



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105164494 B

(45)授权公告日 2019.08.20

(21)申请号 201480024002.2

(22)申请日 2014.03.12

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105164494 A

(43)申请公布日 2015.12.16

(30)优先权数据
T02013A000202 2013.03.15 IT

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.10.28

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2014/059682 2014.03.12

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/141095 EN 2014.09.18

(73)专利权人 意大利希思卫电子发展股份公司
地址 意大利都灵

(72)发明人 E·沃兹提 D·葛瑞万
R·K·布劳勒德里昂
G·E·富恩特斯布雷瓦
V·马连奴 S·莫斯

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 周磊

(51)Int.Cl.
G01B 21/20(2006.01)
G01C 21/16(2006.01)
G01S 17/42(2006.01)
G06F 3/0346(2006.01)

审查员 郝敏

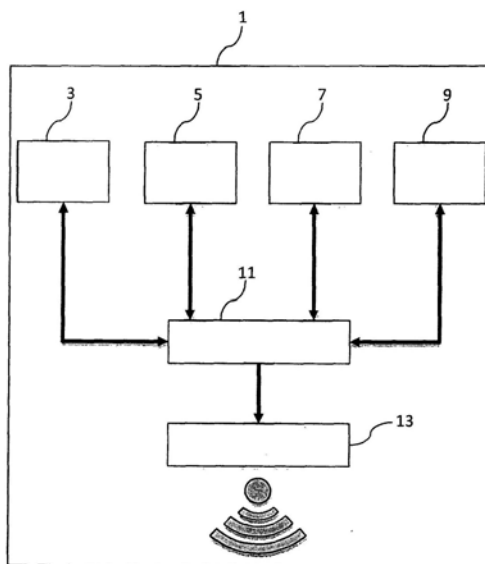
权利要求书3页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

用于三维扫描的设备和系统及其方法

(57)摘要

描述一种用于对象的三维扫描的设备(1), 所述设备包括检测手段(3,5,7), 适于获得设备(1)的定向信息; 光学手段(9), 适于获得关于设备(1)在光学手段(9)的第一参照平面中的位置的平面信息; 以及处理手段(11), 适于分别从检测手段(3,5,7)和从光学手段(9)获取定向信息和平面信息, 并且为了获得对象的三维图像的目的, 处理这种信息以便获得设备(1)在与第一参照平面基本上垂直的轴上的位置的估计。



1. 一种用于对象的三维扫描的设备(1),所述设备包括:
 - 检测装置(3、5、7),适于获得所述设备(1)的取向信息;
 - 光学装置(9),适于获得关于所述设备(1)在所述光学装置(9)的第一参照平面中的位置的平面信息,所述光学装置(9)的第一参照平面保持时时与所述对象的获取表面接触并正切,所述光学装置(9)包括具有两个正交的灵敏度轴的光学传感器,所述光学传感器通过比较对象表面的两个相继获取的帧的相应点以基于由于在对象表面上滑动所述设备导致的二个维度上的位置变化来检测所述平面信息;
 - 处理装置(11),适于分别从所述检测装置(3、5、7)和从所述光学装置(9)获取所述取向信息和所述平面信息,处理这种信息以便获得所述设备(1)在与所述第一参照平面基本上垂直的轴上的位置的估计,从而获得所述设备(1)的移动的三维跟踪以便获得所述对象的三维图像。
2. 根据权利要求1所述的设备(1),其中所述检测装置(3、5、7)包括至少一个惯性传感器。
3. 根据权利要求2所述的设备(1),其中所述至少一个惯性传感器是具有三个正交的灵敏度轴的陀螺仪(7)和/或具有三个正交的灵敏度轴的加速计(3)。
4. 根据权利要求1所述的设备(1),其中所述检测装置(3、5、7)包括磁力传感器。
5. 根据权利要求4所述的设备(1),其中所述磁力传感器是具有三个正交的灵敏度轴的磁力计(5)。
6. 根据权利要求1所述的设备(1),其中所述光学装置(9)包括相机和发光二极管LED。
7. 根据权利要求1所述的设备(1),其中所述设备(1)包括适于传输关于所述三维图像的数据的传输装置(13)。
8. 根据权利要求7所述的设备(1),其中所述传输装置(13)是无线或有线类型的。
9. 根据权利要求7所述的设备(1),所述设备(1)经由所述传输装置(13)可连接到用于显示所述对象的所述三维图像的显示装置。
10. 根据权利要求1所述的设备(1),其中所述检测装置(3、5、7)和所述光学装置(9)包括适于存储关于所述取向信息和所述平面信息的数据的存储装置。
11. 根据权利要求9所述的设备(1),其中所述检测装置(3、5、7)、所述光学装置(9)、所述处理装置(11)、所述传输装置(13)和所述显示装置包括在单个设备中。
12. 根据权利要求1至10中的任一项所述的设备(1),其中所述设备(1)是手动类型的。
13. 根据权利要求1至10中的任一项所述的设备(1),其中所述设备(1)是智能移动终端。
14. 根据权利要求13所述的设备(1),其中所述智能移动终端包括智能电话。
15. 一种用于对象的三维扫描的系统(10),所述系统(10)包括:
 - 设备(1),所述设备(1)包括:
 - 检测装置(3、5、7),适于获得所述设备(1)的取向信息;
 - 光学装置(9),适于获得关于所述设备(1)在所述光学装置(9)的第一参照平面中的位置的平面信息,所述光学装置(9)的第一参照平面保持时时与所述对象的获取表面接触并正切,所述光学装置(9)包括具有两个正交的灵敏度轴的光学传感器,所述光学传感器通过比较对象表面的两个相继获取的帧的相应点以基于由于在对象表面上滑动所述设备导致

