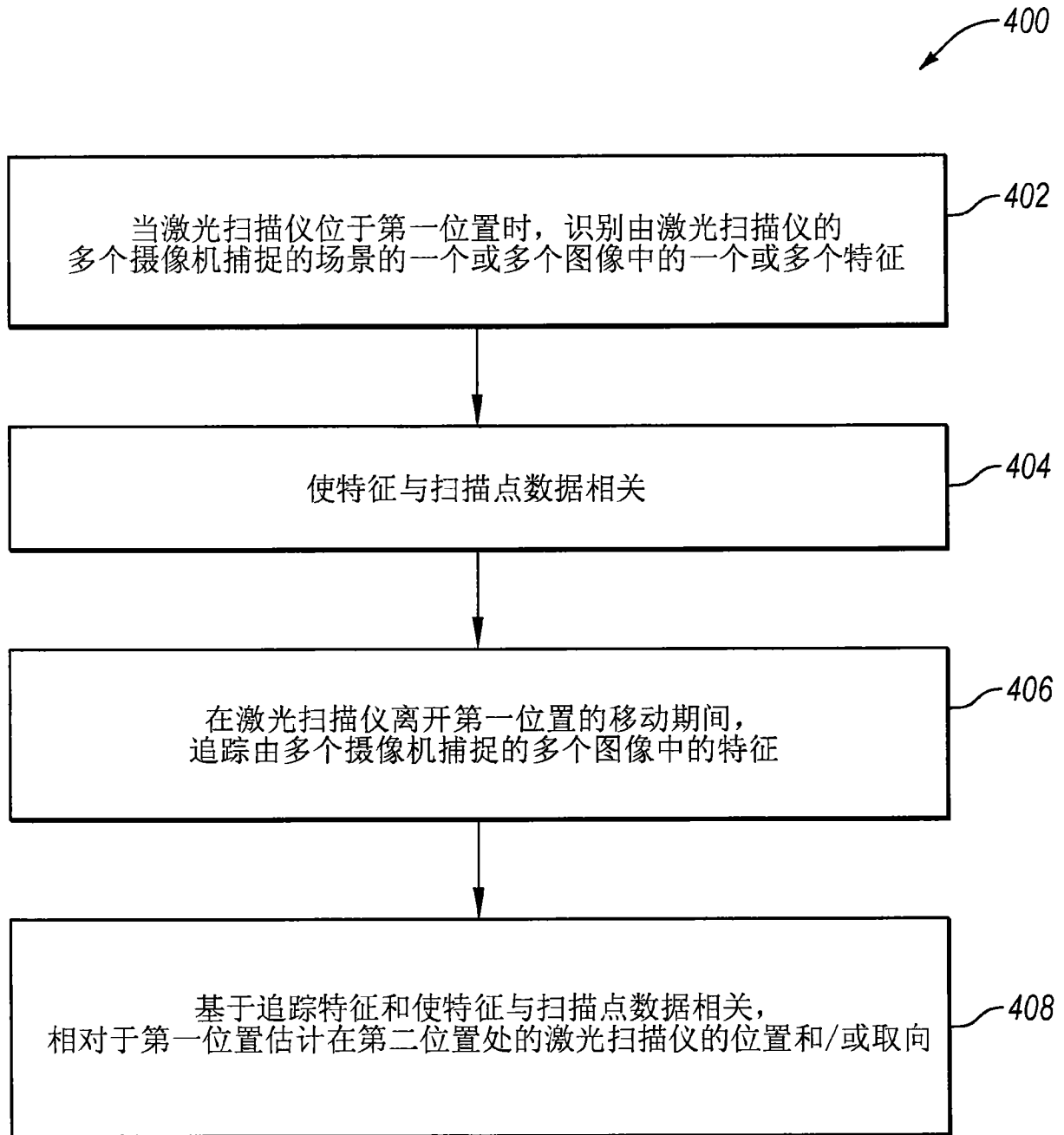


图4

