

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102232173 A

(43) 申请公布日 2011. 11. 02

(21) 申请号 201080003456. 3

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

(22) 申请日 2010. 03. 22

代理人 杨林森 王娜丽

(30) 优先权数据

102009015922. 3 2009. 03. 25 DE

61/299, 103 2010. 01. 28 US

(51) Int. Cl.

G01C 3/06 (2006. 01)

G01C 15/00 (2006. 01)

G01S 17/06 (2006. 01)

G01S 17/89 (2006. 01)

G06T 7/00 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 06. 01

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2010/001781 2010. 03. 22

(87) PCT申请的公布数据

W02010/108644 EN 2010. 09. 30

(71) 申请人 法罗技术股份有限公司

地址 美国佛罗里达州

(72) 发明人 马丁·奥西格 莱因哈德·贝克

亚历山大·克拉默

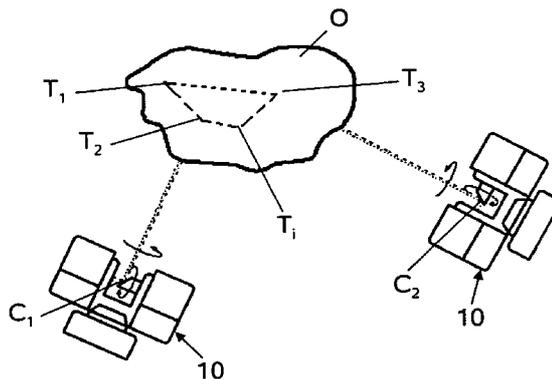
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

用于对场景进行光学扫描和测量的方法

(57) 摘要

本发明提供一种用于借助于激光扫描器 (10) 对场景进行光学扫描和测量的方法, 该激光扫描器 (10) 对其设置有目标 (T) 的环境进行光学扫描和测量以用于进行具有特定的中心 (C) 的扫描, 由此, 具有不同的中心并且扫描同一场景的、相邻的两个扫描在测量点 (X) 的范围内重叠, 使得一些目标被两个扫描中的任意扫描所扫描, 由此, 为了配准相邻的两个扫描, 在第一步骤期间, 在测量点中定位目标, 在第二步骤期间, 在相邻的两个扫描的被定位的目标寻找中对应关系的候选, 以及, 在第三步骤期间, 对相邻的两个扫描进行测试配准, 如果重叠范围内的测量点有充分的一致性, 则验收该测试配准用于进行配准, 从而识别目标。



1. 一种用于借助于激光扫描器 (10) 对场景进行光学扫描和测量的方法, 所述激光扫描器 (10) 对其设置有目标  $T_1, T_2, \dots$  的环境进行光学扫描和测量以用于进行显示出特定的中心  $C_i$  的扫描, 由此, 具有不同的中心  $C_1, C_2, \dots$  并且扫描同一场景的、相邻的两个扫描在测量点  $X$  的范围内重叠, 使得一些目标  $T_1, T_2, \dots$  被所述两个扫描中的任意扫描所扫描, 由此, 为了配准所述相邻的两个扫描, 在第一步骤中, 在所述扫描的所述测量点  $X$  中定位所述目标  $T_1, T_2, \dots$ , 以便随后对所述目标  $T_1, T_2, \dots$  进行识别, 其特征在于, 在第二步骤中, 在所述相邻的两个扫描的被定位的目标  $T_1, T_2, \dots$  中寻找对应关系的候选, 以及, 在第三步骤中, 对所述相邻的两个扫描进行测试配准, 如果在所述重叠的范围内所述测量点  $X$  有充分的一致性, 则验收所述测试配准用于进行配准, 从而识别所述目标  $T_1, T_2, \dots$ 。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 在所述第一步骤期间, 根据所述目标  $T_1, T_2, \dots$  的形状和 / 或所述目标  $T_1, T_2, \dots$  的梯度对所述目标  $T_1, T_2, \dots$  进行定位。

3. 根据前述权利要求中的任一项所述的方法, 其特征在于, 在所述第二步骤期间, 为所述两个扫描中的任意扫描中的至少一个被定位的目标  $T_i$  确定几何结构, 所述目标  $T_i$  内嵌在所述几何结构中且所述几何结构是由最靠近的目标  $T_1, T_2, \dots$  产生的。

4. 根据权利要求 3 所述的方法, 其特征在于, 在所述相邻的两个扫描的、内嵌有被定位的所述目标  $T_1, T_2, \dots$  的所述几何结构中寻找相似的几何结构。