的二个维度上的位置变化来检测所述平面信息;和

传输装置(13),适于将所述取向信息和所述平面信息传输到处理装置(11);

-处理装置(11),适于从所述设备(1)获取所述取向信息和所述平面信息并且处理这种信息以便获得所述设备(1)在与所述第一参照平面基本上垂直的轴上的位置的估计,从而获得所述设备(1)的移动的三维跟踪以便获得所述对象的三维图像;以及

-显示装置(15),用于显示所述对象的所述三维图像。

16.一种对象的三维扫描的方法,所述方法包括步骤:

-通过检测装置(3、5、7)获得设备(1)的取向信息;

-通过光学装置(9)获得关于所述设备(1)在所述光学装置(9)的第一参照平面中的位置的平面信息,所述光学装置(9)的第一参照平面保持时时与所述对象的获取表面接触并正切,所述光学装置(9)包括具有两个正交的灵敏度轴的光学传感器,所述光学传感器通过比较对象表面的两个相继获取的帧的相应点以基于由于在对象表面上滑动所述设备导致的二个维度上的位置变化来检测所述平面信息;

-通过处理装置(11)分别从所述检测装置(3、5、7)和从所述光学装置(9)获取所述取向信息和所述平面信息;

-通过所述处理装置(11)处理所述取向信息和所述平面信息以便获得所述设备(1)在与所述第一参照平面基本上垂直的轴上的位置的估计,从而获得所述设备(1)的移动的三维跟踪以便获得所述对象的三维图像。

17.根据权利要求16所述的方法,其中所述取向信息包括关于所述设备(1)的滚动、倾斜和偏航的数据。

18.根据权利要求16所述的方法,其中所述平面信息包括关于所述设备(1)在所述光学装置(9)的所述第一参照平面中的位置的数据。

19.根据权利要求16所述的方法,其中所述处理装置(11)编程所述检测装置(3、5、7)和所述光学装置(9)的存储装置以便定义所述检测装置(3、5、7)和所述光学装置(9)的操作特征。

20.根据权利要求19所述的方法,其中所述操作特征包括灵敏度标度、采样周期以及向所述处理装置(11)的传输速度。

21.根据权利要求16所述的方法,其中所述处理步骤提供通过所述处理装置(11),通过使用最小二乘法来估计代表所述取向信息的四元组的至少一个值。

22.根据权利要求21所述的方法,其中所述最小二乘法包括高斯-牛顿法。

23.根据权利要求21所述的方法,其中所述方法还包括通过所述处理装置(11),通过使用递归滤波器对四元组的所述至少一个值的所述估计和/或从来自陀螺仪(7)的取向信息的测量中导出的至少一个四元组进行滤波的步骤。