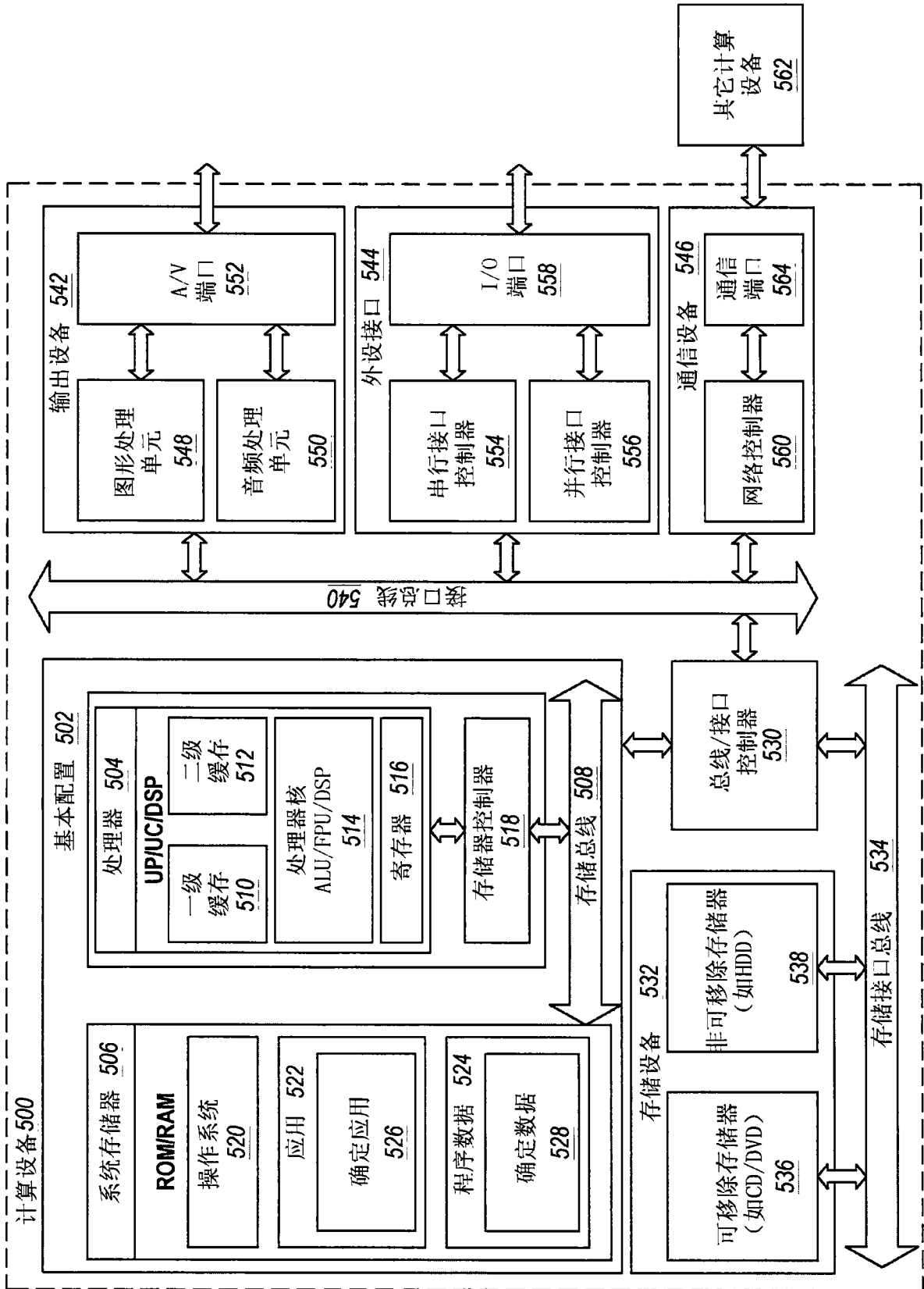


图 5