5. 根据权利要求 4 所述的方法, 其特征在于, 只要相似的几何结构中内嵌有源自于所述相邻的两个扫描中的不同扫描的两个目标  $T_i$ , 就找到了一对对应关系的候选。

6. 根据权利要求 3 至 5 中的任一项所述的方法, 其特征在于, 所述有内嵌物的几何结构是由在所述被定位的目标  $T_i$  与所述最靠近的目标  $T_1, T_2, \dots$  之间所确定的距离和 / 或角度产生的。

7. 根据权利要求 4 和 6 所述的方法, 其特征在于, 如果所述被定位的目标  $T_i$  和所述最靠近的目标  $T_1, T_2, \dots$  之间的距离在特定的精度区间范围内彼此对应, 则所述有内嵌物的几何结构是相似的。

8. 根据前述权利要求中的任一项所述的方法, 其特征在于, 在第三步骤中的测试配准期间, 将所述相邻的两个扫描相对于彼此进行变换, 使得所述对应关系的候选显示出最小距离。

9. 根据权利要求 8 所述的方法, 其特征在于, 如果所述对应关系的候选显示出最小距离, 则借助于统计方法比较所述重叠的范围内的所述测量点  $X$ 。

10. 根据前述权利要求中的任一项所述的方法, 其特征在于, 在不同的位置处设置所述激光扫描器 (10), 用于光学扫描和测量所述场景, 以便在每个位置进行一次扫描, 由此, 所述激光扫描器 (10) 在每个位置上限定了所述扫描的相应的中心  $C_i$ 。

11. 一种激光扫描器 (10), 用于执行根据前述权利要求中的任一项所述的方法。

## 用于对场景进行光学扫描和测量的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有权利要求 1 的通用术语的特征的方法。

### 背景技术

[0002] 借助于诸如根据例如 US 7, 430, 068 B2 已知的激光扫描器, 可以对激光扫描器的周围环境 (surrounding) 进行光学扫描和测量。为了扫描更大的场景, 可能需要从不同的位置——即以不同的中心——进行若干次扫描。之前已放置的并且出现在两个相邻的扫描的重叠区域中的目标在这两个相邻的扫描中被用户定位并且被识别。

### 发明内容

[0003] 本发明是基于对介绍中提及的类型的方法进行改进的目的的。这个目的是根据本发明、借助于包括权利要求 1 的特征的方法来实现的。从属权利要求涉及有利的配置。

[0004] 根据本发明的方法使得可以自动定位和识别目标, 以便将场景的相邻、重叠的扫描配准 (register) 在一起。为了降低组合的可能性的数目, 优选地, 寻找如下相似的几何结构: 在这些相似的几何结构中内嵌 (embed) 有这些目标, 且优选地, 这些相似的几何结构是用若干个另外的目标 (例如用三个最靠近的目标) 来限定的, 从而得到四边形。如果来自不同且相邻的扫描的两个目标被内嵌在相似的几何结构中, 则找到了一对潜在的对应关系的候选 (candidate of correspondence)。通过测试配准, 对这两个扫描在试验的基础上进行叠加 (superimpose)。

[0005] 因为本方法基于目标之间的几何结构——即目标之间的几何关系, 所以本方法是一种全局方法, 即使扫描彼此远离, 该方法仍会成功。因此, 本方法除了用于精细配准之外还用于粗略配准。如“迭代最近点”或其他基于梯度的动力学 (dynamics) 的已知方法是局部方法, 这些方法仅当扫描足够靠近在一起的时候才成功。这些已知方法仅可用于精细配准 (当次级极小值不存在的时候)。

[0006] 除了扫描, 还可以使用来自随后与扫描链接 (link) 的另外的测量单。这可以是诸如倾斜传感器或罗盘的集成测量单元, 或例如执行常规测量的外部测量单元。由此, 可以改进配准结果和 / 或可以减少所需目标的数目。例如还可以借助于这样的测量单元来确定一个目标或几个目标的位置。这有利于在扫描中对目标进行定位, 或者这限定了该定位。

[0007] 在每个步骤期间都会有如下问题: 由于噪音电平等的原因, 测量点没有精确的一致性。然而, 可以确定阈值和 / 或区间 (interval), 这些阈值和区间用于辨别和限定精度。也可以应用梯度的形成、对极值的搜索和统计方法。

### 附图说明

[0008] 下面, 以在附图中示出的示例性实施例为基础, 更详细地阐明本发明, 在附图中:

