(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105928498 B
(45)授权公告日 2019.06.14

(21)申请号 201610104473.5

(22)申请日 2016.02.25

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105928498 A

(43)申请公布日 2016.09.07

(30)优先权数据
15156719.5 2015.02.26 EP

(73)专利权人 赫克斯冈技术中心
地址 瑞士赫尔布鲁格

(72)发明人 伯恩哈德·麦茨勒
克努特·西尔克斯
E·V·范德泽万

(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

(51)Int.Cl.
G01C 15/00(2006.01)
G01S 17/89(2006.01)

(56)对比文件
EP 2818958 A2,2014.12.31,
CN 103477187 A,2013.12.25,
US 2014/0163775 A1,2014.06.12,

审查员 张芳馨

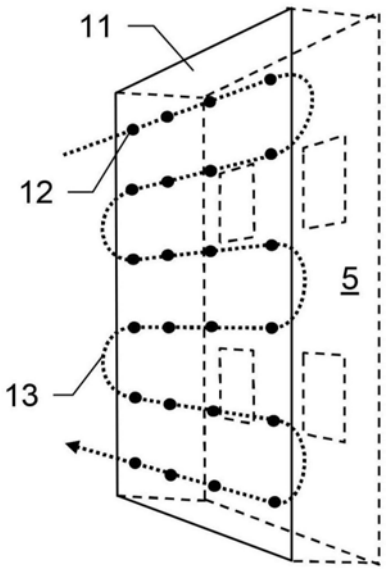
权利要求书6页 说明书15页 附图12页

(54)发明名称

提供关于对象的信息的方法、大地测绘系统、存储介质

(57)摘要

提供关于对象的信息的方法、大地测绘系统、存储介质。通过基于模板的UAV控制来确定对象数据。一种使用具有数据获取单元的无人飞行器(20、20a、20b)来提供关于对象的信息的方法，包括：确定参照对象(5)的位置数据，位置数据参照到测量坐标系，提供关于对象(5)的数字模板(11)，模板(11)以粗略方式至少部分地表示对象(5)，并且将模板(11)用位置数据进行参照使得模板(11)就其空间参数在测量坐标系中对应于对象。另外，基于至少位置数据和/或模板(11)导出与对象(5)有关的至少一个数据获取点(12)或区间的空间位置，控制无人飞行器并且根据至少一个数据获取点(12)或区间获取关于对象(5)的至少一部分的对象信息。



CN 105928498 B

1.一种使用具有数据获取单元(21)的无人飞行器(20、20a、20b)来提供关于对象(5、6、8)的信息的方法,该方法包括以下步骤:

• 确定参照所述对象(5、6、8)的位置数据(10-10”’),该位置数据(10-10”’)参照到测量坐标系,

• 导出测量路径(13、13’、13”’、54)以及与所述对象(5、6、8)有关的至少一个数据获取点(12)或区间的空间位置,

• 按照使得所述无人飞行器(20、20a、20b)根据第一测量路径运动并且靠近所述至少一个数据获取点(12)或区间的方式来控制所述无人飞行器(20、20a、20b),并且

• 根据所述至少一个数据获取点(12)或区间获取关于所述对象(5、6、8)的至少一部分的对象信息,

其特征在于

• 选择关于所述对象(5、6、8)的数字模板(11、11’、30、50),

其中,所述数字模板(11、11’、30、50)由数据库提供,并且所述数字模板(11、11’、30、50)以粗略方式至少部分地表示所述对象(5、6、8),

其中,所述数字模板(11、11’、30、50)被实现成以下中的至少一项:具体几何图形、针对所述对象的数字模型、所述对象的类型的CAD模型、所述对象的CAD模型,以及

其中,对于每种类型的关注对象(5、6、8),在测量处理之前预先生成相应数字模板(11、11’、30、50)并且提供该相应数字模板(11、11’、30、50)用于飞行规划,该相应数字模板(11、11’、30、50)提供针对相应对象(5、6、8)的最优飞行路径(13、13’、13”’、54)和用于图像获取(12)的位置;以及

• 用位置数据(10-10”’)参照所述数字模板(11、11’、30、50),使得所述数字模板(11、11’、30、50)其空间参数在测量坐标系中对应于所述对象,

• 通过依赖于满足限定的距离标准来触发所述数据获取单元(21)而根据所述至少一个数据获取点(12)或区间获取关于所述对象(5、6、8)的至少一部分的对象信息,该距离标准限定所述无人飞行器(20、20a、20b)的实际位置和所述至少一个数据获取点(12)或区间之间的空间关系。

2.根据权利要求1所述的方法,其中,所述具体几何图形为平面,柱形或球形。

3.根据权利要求1所述的方法,

其特征在于

• 基于所参照的数字模板(11、11’、30、50)导出所述第一测量路径(13、13’、13”’、54)。

4.根据权利要求1所述的方法,

其特征在于

自动地导出第一测量路径(13、13’、13”’、54)。

5.根据权利要求1或2所述的方法,

其特征在于

所述数字模板(11、11’、30、50)

关于其大小和空间方位能够被适用,其中其空间参数限定所述数字模板的空间扩展和空间方位,

其中,所述空间参数包括以下至少一项:高度H、宽度W、长度L、方位角和倾斜角,和/或

所述数字模板(11、11’、30、50)提供与所述对象(5、6、8)的类型有关的对象参数，其中，该对象参数提供关于禁飞区(7)和/或对象(5、6、8)的特别关注的区域的信息。

6.根据权利要求5所述的方法，

其特征在于

所述数字模板(11、11’、30、50)能够被缩放。

7.根据权利要求1到2中任一项所述的方法，

其特征在于

通过以下步骤将所述数字模板(11、11’、30、50)用所述位置数据(10-10”’)参照

• 数字地适用所述数字模板(11、11’、30、50)的缩放和/或空间方位，使得所述数字模板(11、11’、30、50)的大小和/或方位在所述测量坐标系中对应于所述对象的大小和/或方位，和/或

• 用所述位置数据(10-10”’)拟合模板定位数据。

8.根据权利要求7所述的方法，

其特征在于

通过用所述位置数据(10-10”’)拟合一组模板基准点来将所述数字模板(11、11’、30、50)用所述位置数据(10-10”’)参照。

9.根据权利要求1到2中任一项所述的方法，

其特征在于

• 通过算法自动选择所述数字模板(11、11’、30、50)，和/或

• 通过以下步骤确定所述位置数据(10-10”’)

通过使用位置确定装置(1)测量与所述对象(5、6、8)有关的一组对象表示点(10-10”’)的位置，和/或

用位置确定装置(1)至少部分地粗略扫描所述对象(5、6、8)，

借助于地理参照的数字地形数据(60)并且根据该地形数据(60)选择至少一个对象表示点(10-10”’)。

10.根据权利要求9所述的方法，

其特征在于

所述位置确定装置(1)为测绘仪器或GNSS传感器。

11.根据权利要求10所述的方法，

其特征在于

所述测绘仪器或GNSS传感器为全站仪。

12.根据权利要求10所述的方法，

其特征在于

所述位置确定装置被实现为激光扫描器。

13.根据权利要求1到2中任一项所述的方法，

其特征在于

所述数据获取单元(21)被实现成图像捕捉单元，或实现成扫描单元，其中对象信息的获取通过以下步骤提供

• 根据所述至少一个数据获取点(12)捕捉至少一个图像(26)，或

• 根据所述至少一个数据获取区间捕捉至少一个图像序列，或

• 根据所述至少一个数据获取区间扫描所述对象(5、6、8)。

14.根据权利要求13所述的方法，其中，所述至少一个图像序列为视频形式的至少一个图像序列。

15.根据权利要求1到2中任一项所述的方法，

其特征在于

基于所参照的数字模板(11、11'、30、50)导出一系列数据获取点(12)，其中，借助于所述数据获取单元(21)捕捉关于所述一系列数据获取点(12)的一系列图像。

16.根据权利要求15所述的方法，

其特征在于

• 基于提供所述对象(5、6、8)处的测量点的位置信息的图像对导出立体图像，和/或

• 所述第一测量路径(13、13'、13"'、54)包括一系列数据获取点(12)。

17.根据权利要求15所述的方法，

其特征在于

所述图像对为连续图像。

18.根据权利要求16所述的方法，

其特征在于

所述一系列数据获取点(12)包括所述至少一个数据获取点。

19.根据权利要求16所述的方法，

其特征在于

基于根据所述一系列数据获取点(12)捕捉的一系列图像来处理点云，该点云表示所述对象的被所述图像覆盖的区域。

20.根据权利要求1到2中任一项所述的方法，

其特征在于

• 粗略地扫描和/或捕捉所述对象(5、6、8)的周围环境，并且因而提供周围环境数据，该周围环境数据提供关于障碍物(4)的信息，并且

• 依赖于所述周围环境数据限定所述至少一个数据获取点(12)或区间，或依赖于所述周围环境数据适用所述第一测量路径(13、13'、13"'、54)。

21.根据权利要求1到2中任一项所述的方法，

其特征在于

基于至少所参照的数字模板(11、11'、30、50)，导出第二测量路径(13")，所述第二测量路径(13")

• 与第一测量路径(13、13'、13"'、54)相比具有等同的形状和扩展，

• 按照限定方式从所述第一测量路径(13、13'、13"'、54)偏移，并且

• 包括进一步的数据获取点，每个数据获取点被指派到所述第一测量路径(13、13'、13"'、54)的相应的数据获取点。

22.根据权利要求21所述的方法，

其特征在于

由进一步的图像捕捉单元捕捉关于所述第二测量路径(13")的所述进一步的数据获取

点的进一步的一系列图像，其中，

• 所述进一步的图像捕捉单元由第二无人飞行器(20b)携带并且所述第二无人飞行器(20b)按照使得其沿着所述第二测量路径(13")运动的方式被控制，和/或

• 基于图像对导出立体图像，每个图像对由根据第一测量路径(13')的数据获取点的第一图像和根据第二测量路径(13")的所指派的数据获取点的第二图像表示。

23.根据权利要求22所述的方法，

其特征在于

提供针对每个图像对的恒定立体基线(14)。

24.根据权利要求21所述的方法，

其特征在于

所述第二测量路径的航迹对应于所述第一测量路径的航迹。

25.根据权利要求1到2中任一项所述的方法，

其特征在于

基于对由数据获取单元(21)的实际图像(26)和对象(5、6、8)的概括图像(25)提供的图像数据的图像处理来控制所述无人飞行器(20、20a、20b)，其中，导出在所述概括图像(25)和所述实际图像(26)中的一致特征(27)，其中，所述数据获取单元(21)提供实时图像数据，并且所述无人飞行器(20、20a、20b)的控制是基于所述实时图像数据。

26.根据权利要求25所述的方法，

其特征在于

所述实时图像数据为现场流。

27.根据权利要求1到2中任一项所述的方法，

其特征在于

通过将从测绘仪器(1)发射的激光束锁定到所述无人飞行器(20、20a、20b)来连续跟踪所述无人飞行器(20、20a、20b)并且因而连续地提供所述无人飞行器(20、20a、20b)的实际位置。

28.一种用于提供关于对象(5、6、8)的信息的大地测绘系统，该大地测绘系统包括：

• 数据接收单元，该数据接收单元适用于接收和提供参照所述对象(5、6、8)的位置数据(10-10"')，所述位置数据(10-10"')参照到测量坐标系，

• 无人飞行器(20、20a、20b)，该无人飞行器(20、20a、20b)包括数据获取单元(21)，该数据获取单元(21)用于获取对象信息，以及

• 控制和处理单元，该控制和处理单元适用于

□导出至少一个数据获取点(12)或区间，

□按照使得所述无人飞行器(20、20a、20b)根据测量路径运动并且靠近所述至少一个数据获取点(12)或区间的方式来控制所述无人飞行器(20、20a、20b)的运动，以及

□控制获取所述对象信息，

其特征在于

• 数据库，该数据库提供关于所述对象(5、6、8)的数字模板(11、11'、30、50)，所述数字模板(11、11'、30、50)以粗略方式至少部分地表示所述对象，其中

□所述数字模板(11、11'、30、50)被实现成以下中的至少一项：具体几何图形、针对所

述对象的数字模型、所述对象的类型的CAD模型、所述对象的CAD模型，

□其中，对于每种类型的关注对象(5、6、8)，在测量处理之前预先生成相应数字模板(11、11'、30、50)并且提供该相应数字模板(11、11'、30、50)用于飞行规划，该相应数字模板(11、11'、30、50)提供针对相应对象(5、6、8)的最优飞行路径(13、13'、13"'、54)和用于图像获取(12)的位置；以及

□基于所述数字模板(11、11'、30、50)导出相应的测量路径(13、13'、13"'、54)，并且沿着所述测量路径(13、13'、13"'、54)引导所述无人飞行器(20、20a、20b)，