24.根据权利要求23所述的方法,其中所述递归滤波器包括扩展卡尔曼滤波器。

25.根据权利要求23所述的方法,其中所述滤波步骤的结果可以借助于DCM矩阵或方向余弦矩阵来代表。

26.根据权利要求25所述的方法,其中所述方法提供通过所述处理装置(11),将所述平面信息的数据矢量乘以所述DCM矩阵以便获得所述对象的所述三维图像。

27.根据权利要求16至25中的任一项所述的方法,其中所述方法还包括将所述检测装

置(3、5、7)中的至少一个第二参照平面与所述光学装置(9)的所述第一参照平面对准的步骤。

28. 根据权利要求27所述的方法,其中关于所述光学装置(9)的所述第一参照平面对准至少一个第二参照平面的所述步骤提供:

-当所述设备(1)关于与所述光学装置(9)的所述第一参照平面基本上垂直的轴旋转至少一次时,通过所述处理装置(11),获取由所述检测装置(3、5、7)提供的数据;

-通过所述处理装置(11),识别所述至少一个第二参照平面,所述至少一个第二参照平面包含通过所述至少一次旋转而获得的圆周,所述圆周为每个检测装置(3、5、7)而定义;

-通过所述处理装置(11),识别代表所述设备(1)的滚动和倾斜角度的旋转矩阵,所述旋转矩阵允许每个检测装置(3、5、7)的所述至少一个第二参照平面关于所述光学装置(9)的所述第一参照平面对准。

29. 根据权利要求16至25中的任一项所述的方法,其中所述方法还包括校准并补偿任何失真的步骤。

30. 根据权利要求29所述的方法,其中校准并补偿任何失真的所述步骤包括:

-当旋转所述设备(1)时,通过所述处理装置(11),获取由所述检测装置(3,5)提供的数据;

-通过所述处理装置(11),确定三维立体,其最佳地近似对于所述检测装置(3,5)采样的所述数据的三维分布;

-通过所述处理装置(11),分析所述三维立体,以便找到所述三维立体的组成参数;

-通过所述处理装置(11),校正由所述检测装置(3,5)获取的原始数据以便消除任何失真。

31. 根据权利要求30所述的方法,其中所述三维立体包括椭圆体。

32. 根据权利要求31所述的方法,其中所述组成参数包括所述椭圆体的中心的坐标、旋转矩阵以及所述椭圆体的半轴的长度。

33. 根据权利要求32所述的方法,其中所述原始数据的所述校正包括:

-校正相对于所述椭圆体的中心的所述坐标的偏移;

-将所述原始数据的样本乘以所述旋转矩阵;

-根据第一公式(50)将每个样本的每个分量,除以各个参照半轴的所述长度来规格化或校正所述样本,以便获得经规格化的样本;

-通过将所述经规格化的样本乘以所述旋转矩阵的逆来恢复所述经规格化的样本的初始取向。

34. 根据权利要求33所述的方法,其中所述样本的每个分量包括所述样本的笛卡尔或极坐标的值。

35. 一种计算机可读存储介质,存储有软件代码,所述软件代码在由处理器执行时,实现根据权利要求16至34中的任一项所述的方法。

用于三维扫描的设备和系统及其方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于三维扫描的设备、系统和方法,尤其涉及任意几何结构的物理对象的三维(或3D)检测的设备、系统和方法。

背景技术

[0002] 已知存在许多测量仪器,其可以拷贝或复制具有复杂形状的真实对象的三维轮廓。这些仪器称作“3D扫描仪”并且用于工业设计、质量控制、生物医学以及需要真实对象的数字拷贝的其他应用。这种系统可能需要使用不同的技术,每种技术都具有具体的限制、优点和成本。根据众所周知并且已制定的分类,它们被划分成两个宏观家族:“接触式”系统和“非接触式”系统。

[0003] “接触式”3D扫描系统通过物理接触探测对象的外表面。这些系统的结构可以包括允许扫描头沿着坐标(例如笛卡尔坐标)轴移动的刚性臂运输系统,或者更常见地,可以包括安装有可以检测测量头(也称作“探测器”)的移动的关节安装的位移传感器的铰接臂。