[0009] 图 1 示出了借助于若干次扫描对场景进行记录的示意图,

[0010] 图 2 示出了激光扫描器的示意图, 以及

[0011] 图 3 示出了激光扫描器的剖面详图。

### 具体实施方式

[0012] 激光扫描器 10 被设置作为用于对激光扫描器 10 的环境进行光学扫描和测量的设备。激光扫描器 10 具有测量头 12 和基座 14。测量头 12 安装在基座 14 上作为可以绕着垂直轴线旋转的单元。测量头 12 具有反射镜 16, 该反射镜 16 可以绕着水平轴线旋转。本文中, 将两个旋转轴线的交点称为激光扫描器 10 的中心  $C_i$ 。

[0013] 测量头 12 还设置有用于发射出发射光束 18 的光发射器 17。优选地, 发射光束 18 是波长大约为 300nm 至 1000nm 的可见范围内的 (诸如 790nm 的) 激光束。原则上, 还可以使用其他的、具有例如更长的波长的电磁波。发射光束 18 是调幅的, 该调幅例如采用正弦波形调制信号或者采用矩形波形调制信号。发射光束 18 由光发射器 17 发射到反射镜 16 上, 该发射光束 18 在该反射镜 16 上被转向 (deflect) 并被发射到环境中。在周围环境中被对象 0 反射或者在其他情况下被散射的接收光束 20 被反射镜 16 捕获、被转向并被定向到光接收器 21 上。发射光束 18 的方向和接收光束 20 的方向是由反射镜 16 和测量头 12 的角位置产生的, 反射镜 16 和测量头 12 的角位置取决于反射镜 16 和测量头 12 的相应旋转驱动装置的位置, 旋转驱动装置的位置又分别用一个编码器来记录。控制和评估 (evaluate) 单元 22 具有到测量头 12 中的光发射器 17 及光接收器 21 的数据连接, 由此, 部分控制和评估单元也可以布置在测量头 12 的外部 (例如连接到基座 14 的计算机)。控制和评估单元 22 根据发射光束 18 和接收光束 20 的传播时间为多个测量点 X 确定激光扫描器 10 和对象 0 (处的受辐照点) 之间的距离 d。为了该目的, 确定并评估两个光束 18 和 20 之间的相移。

[0014] 借助于反射镜 16 的 (快速) 旋转沿着圆周进行扫描。凭借测量头 12 相对于基座 14 的 (缓慢) 旋转, 整个空间借助于所述圆周被逐步地扫描。这种测量的测量点 X 的整体被称为扫描。激光扫描器 10 的中心  $C_i$  为这种扫描限定了激光扫描器 10 的静止参考系, 在该静止参考系中基座 14 静止。例如在 US 7, 430, 068 B2 和 DE 20 2006 005 643 U1 中对激光扫描器 10 的进一步的细节、以及特别地对测量头 12 的设计的进一步的细节进行了描述, 各个公开通过引用被并入。

[0015] 通过对激光扫描器 10 的环境进行光学扫描和测量来对特定的场景进行扫描。不能用单次扫描记录的场景 (诸如具有许多底切 (undercut) 的对象 0 或者框架结构) 是有可能的。为了该目的, 在不同的位置处布置激光扫描器 10, 并且重复进行扫描和测量过程, 即以限定的中心  $C_i$  进行一次扫描, 该扫描总是对同一个场景进行记录, 但从不同的视角进行。必须在联合坐标系中对同一场景的不同扫描进行配准, 这称为配准 (视觉配准)。

[0016] 在进行扫描之前, 若干个目标  $T_1, T_2, \dots$ ——即特定对象 0——被悬置 (suspend) 在环境中。然后, 在新位置处设置激光扫描器 10 若干次——即限定新的中心  $C_i$ , 并且对每个位置进行扫描。然后通过具有不同中心  $C_1, C_2$  的若干次扫描对整个场景进行记录。相邻的扫描重叠, 从而若干个 (优选地至少三个) 目标  $T_1, T_2, \dots$  分别被两个相邻的扫描所记录。球形和棋盘形图案被证明是特别合适的 (并且因此是优选的) 目标。

[0017] 到此为止, 为了对测量进行配准, 已经在扫描中对目标  $T_1, T_2, \dots$  人工地进行定位和识别。根据本发明, 自动进行配准。

[0018] 为了该目的, 作为第一步骤, 在扫描中对目标  $T_1, T_2, \dots$  进行定位。在球形的情况下,

可以根据与均匀弯曲的圆形形状（即半球体）结合在一起的距离  $d$  获得该信息。在棋盘形图案的情况下，可以在两个方向上辨别出梯度。每个目标  $T_i$  具有若干个（例如至少 50-100 个）测量点  $X$  是有意义的，以便避免在定位目标  $T_1, T_2, \dots$  时产生的错误。具有阈值的滤波器可以有助于避免另外的定位错误。此外，可以使用来自并入激光扫描器 10 中的另外的测量单元的数据、或者来自外部测量单元的数据，这有利于或者限定了一个或若干个目标  $T_1, T_2, \dots$  在场景中的定位。