•所述控制和处理单元进一步适用于

□执行数据获取功能，该数据获取功能至少由以下限定

•将所述数字模板(11、11'、30、50)用所述位置数据(10-10"')进行参照，使得所述数字模板(11、11'、30、50)就其空间参数在所述测量坐标系中对应于所述对象，其中，所述空间参数包括以下至少一项：高度H、宽度W、长度L、方位角和倾斜角；并且

•通过依赖于满足限定的距离标准触发所述数据获取单元(21)来根据所述至少一个数据获取点(12)或区间获取关于所述对象(5、6、8)的至少一部分的对象信息，该距离标准限定所述无人飞行器(20、20a、20b)的实际位置和所述至少一个数据获取点(12)或区间之间的空间关系。

29.根据权利要求28所述的大地测绘系统，其中，所述具体几何图形为平面，柱形或球形。

30.根据权利要求28所述的大地测绘系统，

其特征在于

所述数字模板(11、11'、30、50)表示所述对象的形状和/或大致形貌。

31.根据权利要求28所述的大地测绘系统，

其特征在于

所述大地测绘系统被设计成使得根据权利要求1到25中任一项的方法能够被执行。

32.根据权利要求31所述的大地测绘系统，

其特征在于

所述控制和处理单元被设计成使得根据权利要求1到25中任一项的方法能够被执行。

33.根据权利要求31所述的大地测绘系统，

其特征在于

所述无人飞行器(20、20a、20b)包括

•惯性测量单元、加速度计、倾斜传感器、磁罗盘和/或陀螺仪，和/或

•后向反射单元，该后向反射单元用于反射从所述大地测绘系统的测绘仪器(1)发射的激光束。

34.一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质存储计算机程序，所述计算机程序在根据权利要求28到33中任一项所述的大地测绘系统的控制和处理单元上运行时根据如权利要求1到27中任一项所述的方法控制和执行至少以下步骤：

•接收关于所述对象(5、6、8)的所述位置数据(10-10"')和所述数字模板(11、11'、30、50)，

•将所述数字模板用所述位置数据进行参照，

• 导出至少一个数据获取点(12)或区间的空间位置，

• 控制所述无人飞行器(20、20a、20b)，以及

• 获取关于所述对象(5、6、8)的至少一部分的对象信息。

35.根据权利要求34所述的计算机可读存储介质，其中，

基于以下处理获取对象信息

• 连续地接收所述无人飞行器(20、20a、20b)的实际位置和/或

• 接收所述无人飞行器(20、20a、20b)的参照的空间位置。

提供关于对象的信息的方法、大地测绘系统、存储介质

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及用于使用大地测绘仪器和无人飞行器(UAV)来对对象进行大地测绘的方法,其中测绘数据通过UAV侧的捕捉单元收集。

背景技术

[0002] 为了收集关于对象的精确的与表面有关的信息,特别是形貌信息,这些对象的表面通常可以使用在对象上以预定方式移动的激光束来扫描和/或可以使用摄像头单元结合立体方案来成像。这些方法例如由诸如地面激光扫描器或全站仪(例如Leica P20或Leica Multi Station 50)这样的大地测量装置或特定摄像头单元来提供。通过扫描对象并且通过应用立体方法,可以创建所谓的(3D-)点云或整体图像,其表示对象。

[0003] 这些点云通常通过确定针对每个测量点的距离以及当确定该距离(激光扫描器)时的激光束的相关方向来导出。这些测量点和得到的点云的点对点分辨率由表面上的激光束的移动速度和触发单次测量(例如,针对每个测量点一次)的触发间隔来限定。

[0004] 另选地,点云的一部分从立体基础和相对姿态已知的至少两个图像来计算。当然,点云可以基于一系列点来计算。作为这种立体计算的结果,所导出的点云以对应的点对点分辨率来表示对象的表面。

[0005] 在使用大地测量装置的情况下,由于从一个站点通常对象的仅一部分可测量而其它表面点被隐藏,变得需要至少在相对于对象的两个不同位置设立测量装置使得相结合地对象的整个表面可以测量。

[0006] 测绘仪器需要对要测量的对象点的直接视线。在遮挡的情况下,例如,在建筑物前面的树阻隔了立面的一部分,导致所谓的“扫描窗口”。在实践中,在这种情况下测绘仪器还被架设在给出对缺失部分的直接视线的不同位置处。因此,需要超过一次设立测绘仪器并且每次附加设立花费时间并且降低用户的生产率。

[0007] 另外,用地面激光扫描器以最高分辨率的全穹顶扫描,即,水平方向上从0°到360°和竖直方向上-45°到90°的扫描区域,会花费数小时。在此分辨率下,在100米内的点之间的距离是1.0mm。对于仪器的每次新设立,通常获得全360°全景图像,这也花费数分钟。因此,重新定位激光扫描器或类似的测绘仪器(例如,全站仪)并且记录第二组测量数据(第二点云)非常耗时并且需要专家至少来相对于第二点云引用第一点云。

[0008] 在用便携式图像捕捉单元来测量对象的情况下,可以按照更灵活和快速的方式来提供数据获取。然而,在对象仍将剩余不能够用观察来访问以收集对应适当图像数据的区域,例如,在表面非常高处或难以访问的地形。另外,为了在全局坐标系中参照数据并且提供精确对象信息,具体地每个测量捕捉位置将被指派到相应地捕捉的图像。

[0009] 收集对象数据的另一种方案是基于扫描器数据和图像数据的组合。

[0010] EP 1 903 303 B1公开了一种组合点云与图像数据来填充点云的缺失部分的方法。摄像头单元用于记录一组图像,这些图像被划分成一组立体图像对。每个图像对被独立处理。另外,由激光扫描器获得的全景图像(所谓的“主图像”)用于逐对地与一个立体图像

对组合，并且因此提供将相应立体图像对的尺寸信息添加到点云。整个处理在后处理步骤中进行，在后处理步骤中图像的组的以及激光扫描器的全部数据准备好进行处理。

[0011] 以上方法的主要缺点是在一方面对对象进行扫描消耗巨量时间以及在另一方面对象的剩余区域不能够以适当方式访问，即，由扫描器的视线中的障碍物导致，或收集覆盖全部关注区域(例如，建筑物的房顶)的具有推荐属性的图像。另外，关于组合扫描器数据和图像数据，由于后处理并且由于立体图像的独立处理，关于点位置的准确性的误差随着不直接与扫描点云有关的图像的数量增加。

[0012] 另外，以上方法要求很强的人工设定和实现(例如，移动摄像头或数据的后处理)并且因此容易出错，要求良好教育的操作员并且消耗相对多的时间。

[0013] 对于关于确定地形的形貌数据的进一步方面，已知UAV对此有用。有用这些UAV的飞行规划通常通过例如从地图选择关注的地形区域并且限定具体高度来产生。在指定高度的水平矩形被限定并且提供得到的飞行路径的边界。飞行路径可以被限定成其覆盖期望的关注区域，其中设定了图像数据的获取以提供捕捉的图像关于分别覆盖的区域的横向交叠。因此相应限定了图像获取的点(依赖于所要求的纵向交叠)。

[0014] 从这种空中图像导出的位置信息的精度与地面采样距离(GSD)(＝地面上的距离，其对应于例如捕捉的图像中的一个像素)相关并且强烈依赖于高度。在UAV和地形表面之间的距离越大，地面采样距离越大，并且位置数据的精度越低。然而，通过减少该距离，与任何类型的障碍物碰撞例如树木、建筑物和/或山丘的危险也相应增大。另外，这种捕捉图像的方法通常涉及从上方捕捉图像，并且因此不能令人满意地从对象的竖直部分收集图像数据。

发明内容

[0015] 因此本发明的目的是提供使得能够以提高了相对于对象的属性(例如，大小和形状)的灵活性和相对低的时间消耗精确地测量对象的测量方法和对应的系统。

[0016] 具体地，本发明的进一步目的是以(大致)自动方式提供相应对象的测绘。

[0017] 本发明的再一个目的是提供至少对于熟悉测绘仪器操作的人员来说相对简单的工作流。

[0018] 本发明基于使用由地面模型提供的测量数据或通过用测绘仪器(例如，全站仪、地面激光扫描器或GNSS传感器)的测量来产生和/或适用对象的基本模型(模板)的构思。接着使用该模型根据期望的数据获取点来规划无人飞行器的飞行路线。

[0019] 本发明涉及使用具有数据获取单元的无人飞行器(UAV)提供关于对象的信息的方法。该方法包括确定参照对象的位置数据，该位置数据参照到测量坐标系，提供关于所述对象的数字模板，所述模板以粗略方式至少部分表示所述对象，具体地所述对象的形状和/或大致形貌，并且将所述模板用所述位置数据进行参照，使得所述模板就其空间参数在所述测量坐标系中对应于所述对象。

[0020] 此外，基于至少所述位置数据和/或所述模板导出与所述对象有关的至少一个数据获取点或区间的空间位置。无人飞行器被以使得其靠近至少一个数据获取点或区间(例如，沿着测量路径)的方式控制(即，UAV的运动被控制)。另外，通过依赖于满足限定的距离标准触发所述数据获取单元根据所述至少一个数据获取点或区间获取关于所述对象的至

少一部分的对象信息，所述距离标准限定所述无人飞行器的实际位置和所述至少一个数据获取点或区间之间的空间关系。

[0021] 可以通过测量以整体表示对象的对象处的特定点(例如，通过使用全站仪)来确定位置数据，具体地其中针对每个确定考虑要测量的对象的假设，例如，对象具有平坦和竖直墙壁。此外，可以通过使用在测绘仪器侧拍摄的图像和相应的图像处理方法导出位置数据。

[0022] 表示对象的结构或形状(其两者可以从对象处的被测量(例如使用激光扫描器)的点和/或从拍摄的对象的图像导出)的大致数字模型或大致点云以及虚拟体可以被用作相应的位置数据。

[0023] 无人飞行器(UAV)的空间位置通过使用例如UAV处的地球测绘仪器或GNSS传感器可以被附加地参照到测量坐标系，其中无人飞行器可以包括图像捕捉单元。因此，UAV可以被使能以相对于在一个共用坐标系中的位置数据或参照的模板被控制。除了参照UAV的位置，UAV的方位可以被参照到测量坐标系，使得UAV的相对于位置数据、对象和/或所参照的模板的方位是已知的。

[0024] 测量结果即位置数据也可以被变换到全局坐标系，例如，世界大地坐标系1984(WGS84)。接着，UAV的控制可以通过使用集成在UAV中的GNSS传感器来执行。

[0025] 参照无人飞行器的空间位置可以在通过相应角度测量已知测量激光束的方向的情况下通过从测量仪器到UAV的距离测量(其还提供位置数据)来进行。确定UAV的方位可以通过捕捉UAV的图像并且处理该图像以根据该图像导出UAV的方位或通过检测UAV侧的特定特征的位置(例如，也通过图像处理)来提供。这可以在UAV的运动的同时自动地和/或连续地行进。

[0026] 根据本发明，无人飞行器(在测量坐标系中)的实际位置(以及具体地方位)可以被连续地确定。这可以通过使用测绘仪器的测量功能和/或通过使用机载传感器(例如IMU(惯性测量单元)、陀螺仪、倾斜传感器、加速度传感器和/或磁罗盘)来进行。

[0027] 考虑数据获取的触发，换句话说，UAV一到达数据获取点或区间或到这种点或区间预定距离(距离标准)，对象的至少一部分的数据(例如，图像)就被收集。另选地，在数据获取点/区间周围限定区域并且在UAV移动通过该区域或一般地在UAV处于该区域内时的时间间隔内获取数据。这种获取可以依赖于UAV相对于重力矢量或相对于要测量的对象的方位来触发。

[0028] 距离标准可以限定相对于数据获取点或区间的区域。因此，例如，数据获取点周围的区域可以被限定成球形并且具有到该点约5cm的距离(到该点的容限距离)。UAV一到达该球体，数据就被获取。

[0029] 当然，数据获取(例如，捕捉图像或扫描对象的一部分)可以不仅仅依赖于UAV的实际位置来触发而且依赖于UAV的实际方位来触发。为此，UAV的运动被控制成使得当到达无人飞行器的实际位置和至少一个数据获取点或区间之间的限定空间关系时即当满足距离标准时，UAV以限定方式(优选地由所参照的模板限定)相对于对象来定方位，具体地在容限范围内。

[0030] 在本发明中理解的UAV可以实现为四轴飞行器、多轴飞行器或任何其它种类的可遥控无人机，其优选地提供悬停状态在基本上固定位置处。

[0031] 除了以上步骤，可以基于参照的模板导出第一测量路径，具体地自动地(例如，通

过应用相应的路径导出算法)，并且无人飞行器被控制成使得其根据第一测量路径运动。UAV可以被控制以沿着第一测量路径飞行，例如，从路径上的一个数据获取点到下一个，其中对于每个点捕捉一个或更多个图像。

[0032] 具体地，基于参照的模板进行路径规划，其得到(测量路径和)至少一个数据获取点(用于例如捕捉单个图像)或数据获取区间(用于收集视频或扫描数据)。

[0033] 数据获取点或数据获取区间可以是测量路径的一部分，即，在路径上的点或区间(其对应于路径的片段)，这两者均可以使得触发相应数据获取。

[0034] 根据本发明的实施方式，模板关于其大小和空间方位是可适用的(优选地在参照的步骤而言适用)，具体地是可缩放的，其中其空间参数限定模板的空间扩展和空间分辨率，具体地，高度、宽度、方位角和/或倾斜角。通过这样，可以依赖于视角(相应地测量坐标系)例如依赖于测绘仪器到对象的角度根据真实世界中的要测量的对象(即，应对其收集信息)的方位来设置给定模板的方位。

[0035] 另外，模板可以提供与要测量的对象的类型有关的对象参数，具体地其中，所述对象参数提供关于禁飞区和/或对象的特别关注的区域的信息。通过这样，模板已经提供对于以规划用UAV进一步获取对象的数据必要的涉及对象的数据。

[0036] 通过这样，通过考虑要测量的相应对象的具体属性(对象参数)(例如，对象是普通建筑物、桥梁或塔)第一测量路径可以被自动地生成，因而可以导出优化的测量路径。通过提供这种对象属性，对象的预知假设可以被提供到系统的处理和控制单元。对象属性一般地可以由大致数字模型或由对象类型的结构有关的信息来提供。

[0037] 关于数字地提供的模板参照到真实对象的位置和方位(在测量坐标系中)，通过数字地适用模板的缩放和/或空间方位使得模板的大小和/或方位在测量坐标系中对应于对象的大小和/或方位，模板可以用位置数据来参照。此外，模板定位数据可以用位置数据(关于对象)来拟合，具体地其中一组模板基准点用位置数据拟合。

[0038] 结果，向模板提供了在测量坐标系中与所述对象的位置和方位对应的位置和方位。

[0039] 根据本发明的优选实施方式，模板是基于针对对象的数字模型和/或基于对象的测量结果而导出的，具体地，基于位置数据。因此，模板可以通过使用数字对象模型(例如，对象或对象类型的CAD模型)和/或可以实现为具体几何图形，例如，平面、柱形、球形或基本上以模型的形状。

[0040] 此外，模板可以在现场生成，即，在测量处理期间，其中多个涉及对象的点可以被测量，例如，房屋墙的四个角或墙上的至少三个点，并且根据实际对象的模板可以诶导出，例如，平行于该墙的平面。优选地，关于墙壁和虚拟平面之间的距离的偏移由用户人工限定或使用预限定的测量条件自动限定。

[0041] 例如，通过将测绘仪器的测量激光束对准面对的角点并且收集针对每个点的距离和角度数据，具有基本上平坦墙壁的建筑(其一个墙面对着所使用的测绘仪器)的角点被测量。基于所确定的角点提取平行于面对的墙并且具有到该墙的限定距离的平面(表示模板)。平面的位置(即，到该墙的距离)可以根据UAV的图像捕捉单元的给定测量参数(例如，根据该单元的焦距或变焦功能)以及期望的地面采样距离(离对象越近，地面采样距离越小，视场越小)来设定。

[0042] 这种平面可以接着被用作用于生成数据获取点和/或第一测量路径(即,模板以平面形式提供)的基础。获取点或区间和/或第一测量路径可以被设置成使得它们在相应平面内。通过该过程,全部沿着测量路径或相对于每个数据获取点,在UAV和建筑物之间给出限定的测量距离。

[0043] 现在参照针对对象的位置数据的确定,这种位置数据可以通过使用位置确定装置(具体地,测绘仪器或GNSS传感器,具体地全站仪或包括GNSS传感器的移动电话)测量与对象有关的一组对象表示点的位置来确定。这种对象表示点不必须直接在对象上,而是可以包括相对于对象的限定位置(和方位)关系(例如,地面上的标记与对象以限定距离隔开)。

[0044] 另选地或附加地,对象可以被位置确定装置粗略扫描,具体地其中位置确定装置被实现成激光扫描器。可以提供航迹点云,其粗略地表示对象的表面并且提供用于生成特定对象的模板或用于根据扫描的对象来适用已知/给定模板。

[0045] 另外,给出通过适用地理参照的数字地形数据(地图)并且(基于此)根据地形数据选择至少一个对象表示点来收集位置数据的进一步方法。相应模板接着被适用以拟合地形数据属性,例如,相对于地形数据的缩放和/或方位角方向(北方向)。例如,可以提供用于适用地形数据的适当模板以设置模板的高度以表示建筑物的限定的高度。

[0046] 如以上提到的,在UAV侧的数据获取可以由不同方案来提供。因此,数据获取单元可以以不同方式实现。根据本发明,数据获取单元可以被实现成图像捕捉单元,具体地,摄像头(例如,视频摄像头),或实现为扫描单元,其中对象信息的获取通过根据至少一个数据获取点或区间捕捉至少一个图像或通过根据至少一个数据获取区间扫描对象根据至少一个数据获取区间或区间捕捉至少一个图像序列(具体地视频)来提供。

[0047] 因此,UAV提供根据具体点或在较宽范围内捕捉图像,换句话说,用每个额数据获取点捕捉一个图像,或在限定片段内捕捉一个图像或一系列图像,具体地其中开始捕捉处理在到达数据获取区间时触发并且结束捕捉处理在到达区间的末尾时触发。开始和结束相应扫描处理被相应地触发。扫描分辨率或图像捕捉频率(每秒帧数fps)可以别独立地限定。

[0048] 此外,基于所参照的模板导出一系列数据获取点或区间,其中,借助于所述数据获取单元相对于所述一系列数据获取点捕捉一系列图像。具体地,(至少)基于提供对象处的测量点的位置信息的图像对具体地连续图像可以导出立体图像,和/或所述第一测量路径可以包括所述一系列数据获取点(或区间)具体地包括所述至少一个数据获取点(或区间)。

[0049] 因而,通过沿着测量路径飞行,UAV使得能够捕捉对应于数据获取点的或在第一测量路径的一个或更多个相应区间内的一系列图像。另外,一系列图像可以被处理以导出对象处的相应点的位置数据,即,导出具有相应位置数据的对象的精确高分辨率表示。

[0050] 对于图像处理,该处理可以立即进行(即,在沿着测量路径飞行期间),例如,使用SLAM(同时定位和映射)或从运动到结构(SfM)算法,其中,甚至超过两个图像的数据可以被一起处理。另选地,这种数据处理在后处理步骤中进行。

[0051] 根据本发明的实施方式,基于根据所述一系列数据获取点捕捉一系列图像处理点云,所述点云表示所述对象的被所述图像覆盖的区域。点云可以通过使用立体方式基于由一系列图像提供的图像数据来处理。点云提供关于对象的具有高的点对点分辨率的位置数据。

[0052] 另选地或附加地,模板可以与对象的具体类型相关,例如,高压杆或教堂塔,并且

描述对象的包络形状。通过知道要测量的对象的类型，选择相应模板并且测量对象处的相应点(这些点优选地由所使用的模板限定)，模板的大小、位置和方位可以适用到真实对象并且因此可以在测量坐标系中导出对象的(虚拟)表面。这种模板信息接着被用于路径规划。

[0053] 此外，根据本发明的实施方式，测量路径可以与限定的模板关联。因而，通过用真实对象对模板进行参照，对应的测量路径可以在一个共用步骤中被自动调整。用模板和预限定的测量序列可以限定具体测量点或关注点。因此，通过定位、旋转和缩放模板，对应地适用路径并且UAV可以沿着该路径被引导以对对象进行测量。这种处理还被理解为基于至少模板导出测量路径。

[0054] 根据本发明的另一个方案，位置数据可以通过用测绘仪器至少部分地粗略扫描对象来确定，具体地其中测绘仪器可以实现成激光扫描器或具有扫描功能的全站仪。因此，空间对象信息可以被直接导出并且用于限定与对象有关的数据获取点和/或测量路径。对对象的粗略(并且因此快速)扫描提供具有相对低的点对点分辨率的表面信息但是使得能够限定用于收集更精确的表面数据的数据获取路径。具体地，由这种大致扫描提供的大致点云直接被用作相应模板或使得能够适当适用已知模板。

[0055] 根据本发明的进一步实施方式，对象的周围环境被粗略地扫描和/或由测绘仪器捕捉，其中周围环境数据被提供并且周围环境数据具体地提供关于障碍物的信息(对于以其整体对对象进行扫描)。另外，依赖于所述周围环境数据确定所述至少一个数据获取点或区间，具体地，依赖于所述周围环境数据适用所述第一测量路径。

[0056] 这种过程使得能够标识并且考虑在测量过程中(例如，在捕捉对象的图像期间)UAV会与其碰撞的可能的障碍物。可能的第一测量路径被设计成使得UAV绕着障碍物引导但是仍能够捕捉适当图像或扫描对象的数据。相应地，对应地设置数据获取点使得通过靠近这些点中的一个UAV将不与障碍物碰撞。

[0057] 具体地，例如，为了以相对少的时间消耗捕捉整个对象的图像，基于至少参照的模板可以导出第二测量路径。第二测量路径可以与第一测量路径相比具有基本上等同形状和扩展，具体地其中，所述第二测量路径的航迹对应于所述第一测量路径的航迹。另选地，第二测量路径可以以预定方式从第一测量路径偏移，并且可以包括进一步数据获取点或区间，每个被指派到第一测量路径的相应数据获取点或区间。

[0058] 通过这样，可以限定多个(两个或更多个)测量路径，例如，与要由图像覆盖的建筑物的前墙壁对应的平面，并且UAV可以被控制成沿着这些路径中的每个连续地飞行。

[0059] 另选地或附加地，根据本发明，由数据获取单元或用进一步的数据获取单元对第二测量路径的进一步的数据获取点或区间捕捉进一步一系列图像，具体地其中，所述进一步的图像捕捉单元由第二无人飞行器携带并且所述第二无人飞行器(20b)按照使得其沿着所述第二测量路径运动的方式被控制。因此，第一测量路径和第二测量路径的数据获取点可以被两个UAV(具有图像捕捉单元)基本上同时靠近，并且对象的部分的相应图像可以被捕捉。更具体地，两个UAV被控制使得每个沿着一个测量路径飞行并且收集对象的图像数据。

[0060] 使用根据第一测量路径和第二测量路径，具体地，基于图像对可以导出立体图像，每个图像对由根据第一测量路径的数据获取点的第一图像和第二测量路径的所指派的数

据获取点的第二图像表示，具体地其中，提供针对每个图像对的恒定立体基线。这种立体图像提供直接导出参照对象的表面的位置数据。

[0061] 根据另一个方面，可以从概括图像导出位置数据或数据获取点或区间，具体地从对象的全顶图像或拼接图像导出，其中概括图像由测绘仪器侧的摄像头捕捉。通常，这样生成的图像数据与位置测量结果组合以测量对象处的点，以提供被参照到测绘仪器的测量坐标系的数据。

[0062] 根据本发明的进一步具体实施方式，基于由单元的实际图像和对象的概括图像提供的图像数据的图像处理来控制无人飞行器，其中概括图像和实际图像中的同质特征被导出。因此可以基于一致特征在实际图像中的标识和位置来导出UAV相对于对象的空间位置。当然，这种导航可以使用这种概括图像的区间或使用具有较小视场的所捕捉的图像来进行。

[0063] 具体地，对于根据本发明的这种对UAV的基于图像的导航，数据获取单元提供实时图像数据，具体地，现场流，并且无人飞行器的控制是基于实时图像数据(而不是使用实际图像)。

[0064] 参照本发明的另一个特征，在所述对象处可以生成光学标记，具体地通过将激光束指在所述对象处，其中，所述无人飞行器可以被控制成使得其基于用所述数据获取单元捕捉覆盖所述光学标记的图像并且基于导出所述光学标记在所捕捉的图像中的位置，靠近到所述光学标记的限定的空间关系，具体地其中，所述光学标记提供用于导出所述数据获取点或区间的基础。光学标记允许人工且单独地指引UAV在相对于对象处的指定点的限定空间位置，其中UAV的控制仍以自动方式提供。

[0065] 具体地，UAV的图像捕捉单元的视场可以被放大以在较宽范围标识对象处的光学标记。

[0066] 具体地，用数据获取单元捕捉第一标记图像，其覆盖该光学标记和(在该对象处)的该光学标记的周围环境。

[0067] 更具体地，捕捉第二标记图像，其覆盖光学标记和该光学标记图像的周围环境，其中基于第一标记图像和第二标记图像确定由该光学标记标记的对象处的点的空间位置，例如，通过应用立体处理算法来基于两个图像提取位置信息。应理解的是这种信息可以不仅仅被针对标记点而且针对在标记点周围的对象的表面来确定。

[0068] 关于UAV的受控制的运动，根据本发明的具体实施方式，通过将从测绘仪器发射的激光束锁定到UAV并且因而连续地提供UAV的实际位置，对无人飞行器(UAV)进行连续跟踪。UAV优选地包括后向反射器以提供向后反射激光束并且因此提供精确位置确定。