[0019] 在第二步骤中，寻找潜在的对应关系的候选。对于每次扫描，根据距离  $d$  为若干个被定位的目标  $T_i$  确定相应的目标  $T_i$  与其他（或者至少最靠近的）目标  $T_1, T_2, \dots$  之间的距离（或者可替换地确定其角度），以产生其中内嵌有相应的目标  $T_i$  的特定的几何结构，例如，连同三个最靠近的目标  $T_1, T_2, \dots$  的三维四边形（three dimensional quadrangle）。在与相邻的扫描比较时寻找相似的几何结构。只要来自两个不同的、相邻的扫描的两个目标  $T_i$  内嵌在相似的几何结构中——即至少到最靠近的目标  $T_1, T_2, \dots$  的距离在特定的精度区间内彼此对应，就找到了一对对应关系的候选。

[0020] 在第三步骤中，执行测试配准，即：通过平移和旋转对相邻的扫描相对于彼此进行变换（transform），直到对应关系的候选和内嵌有这些对应关系的候选的几何结构显示出最小的距离为止。然后，借助于统计方法比较所有的测量点  $X$ ，这些测量点  $X$  必须在两个扫描中都出现，即，这些测量点  $X$  在两个扫描的重叠区域内。例如，可以确定距离，且距离之和可以是对（缺少）一致性的测量。如果统计获得的一致性超过了特定的阈值，则识别出了目标  $T_1, T_2, \dots$ ，并且验收该测试配准用于进行配准。如果一致性不充分，则这对对应关系的候选被拒绝，且重复借助于第二步骤和第三步骤对目标  $T_1, T_2, \dots$  进行识别。

[0021] 因为寻找对应关系的候选，特别是在许多目标  $T_1, T_2, \dots$  的情况下，由于非线性而可能产生问题，所以有意义的是：仅使用若干个目标  $T_1, T_2, \dots$ ——即小的内嵌的几何结构——来寻找对应关系的候选，以及，用所有的目标  $T_1, T_2, \dots$  来进行测试配准。这提高了整个方法的性能。