[0069] 本发明还涉及一种用于提供关于对象的信息的大地测绘系统。该大地测绘系统包括：数据接收单元，其适用于接收和提供参照对象的位置数据，所述位置数据参照到测量坐标系。

[0070] 该系统附加地包括数据获取单元，其用于获取对象信息，以及控制和处理单元，其适用于导出是是至少一个数据获取点或区间并且控制关于至少一个数据获取点或区间的数据的获取。

[0071] 根据本发明，系统还包括无人飞行器(UAV)，其包括数据获取单元。另外，该系统包括数据，该数据库提供关于所述对象的数字模板，所述模板以粗略方式至少部分表示所述

对象，具体地所述对象的形状和/或大致形貌。控制和处理单元适用于控制UAV的运动。

[0072] 此外，控制和处理单元适用于执行数据获取功能，该数据获取功能至少由以下限定将所述模板与所述位置数据进行参照使得在所述测量坐标系中所述模板就其空间参数而言对应于所述对象，基于至少所述位置数据和/或所述模板导出与所述对象有关的至少一个数据获取点或区间的空间位置，按照使得所述无人飞行器靠近所述至少一个数据获取点或区间的方式控制所述无人飞行器并且通过依赖于满足限定的距离标准触发所述数据获取单元根据所述至少一个数据获取点或区间获取关于所述对象的至少一部分的对象信息，所述距离标准限定所述无人飞行器的实际位置和所述至少一个数据获取点或区间之间的空间关系。

[0073] 测量功能的一个或更多个步骤以自动方式执行。

[0074] 根据本发明的大地测绘系统的具体实施方式，该系统，具体地控制和处理单元被设计成使得以上概括的方法能够被执行。

[0075] 为了确定UAV的位置和/或方位，无人飞行器具体地可以包括惯性测量单元，具体地加速度计、倾斜传感器、磁罗盘和/或陀螺仪。另选地或附加地，UAV可以包括后向反射单元(棱镜、后向反射箔等)，用于通过接收和后向反射从测绘仪器发射的测量光束提供位置确定。

[0076] UAV在测绘仪器的坐标系中的全空间方位的知识可以以不同方式获得。测绘仪器通过使用例如其自身的摄像头和UAV上的特殊标记可以测量UAV的方位。另选地，UAV使用GNSS、IMU和成像传感器的组合可以测量自身的空间方位。

[0077] 此外，本发明涉及一种具有用于控制和执行至少以下步骤的计算机可执行指令的计算机程序产品：根据以上描述的方法，

[0078] • 接收关于所述对象的所述位置数据和所述模板，

[0079] • 将所述模板用所述位置数据参照，

[0080] • 导出至少一个数据获取点或区间的空间位置，

[0081] • 控制所述无人飞行器并且

[0082] • 根据以上描述的方法，具体地基于获取关于所述对象的至少一部分的对象信息

[0083] 具体地，基于以下处理控制和执行至少以上步骤

[0084] • 连续地接收所述无人飞行器的实际位置和/或

[0085] • 接收所述无人飞行器的参照的空间位置，

[0086] 具体地，当计算机程序产品在如上所述的大地测绘系统的控制和处理单元上运行时控制和执行至少以上步骤。

附图说明

[0087] 以下参照附图中示意地示出的工作示例，仅仅通过示例，更详细地描述或者说明方法和装置。具体地，

[0088] 图1a-图1b示出根据本发明的实施方式，其中基于用测绘仪器的测量结果到处关于对象的参照数据；

[0089] 图2示出根据本发明的另一个实施方式，其中由测绘装置根据测量路径控制无人飞行器(UAV)，该UAV包括图像捕获单元；

[0090] 图3示出本发明的方法的另一个方面，其中通过路径规划和数据获取来识别并且考虑障碍物；

[0091] 图4涉及本发明的另一个实施方式，其中示出了两个UAV的串联飞行。

[0092] 图5a-图5c示出本发明的实施方式，其涉及获取更复杂的对象(大坝)的参照数据；

[0093] 图6a-图6b示出根据本发明的另一个实施方式，其针对飞行规划和针对用UAV捕捉图像使用模板；

[0094] 图7a-图7b示出本发明的另一个实施方式，其涉及UAV的基于图像的导航；

[0095] 图8a-图8b例示本发明的通过利用不同数据获取系统的组合获取对象数据来测量对象的方法；

[0096] 图9涉及本发明的具体实施方式，其中在对象处标记了关注区域或点并且UAV被自动控制使得用图像捕捉单元能够捕捉覆盖该区域的图像；

[0097] 图10a-图10b示出本发明的另一个方面，其与得到由对象捕捉的一系列图像的恒定分辨率有关；

[0098] 图11示出根据本发明的参数化的模板；

[0099] 图12示出基于用GNSS的测量结果的基于模板的路径规划工作流；

[0100] 图13a-图13c示出通过使用地理参照的地图来基于模板的对象信息获取以及用于根据本发明的关注对象的模板。

具体实施方式

[0101] 图1a和图1b总体上示出本发明的主要构思，其为例如，基于来自如所示的测绘仪器1的测量结果，例如，通过全站仪或地面激光扫描器，导出关于要测量的对象5的位置数据，例如，参照点10-10’或平面。位置数据接着用于限定针对无人飞行器(UAV)的飞行路径。

[0102] 从图1a可见，测绘系统的操作员100测量建筑物5的立面处的四个参照点10-10”’，参照点10-10”’表示建筑物的面表面的角。全站仪1使得能够确定参照点10-10”’的精确的地理参照坐标(在全站仪1限定的测量坐标系中和/或如果全站仪1已经参照到绝对全局坐标系则绝对全局坐标系)。

[0103] 通过使用要由UAV测量的对象5术语预定类型的通常建筑物的信息，对应于建筑物5的立面的表面并且至立面具有限定距离(例如，2m)的平面11(在此：平行于建筑物的表面)被自动导出作为模板。这种导出的平面11表示针对对象5的一种虚拟包络(模板)，其中平面11的坐标是已知在(测绘仪器的)测量坐标系中和/或在绝对坐标系中。基于该信息，如图所示，相对于平面5的位置具体地在平面5中限定相应数据获取点12(在图1b中仅参照了这些点中的一个以提供更好的概括图)。

[0104] 另选地，模板平面11可以由用户从GUI选择。用户可以接着被指令以测量立面的角点，其中通过应用特定算法导出矩形区域的平面方程和边界。另选地，模板可以通过如图5a所说明的算法被自动选择。

[0105] 另外，基于模板(即，在此：关于平面5的位置、大小和形状)导出对应的测量路径13。这种测量路径13提供用于UAV的飞行路线，其中可以在每个获取点12捕捉对象5的至少一部分的图像。由于角点在全站仪1的坐标框架中测量，得到的路径13参照到此坐标系。

[0106] 沿着测量路径13的数据获取点12和在UAV侧的图像捕捉单元的光学属性彼此搭配

并且被设定成使得被相应捕捉的图像覆盖的对象5的区域以限定方向交叠。因而，可以提供整个对象的图像数据获取。

[0107] 除了导出针对要测量的对象的模板(11)，无人飞行器在由测绘仪器1限定的测量坐标系中参照。为此，例如，UAV的位置用测绘仪器1测量，并且进一步地UAV的控制是基于该初始位置数据，其中UAV包括一种IMU(惯性测量单元)，其使得能够连续导出UAV的位置和方位的变化。这种IMU例如可以包括加速度传感器、磁罗盘、倾斜传感器和/或陀螺仪。

[0108] 另选地或附加地，UAV被测绘仪器1跟踪使得来自测绘仪器1的激光束被锁定到UAV上并且UAV的位置被连续地导出。具体地，在使用绝对全局坐标系的情况下，UAV机上的GNSS传感器也可以用于运动控制。

[0109] 作为将UAV参照在测量坐标系中的结果，由UAV获取的数据被直接参照到该系统，或者-如果测绘装置关于其位置和方位被参照到绝对全局坐标系-甚至也到此绝对全局坐标系。获取的数据的后处理对于该方面不是必须的。因而，通过使用全站仪1来控制UAV，在规划的标称位置和测量位置之间不需要应用变换。

[0110] 根据另选对象的测绘，基准表面(模板)可以具有更一般的形状，例如，圆柱形等。

[0111] 图2示出由测绘装置1控制的无人飞行器20(20)。UAV 20包括数据获取单元21，例如，摄像头，用于捕捉对象5的图像。测量路径13是基于关于对象5的表面信息来限定的，其中这种信息通过用测绘装置1测量对象5处的相应点来确定。

[0112] UAV沿着测量路径13引导以捕捉一系列图像，其中，面对墙壁(面对测绘装置1)将被捕捉的图像的总和完全覆盖。至少依赖于图像捕捉图像21的视场以及UAV 20和建筑物5之间的距离以及要求的交叠，沿着路径13限定相应数量的图像获取点，并且在这些点的每个处捕捉至少一个图像。

[0113] 从测绘装置1发射的激光束保持指向UAV 20，使得UAV 20的位置可以以限定的时间间隔优选地连续地确定。为此，UAV 20具体地包括后向反射器，用于向后反射照射的激光并且提供到UAV 20的精确的距离测量。

[0114] 图3示出本发明的测量方法的另一个方面，其中通过路径规划和数据获取来识别并且考虑障碍物4例如树木。因此，由测绘仪器收集的位置数据可以通过捕捉对象5的概括图像或通过大致地扫描对象(例如在测绘仪器被实现为激光扫描器的情况下)来生成，其中基于因此导出的对象定位数据，例如，通过图像处理(特征提取)或相应点云的处理，障碍物4可以被标识。

[0115] 在识别了障碍物4之后，相应地导出或适用用于引导UAV的测量路径13。路径13可以被设置成使得确保了UAV和障碍物之间的最小距离，其中提供了到对象5的预定测量距离。

[0116] 在该上下文中并且涉及本发明的总体方面，随着飞行规划应考虑能量优化，例如，在侧向运动中比在上下方向上飞行长的距离。并且UAV和测绘仪器之间的视线在路径规划中应被考虑。如果存在障碍物4并且视线被截断，则UAV可以被使能以在没有来自测绘仪器的连续位置信息的情况下导航，即，基于例如IMU的其它传感器、GNSS信号或仅摄像头。然而，如果在较长时间段没有可用的绝对位置测量结果，则位置估计会退化(例如，用机载传感器IMU和摄像头的测量结果随着时间漂移)。因此，UAV可以间或地再次被锁定在测绘仪器上以更新位置和/或方位值。视线不可用的区域可以从用测绘仪器的测量结果导出并且在

路径规划中考虑。

[0117] 此外，除了用测绘仪器的测绘结果外，可以使用关注对象5的已有的地理参照的CAD模型(例如，从建筑物信息建模(BIM)系统导出)，来飞行规划。

[0118] 图4涉及根据本发明的进一步实施方式。在此，示出了两个UAV 20a,20b的串联飞行。对于这种串联飞行，基于涉及要测量的对象的数据模板确定两个对应的测量路径13’、13”。

[0119] 具体地，路径13’和13”形状基本上相同但是彼此偏移了预定距离和方向。因而，通过根据路径13’、13”(或更多)用两个(或更多个)UAV 20a、20b进行串联飞行，并且对应地捕捉图像，具体地同时地，给出基本上恒定的基线14。这样，同时捕捉的图像对可以用于基于立体摄影测量法从图像直接导出距离信息。该距离信息值直接在相应测绘仪器的测量坐标系中给出。

[0120] 另选地，在单个UAV上初始地被控制以沿着第一路径13’飞行并且之后沿着第二路径13”飞行，其中沿着路径13’、13”的数据获取点彼此对应并且当沿着第二路径13”飞行时通过附加地使用沿着第一路径13’捕捉的图像进行图像对(或更多)的处理。

[0121] 图5a-图5c示出本发明的实施方式，其涉及获取更复杂的对象(大坝)的数据，即，关于它们的结构属性(形状)。更复杂的对象不具有平面或同质地形成的表面。

[0122] 图5a以顶视图视角示出操作员100使用测绘仪器1来收集大吧6的位置数据。为此，用测绘仪器1进行大坝6的大致扫描(例如，1m的点对点距离)以导出相应的位置数据。

[0123] 基于扫描数据，提取大坝6的表面，例如，弯曲的圆锥或圆柱表面，其大致表示大坝6的形状。接着导出对应的模板并且参照到位置数据，例如，距对象6有预定距离d的平行表面，并且用于路径规划，其中所提取的表面提供用于选择和适用模板的基础。另外，根据UAV 20的属性，例如，转子的尺寸和/或移位，可以限定禁飞区7以避免UAV 20与大坝6相撞(图5b-图5c)。这种禁飞区7可以已经通过所选择的模板提供。

[0124] 考虑通过拍摄相应图像对大坝6的覆盖区域的期望交叠，飞行路径接着设计在模板中。这使得在摄像头和大坝6的表面之间保持恒定距离，因此，保持UAV 20机载的测量传感器例如摄像头的恒定分辨率。

[0125] 图6a和图6b示出根据本发明的用于通过使用全站仪1利用UAV 20捕捉图像的飞行规划的进一步实施方式。

[0126] 在现场，用户100用测绘仪器1测量基准点10-10”的坐标(＝位置数据)。基于这些坐标和/或对象8的图像，表示要测量的对象8的测量构思的给定模板30被地理参照，即，模板30的全部坐标被转换到真实对象8上并且参照到测绘仪器1的坐标系。

[0127] 路径规划接着基于所选择和参照的模板30进行。适当模板30的选择可以自动机械能，例如，使用具体算法，具体地，通过对覆盖对象8的图像的图像处理，提取图像中的特征并且将所提取的特征与模板数据库的数据比较，或由操作员100人工进行。

[0128] 对于每种类型的关注对象，例如，此处所示的电线塔8，在测量处理之前预先生成相应模板30，其提供针对相应对象8的最优飞行路径13、用于图像获取的位置12和/或禁飞区7a。模板30优选地还包含三个或更多个基准点，其在真实对象8处容易标识并且提供根据真实对象8对模板30的转换(具体地关于模板30的大小)。

[0129] 换句话说，用户100至少测量要测量的对象8处的基准点10-10”，其中基于这些点

10-10”的相对位置和/或对象的相应图像标识对象的类别，并且关联到点10-10”的位置分布的模板30被自动选择(或基于图像处理)并且拟合到对象大小和方位(相对于测绘仪器1)。基于模板30，导出相应测量路径13并且沿着该测量路径13引导UAV 20。通过到达距图像获取点12的限定距离，具体地通过到达点12自身，对象8的至少一部分的图像被相应地捕捉。

[0130] 基于在模板的坐标系中给出的一组至少三个对应点并且在测量坐标系中用测绘系统测量，可以导出类似变换的参数，即，三个平移、三个旋转、一个缩放。基于这些参数，模板的全部坐标，例如，图像获取点、测量路径等可以从模板变换到真实世界中。

[0131] 另选地或附加地，在全站仪1侧捕捉对象8的至少一部分的图像并且基于所捕捉的图像标识对象的类别，具体地，通过图像处理。

[0132] 此外，参照到对象8的模板30可以由用户100人工选择，其中模板的尺寸和方向变换也人工地进行或使用所测量的基准点10-10”自动计算。

[0133] 总体上，UAV 20的控制可以在测绘仪器1侧提供，其中控制信号被无线地发送到UAV 20。另选地，UAV 20包括控制和处理单元，其机载地提供UAV 20的控制。为此，参照UAV 20的实际位置的数据从测绘仪器1提供到UAV 20。

[0134] 在此环境中，通过保持激光束指到UAV 20，UAV 20可以被锁定到测绘仪器1。测绘仪器1接着用于控制UAV 20并且保持其在轨迹13上。

[0135] 另外，关注对象30的给定的CAD模型(例如，来自建筑物信息建模(BIM)系统)可以被用作在模板30(优选地以适用方式)并且导出测量路径13。

[0136] 作为进一步方面，所参照的模板的位置数据和坐标可以参照(变换)到全局坐标系，例如，WGS84，并且通过适用集成在UAV中的GNSS传感器执行UAV 20的控制。

[0137] 这在以规则时间间隔检查例如电线塔8方面被特别关注。那么位置数据仅要被导出仅一次(例如，为了生成测量数据仅需要架设测绘仪器一次)。由于电线塔8的坐标在全局系统中是已知的，针对更多的进一步的飞行不需要测绘仪器。可以基于初始生成的对象数据来控制UAV。

[0138] 图7a-图7b示出本发明的另一个实施方式，其涉及UAV的基于图像的导航。

[0139] 为此，用测绘仪器生成图像25，例如对象5的全景图像或马赛克图像。图像5可以在测绘仪器或控制器或笔记本计算机的显示器上示出，其中用户具体地可以选择对象5的关注区域。在测绘仪器侧针对明显结构分析关注区域并且自动进行对于模板的限定必要的测量，例如，对应于建筑物5的正面墙的平面。基于该模板，可以导出图像获取点并且路径规划可以如上所述地进行。

[0140] 另选地，基于所捕捉的图像5直接导出模板，其中例如，在对象5处测量小数量的点以提供与对象5有关的相应位置信息。此外，根据另一个实施方式，不必须选择关注区域，并且图像以其整体被分析。

[0141] 另外，可以实现基于图像的对UAV 20的控制。基于一方面在由UAV 20实时地捕捉的图像26中和在开始用测绘仪器拍摄的图像25中检测到的一致特征27，可以确定UAV 20的实际姿态。根据摄像头的视场22以及对象5和UAV 20之间的距离，图像26覆盖对象5处的区域。

[0142] 这种基于图像的控制不局限于仅用于基于图像确定基准数据，并且还可以应用于

当通过直接测量对象处的基准点而收集位置数据时或此处以上或以下说明的任何其它方法。

[0143] 图8a-图8b例示通过利用不同数据获取系统的组合获取对象数据来测量对象5的方法。

[0144] 这个方面针对用多个系统的组合测绘，例如全站仪、激光扫描器和/或UAV，其中每个具有其优点和缺点。激光扫描器可以以高精度测量数百万个点。UAV例如可以在上面飞得很高并且从建筑物的顶部拍摄图像。另外，UAV是可运动的并且因此对于规避障碍物例如树木是灵活的。

[0145] 基于用测绘仪器(全站仪或激光扫描器)捕捉的信息，例如，关注区域的图像数据或大致点云被分割成多个部分。每个部分被根据其优点指派到系统，例如，激素扫描器和UAV。在图8a中，对象5(参见图3)被示出具有第一组区域41，其被指派用UAV测绘，以及第二组42，其被指派用激光扫描器扫描。

[0146] 另选地，如从图8b可见，对象5可以被分割成小区并且这些小区被指派给相应的系统。在此，用“U”标记的小区被指派成用UAV成像并且用“S”标记的小区被指派成由激光扫描器扫描。通过组合这些精确对象数据，可以导出对象5的整个模型。

[0147] 图9涉及本发明的具体实施方式，其中在要测量的对象5处标记了关注区域43并且UAV 20被自动控制使得用图像捕捉单元21能够捕捉覆盖该区域的图像。基于已经导出的基准数据、数据获取点和/或飞行规划来提供UAV 20的控制。

[0148] 操作员100用标记物标记对象5处的点44。标记点44可以通过从手持装置(例如，Disto或激光指点器)向对象5发射激光束来提供。点44限定要捕捉的关注区域43的中心并且因此可以作为以上的数据获取点来对待。在对象5上的激光斑点被UAV 20的摄像头单元21记录。UAV 20被控制成接着自动取得图像捕捉单元21的视场(FOV)以其为中心的位置并且图像根据期望的区域43被捕捉。

[0149] 为了识别对象5处的点44，摄像头单元21的变焦可以减少以增大视场和/或到对象5的距离可以增大使得更大区域被实际摄像头图像覆盖。

[0150] 另选地，激光光斑44可以被用于标识现场中的特殊关注点。从激光光斑44在至少两个图像(以摄像头单元21的不同姿态捕捉)中的位置，可以自动(基于立体摄影测量法)计算标记光斑44的空间坐标。这允许测绘者在现场标记其希望空间坐标的关注点44，这可以比在后处理期间选择一些特殊点更直观、更准确和/或更迅速。

[0151] 标记也可以由测绘仪器执行。

[0152] 图10a和图10b示出本发明的另一个方面，其与得到由对象捕捉的一系列图像的恒定分辨率有关。如从图10a可见，将到对象的距离d保持恒定以得到恒定分辨率在一些情况下可能是困难的，即，例如如果要测量的对象是非同质形状并且在其表面上包括大的形貌变化。当然，如果对象的表面很平，这种方案(以恒定距离飞行)非常适合捕捉对象。

[0153] 另选地(图10b)，飞行路径可以设计的简单，例如，设计成直线，并且通过改变摄像头的FOV 22(变焦因数)来保持分辨率恒定。因而，测量路径基本上与对象的形貌无关地设置。

[0154] 现在参照本发明的进一步方面，还可以使用GIS数据来进行UAV的导航。具有针对城市的一部分的大致规划，一些建筑边界和高度用有限的准确性来限定，该信息可以用于

计算还围绕建筑物的UAV轨迹(测量路径)。可以在沿着轨迹飞行的同时测量建筑物的侧面，其中测量结果被直接相关到GIS地图。UAV可以接着使用(更新后的)GIS地图来导航并且避免障碍物，例如，用于之后的测量处理。

[0155] 另选地，通过在命令UAV飞到建筑物之前检查建筑物周围的区域可以进行避免在GIS地图中未参照的障碍物。为此，轮廓扫描器的廉价版本(附接在UAV)可以用于提供UAV周围的低分辨率范围信息，或还可以使用利用实时立体算法(例如，SLAM)的传感器。

[0156] 关于本发明的另一个实施方式，通过由全站仪(TPS)拍摄立面的全景图，并且提供用于检测立面处的重复结构的算法，可以实现测量处理的加速。接着，UAV将不需要指向全部重复结构上，而是飞过一个代表性区域并且跳过其余重复结构就是充分的。这将节省测量时间和能量。另一个可能将是在重复区域上飞的更快(并且收集较少的图像)，并且接着组合来自重复区域的不同“实例”的图像以重构整个立面。

[0157] 根据本发明的另一个方面，对测量方法应用了玻璃检测。窗户通常由玻璃制成并且使得要测量的对象的3D重构更加困难。UAV可以分析结果图像中的变化以检测存在高反射率的区域(颜色和/或亮度信息随着运动而迅速改变)，其中在创建对象的模型时考虑该信息。另一个方法可以在UAV侧利用基于激光的测距仪，其中通过分析其响应信号可以检测到玻璃。这将允许避免错误重构玻璃，并且允许在后处理步骤中填充缺失的玻璃数据。

[0158] 另外，TPS可以用于自动跟踪运动对象的一组特征并且通过计算机计算其方位变化。该数据可以被进一步处理来控制UAV，其中UAV的航迹可以被调整并且因而对象的位置的变化可以反映到UAV运动。跟踪可以基于来自TPS的视频流，其可以提供实时特征跟踪和SfM/开尔曼滤波器。另选地，可以使用能够跟踪安装在对象上的多个目标的TPS。

[0159] 图11示出根据本发明的参数化的模板。这种模板11’描述关注对象的总体形状，例如，盒子形的建筑物，比如房屋。

[0160] 长度L、宽度W和长度H被用作适当参数被用作所示的模板的适当参数，以根据真实对象的尺寸提供模板的缩放。

[0161] 因此，基于对于对象的位置数据的测量结果确定缩放参数长度L、宽度W和高度。在此，指派到模板11’的基准点31-34对应地在对象处理被测量。也就是说，通过将模板基准点31-31拟合到的对象的角点的测量到坐标，建筑物的相应坐标提供用于将模板拟合到对象。

[0162] 模板11’关于位置、方位和参数LWH与现场中的真实对象对准。

[0163] 例如，模板11’或其它模板可以表示不同屋顶类型的建筑物，例如，人字形、四坡、单面倾斜等。根据参数的数量，需要分别测量更多或更少的基准点。

[0164] 对象的位置数据可以通过将GNSS传感器(GPS传感器)布置在每个专注角并且导出其位置来确定。另选地或附加地，测绘仪器用于导出坐标。

[0165] 针对与模板11’有关的相应类型的对象的测量路径13”’已经预限定并且指派到模板11’。通过这样，测量路径13”缩放模板11’进行缩放而被自动使用，并且因此自动提供针对UAV的适当的测量和飞行条件。

[0166] 图12示出用于基于用地面上的GNSS(例如，可以是低成本GNSS传感器)测量结果的基于模板的路径规划的工作流。指派到针对对象8的相应模板的基准点10、10’被分配在地面上。

[0167] 如此处所示的，UAV 20上机载的GNSS传感器用于测量基准点10、10’的位置。UAV

20定位到基准点10、10’并且进行GNSS测量，即，导出了针对点10、10’的坐标。

[0168] UAV 20可以设置在第一基准点10上接着在第二基准点10’上。基于它们的坐标之间的差，可以很准确地导出用于对准模板的基准方向36。用UAV 20的IMU可以测量俯仰和横滚。

[0169] 另选地，UAV 20直接设置在基准点10、10’中第一个上，UAV 20的方位例如朝向对象8的中心。接着利用UAV相对于对象8的方位的知识进行模板的对准(参照)。

[0170] 一个或更多个基准点10、10’的测量可以被看做一种差分GPS。尽管如果位置测量受到系统性误差的影响，例如，绝对尺度2m，对于相对于对象8的相对尺度没有影响，只要系统误差到飞行完成为止不显著改变。