[0022] 附图标记列表

[0023] 10 激光扫描器

[0024] 12 测量头

[0025] 14 基座

[0026] 16 反射镜

[0027] 17 光发射器

[0028] 18 发射光束

[0029] 20 接收光束

[0030] 21 光接收器

[0031]  $C_i$  中心

[0032]  $d$  距离

[0033] 0 对象

[0034]  $T_i$  目标

[0035]  $X$  测量点

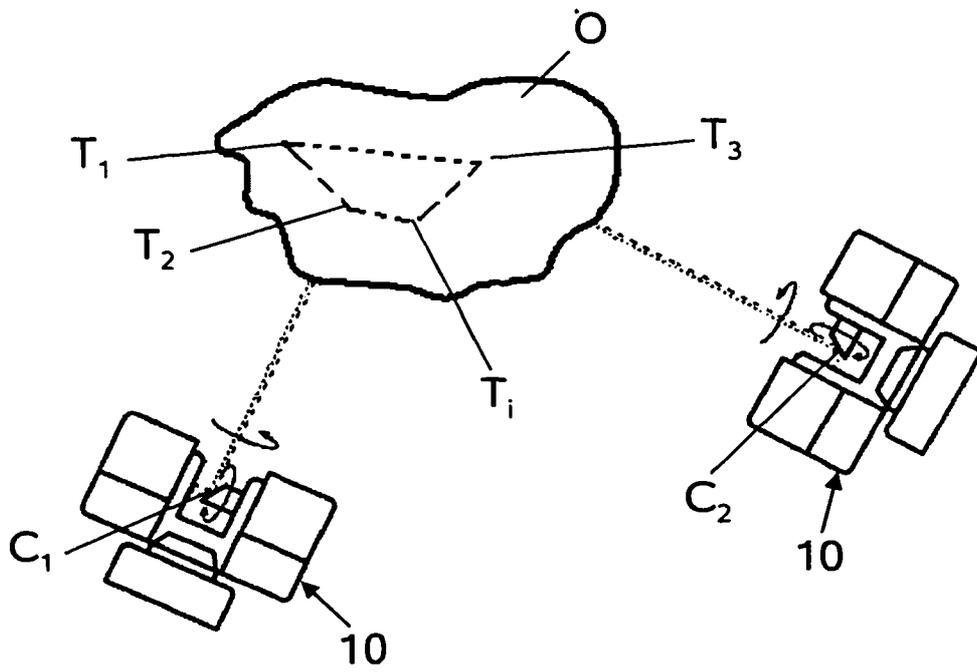


图 1

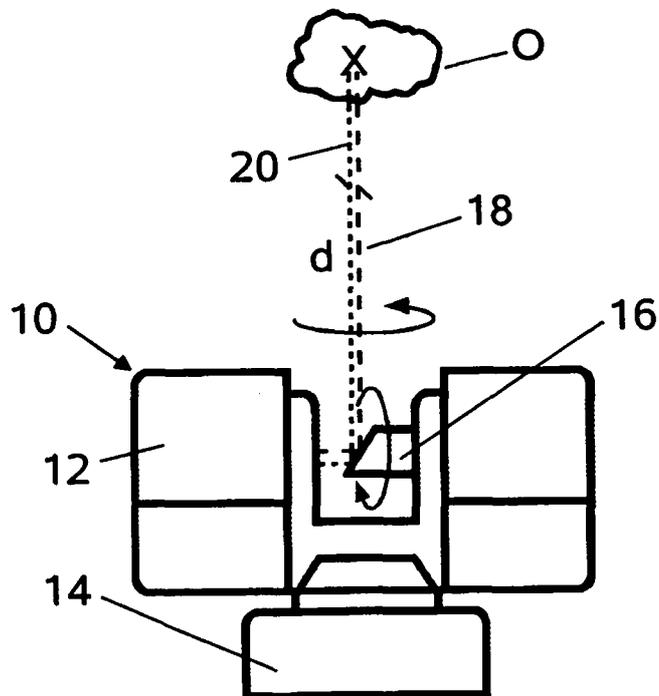


图 2

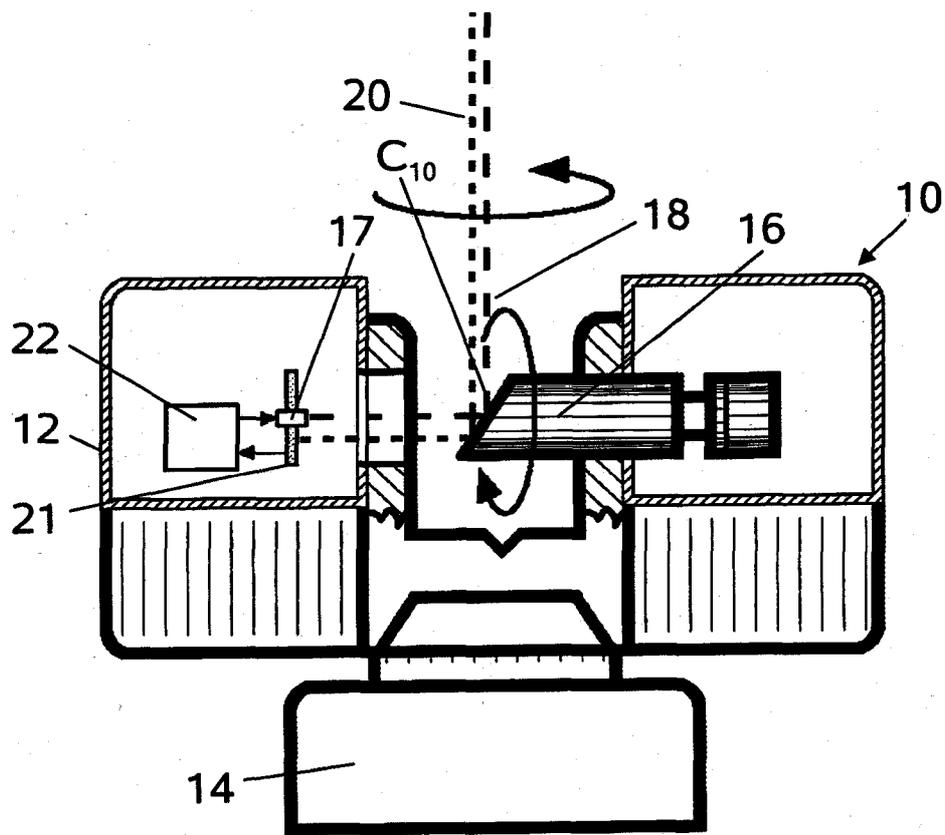


图 3