[0171] GNSS传感器可以也集成到智能电话中，其用于测量地面上或靠近地面的至少两个或三个基准点10、10’。

[0172] 图13a-图13c示出通过使用地理参照的地图60(或正色摄影(orthophoto))来基于模板的对象信息获取以及用于根据本发明的关注对象5的模板50。

[0173] 为了提供用于控制UAV的适当路径，模板50包括飞行路径54，其已经适用于由模板50表示的类型的对象。另外，用模板50限定了至少两个(在此:三个)对准点51-53，其根据目标坐标系统提供模板50的缩放和定方位。

[0174] 现在，为了收集对象5的数据，基于地图60(数字地形数据)确定位置数据，例如，基准点10-10”的数量。这可以人工地进行(可视地)由人工进行，其选择点10-10”并且因而导出已经在绝对(地图)坐标系(例如，WGS84)中地理参照的相应点的位置。另选地或附加地，点10-10”的坐标基于关注对象5在地图60中的选择可以被自动导出。

[0175] 对象5可以被实现为具有人字形屋顶的建筑物。

[0176] 基于位置数据10-10”，通过解相应变换方程(位置变换、方位角-旋转和缩放)初始地在本地坐标系(图13b)中提供的模板50被转移到全局坐标系。转移到全局坐标系中的模板用图13c绘出。因此以适当方式自动提供针对对象5的飞行路径54。

[0177] 模板50(3d模型)通过将模板50的2d表示拖放到地图60上，向右侧位置移位，将其旋转并且缩放也可以被对准。此步骤可以在现场在PC上或在平板电脑上。

[0178] 尽管以上例示了本发明，部分地参照一些特定实施方式，必须理解的是可以进行实施方式的不同特征的很多修改和组合，并且不同特征可以与从现有技术已知的用于图像数据获取和/或大地测绘系统或仪器的原理组合。

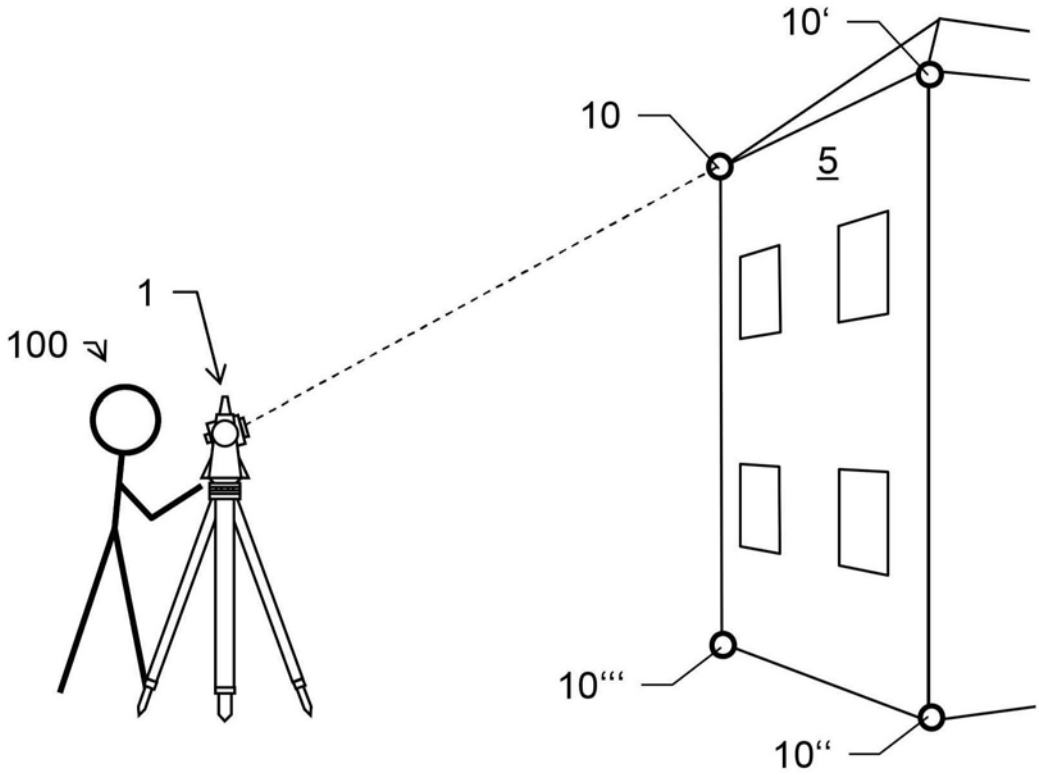


图1a

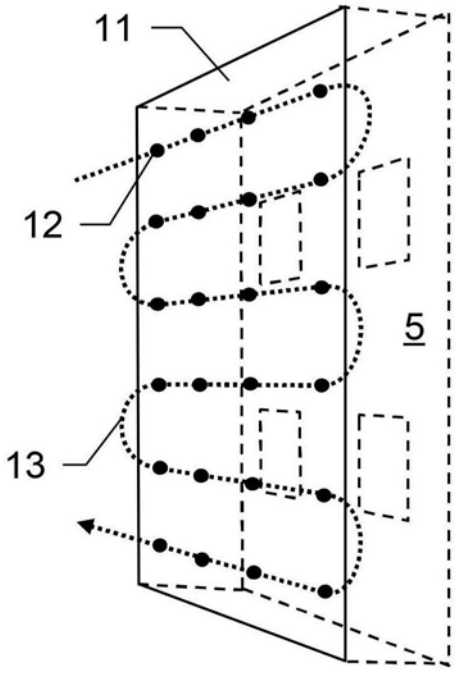


图1b

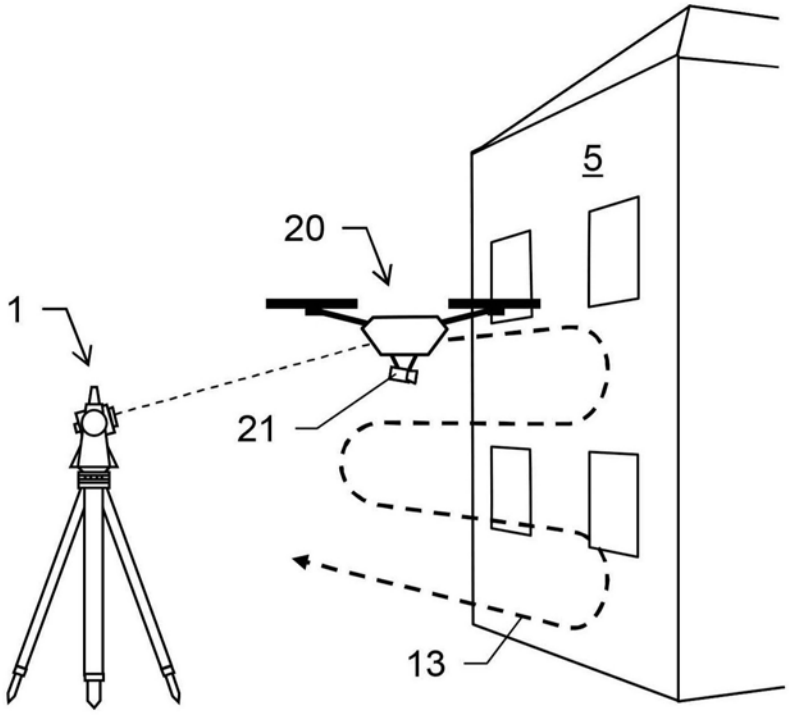


图2

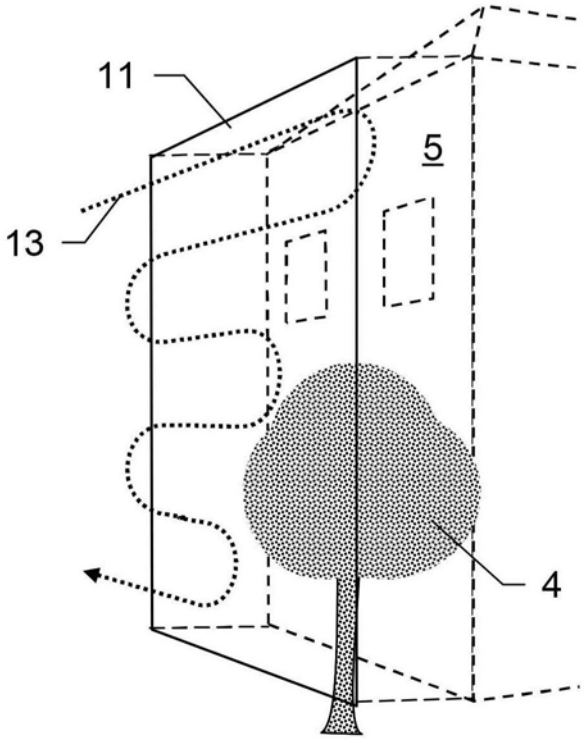


图3

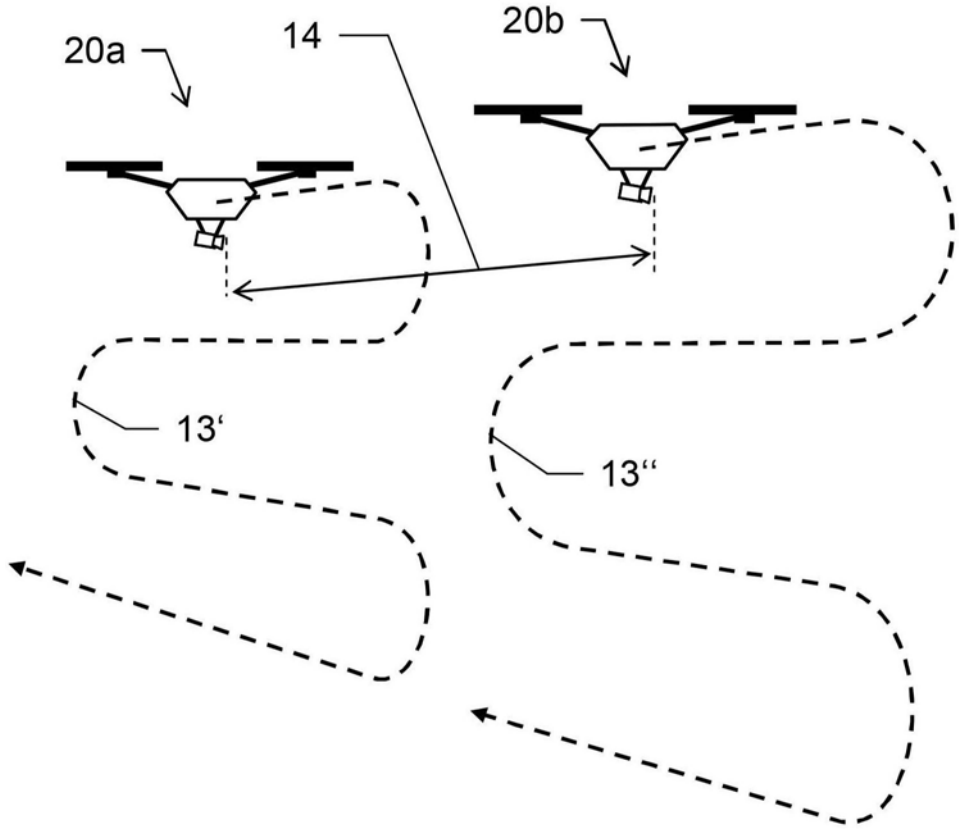


图4

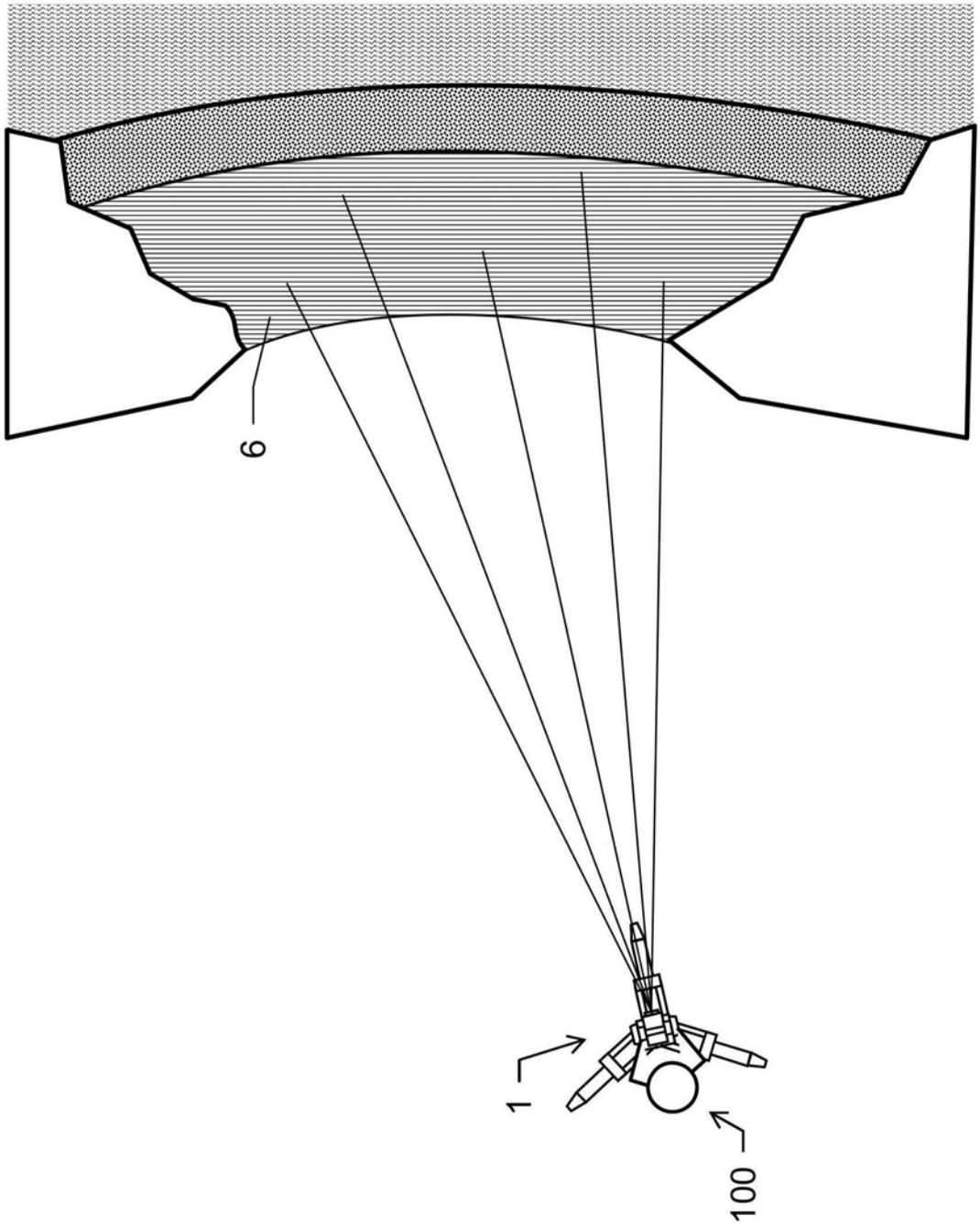


图5a

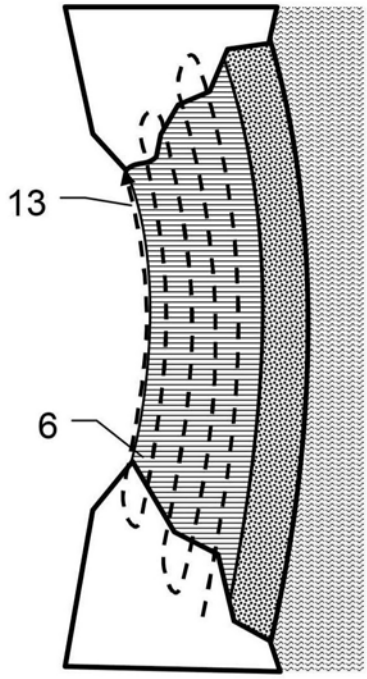


图5b

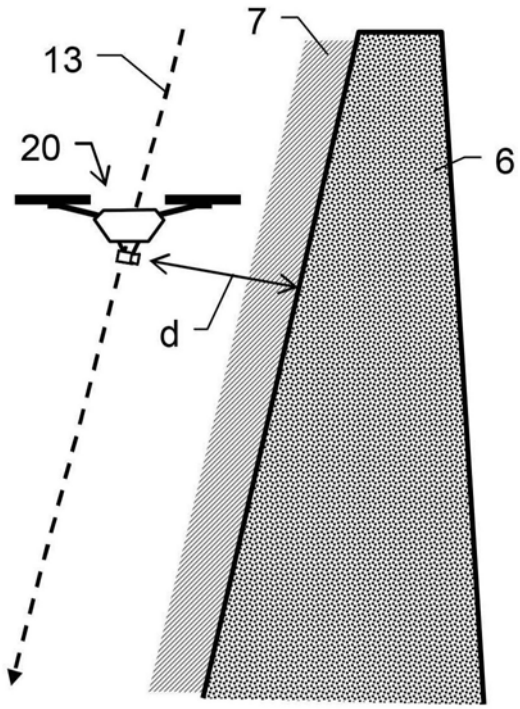


图5c

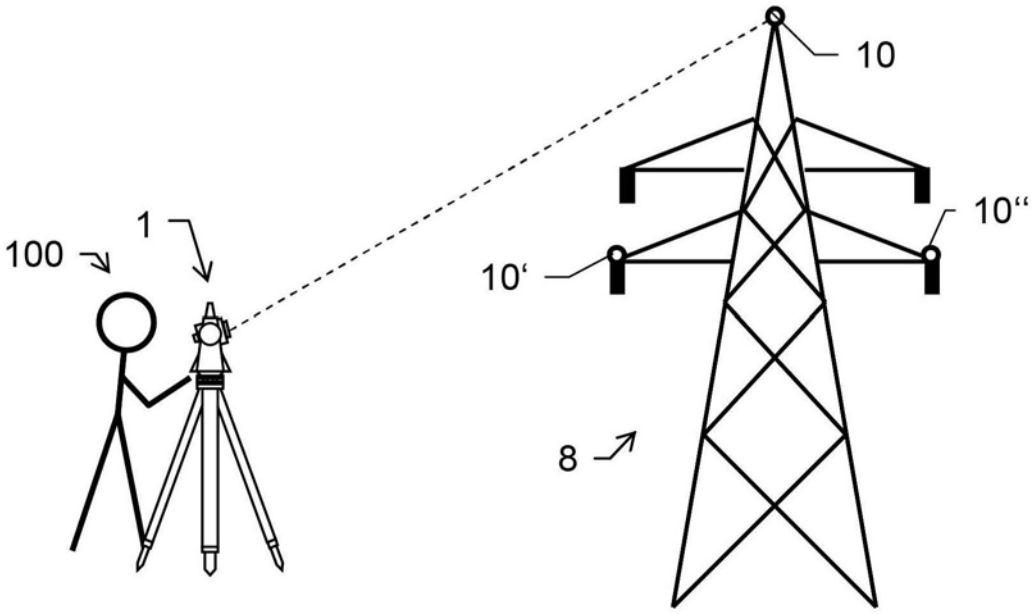


图6a

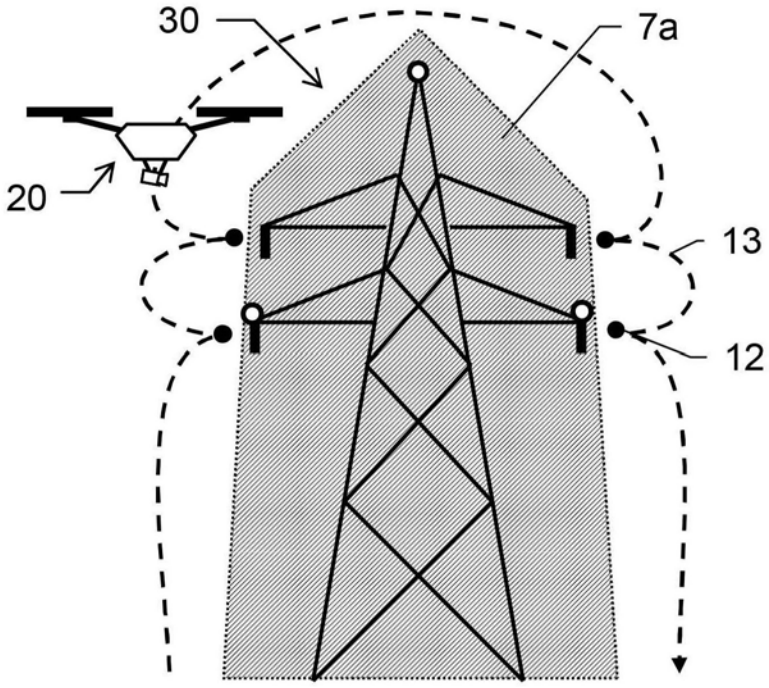


图6b

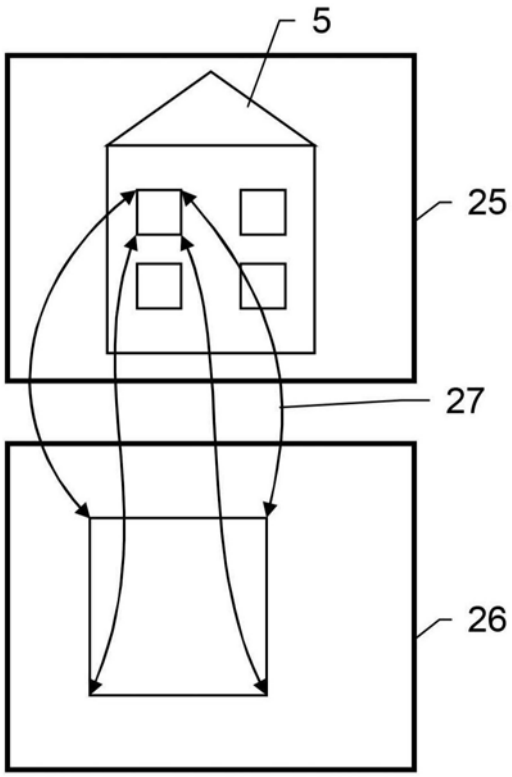


图7a

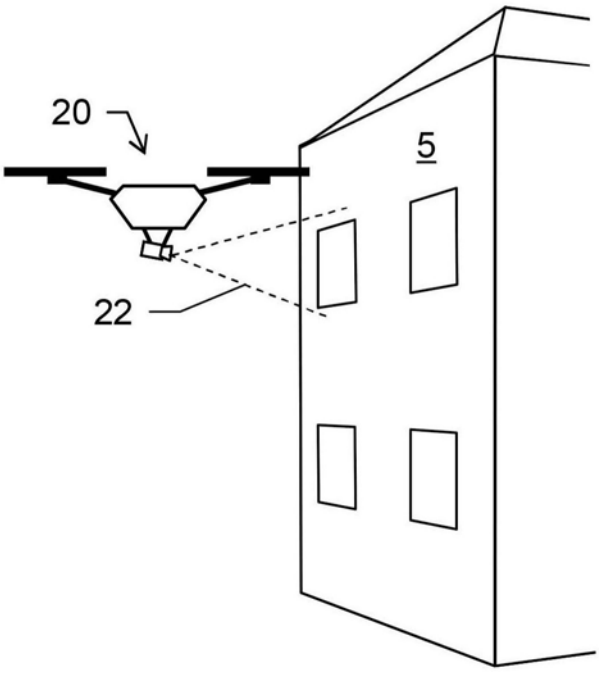


图7b

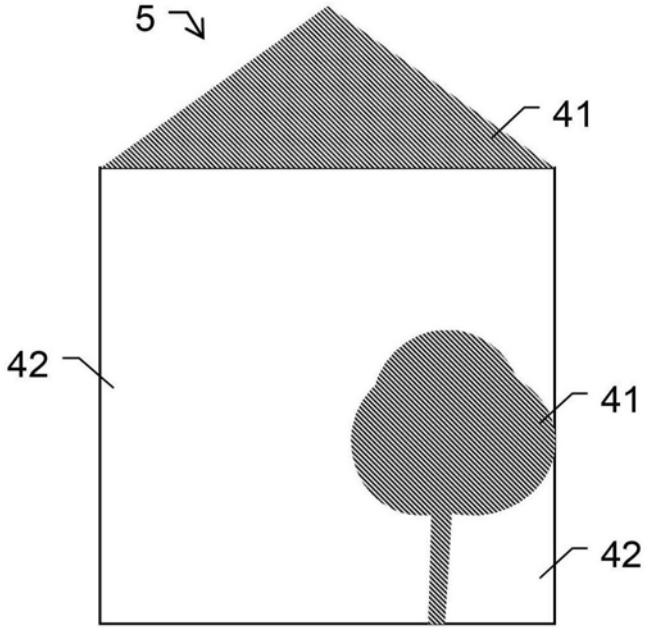


图8a

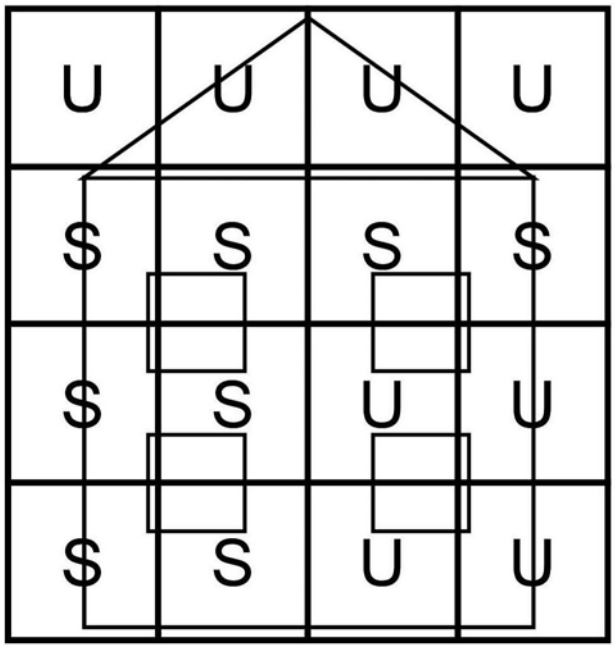


图8b

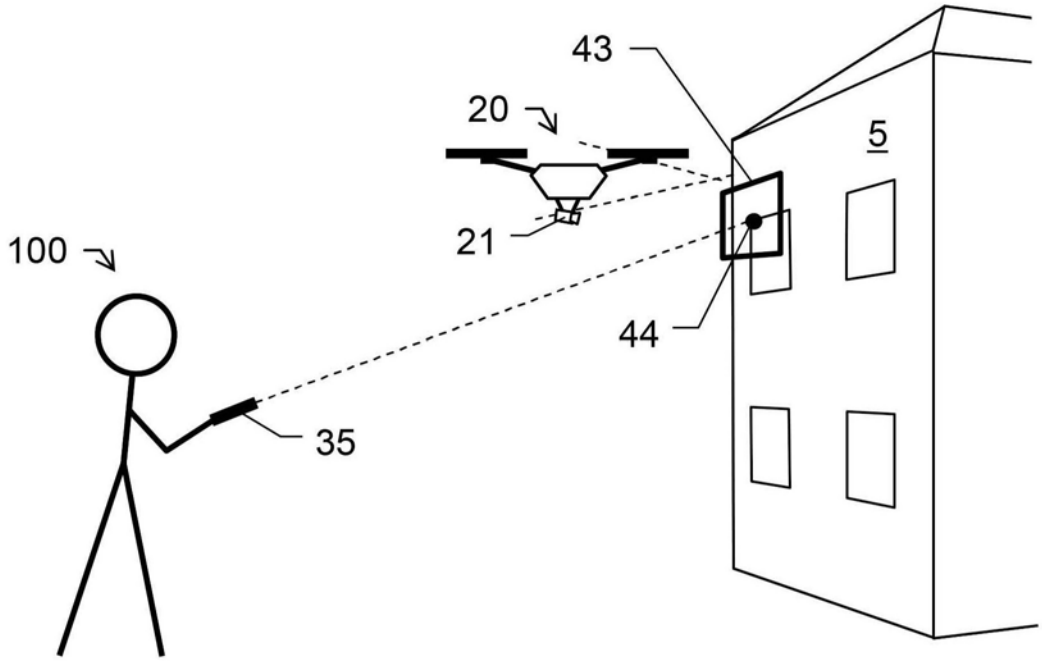


图9

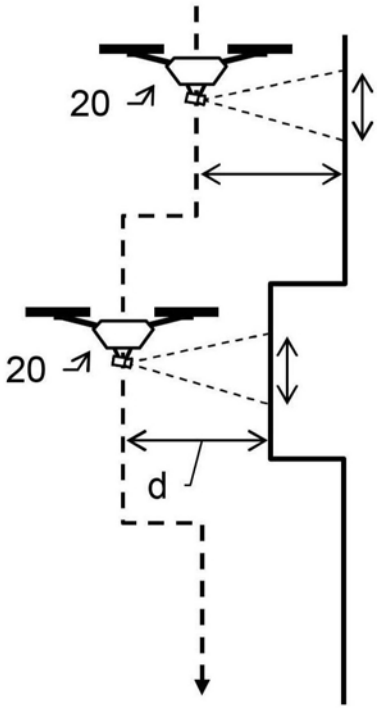


图10a

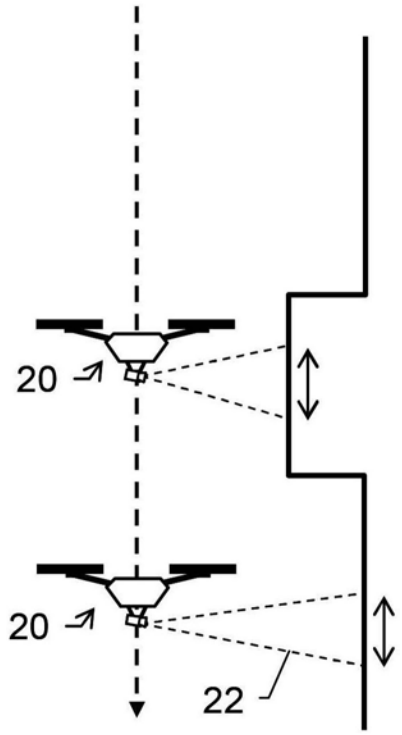


图10b

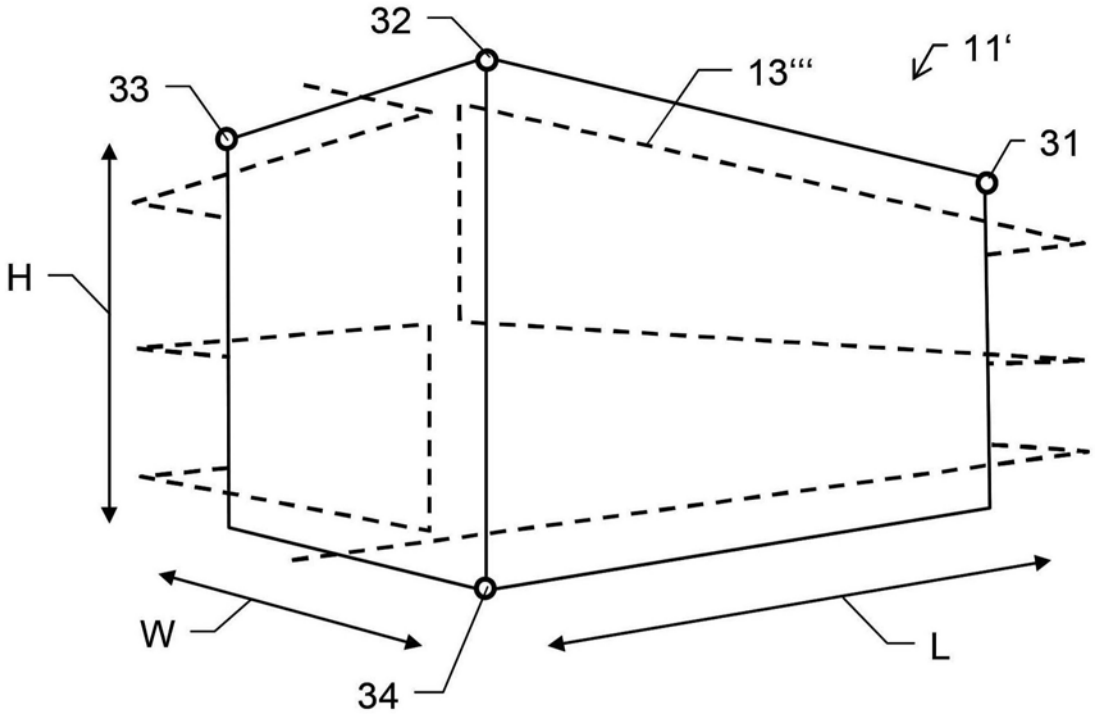


图11

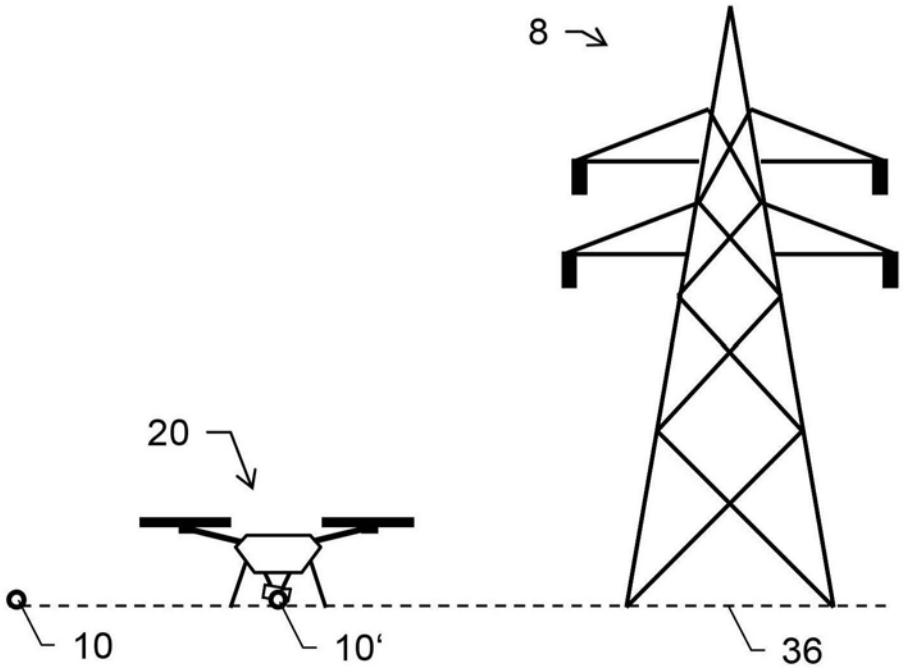


图12

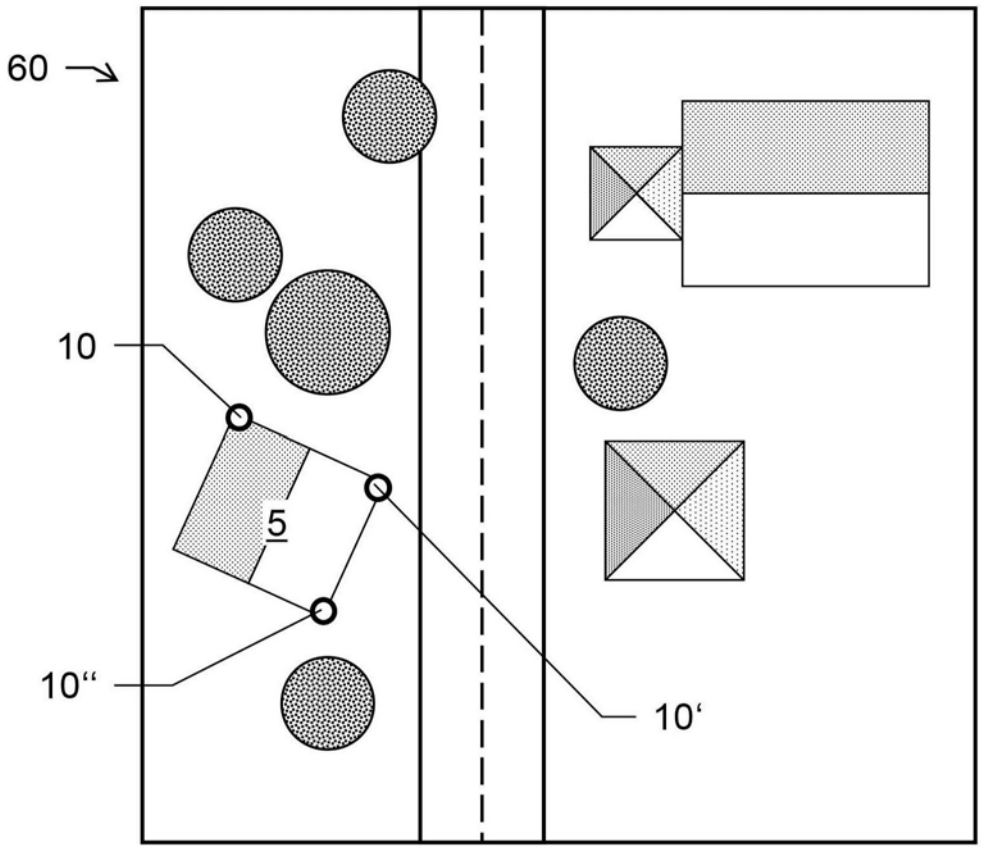


图13a

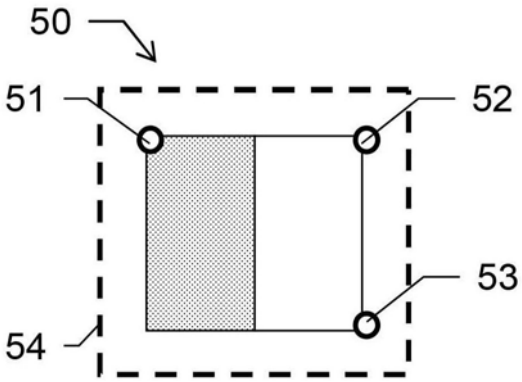


图13b

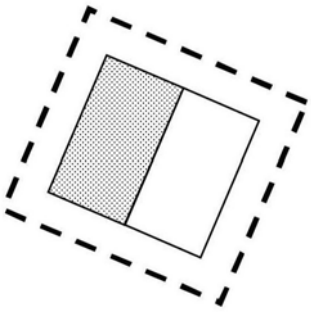


图13c