[0004] 但是,具有刚性或铰接臂的这种“接触式”系统体积非常大并且难以移动。事实上,它们对于不可从对象的原始位置(例如考古发现)处移动的对象3D扫描或检测完全不当。

[0005] 至于考虑到“非接触式”系统,它们使用利用光源(激光、光图案等)的光学系统,并且代表当前可在市场上获得的最广泛的解决方法。其中,所谓“手持式”扫描仪在市场上现在正变得越来越流行,其在对象自身上或者在周围环境中使用测量头跟踪站或者放置参照标记。通常诉诸于这些权宜之计,因为不可以借助于仅一个测量而完全地扫描对象,并且不得不执行多个测量步骤。为了保证借助于各种测量而获得的结果的一致性,必须对于所有测量使用共同的参照元素,例如标记,以便定义单一意思的参照系统。

[0006] 但是,使用参照或标记的这些后者“非接触式”系统需要用于合并获得的所有单个测量的后置处理操作,亦即对准并结合单个测量的算子。而且,测量的准确度严格地取决于放置在对象上的标记的位置和数量。这个因素引入传播到最终结果(亦即在检查中的对象的3D模型的完整处理)中的测量误差。

发明内容

[0007] 因此,本发明的一个目的在于提供用于三维扫描的设备、系统和方法,其允许获取对象的整个形状而不需要合并单个测量的任何后续步骤。

[0008] 本发明的第二个目的在于提供用于三维扫描的设备、系统和方法,其允许直接在对象自身所位于的地点上容易地进行对象的三维检测。

[0009] 本发明的第三个目的在于提供用于三维扫描的设备、系统和方法,其不取决于在检查中的对象上存在的参照或标记的位置和数量,从而保持独立于这种参照的测量的准确度。

[0010] 本发明的这些和其他目的由如在权利要求书中要求的用于三维扫描的设备、系统和方法实现,权利要求书旨在为本描述的组成部分。

[0011] 简而言之,下面将描述用于三维扫描的设备、系统和方法,其利用借助于光学传感器而获得的关于设备相对于参照平面的位置的信息以及借助于惯性和磁力传感器而获得的关于设备的取向的信息(尤其是滚动、倾斜和偏航数据);为了获得正在由所述设备检测或扫描的对象的三维图像,这种信息由微处理器处理以便获得设备在垂直轴上的位置。

[0012] 本发明的进一步特征在权利要求书中陈述,权利要求书旨在为本描述的组成部分。

附图说明

[0013] 上面的目的将从特别地参考附图的、根据本发明的用于三维扫描的设备、系统和方法的下面的详细描述中变得更明显,其中:

[0014] 图1示出根据本发明的3D扫描设备的实施例;

[0015] 图2示出根据本发明的3D扫描系统的实施例;

[0016] 图3-6分别示出根据本发明的方法的第一、第二、第三和第四流程图。

具体实施方式

[0017] 参考图1,根据本发明用于对象的三维或3D扫描的设备1是手动式的并且包括适于提供设备1的取向信息的检测手段3、5、7。检测手段3、5、7包括至少一个惯性和/或磁力传感器,尤其是具有三个正交的灵敏度轴的加速计3、具有三个正交的灵敏度轴的磁力计5以及具有三个正交的灵敏度轴的陀螺仪7。更详细地,加速计3允许测量加速度的动态分量或变化以及连续的、或静态分量。磁力计5可以测量它浸入其中的磁场的方向对抗(versus)和强度。陀螺仪7允许检测它自身的角旋转速度。

[0018] 取向信息包括关于设备1的滚动、倾斜和偏航的数据。

[0019] 另外,三维扫描设备1包括适于提供平面信息的光学手段9。光学手段9包括LED(“发光二极管”)、光学透镜、相机等。

[0020] 检测手段3、5、7和光学手段9每个包括适于存储关于取向信息以及关于平面信息的数据的存储手段。

[0021] 在优选的实施例中,光学手段9包括具有两个正交的灵敏度轴的光学传感器,其可以通过比较两个相继获取的帧的相应点来检测二个维度(平面或二维)上的位置变化或位移。

[0022] 因此,平面信息包括关于设备1在光学手段9的第一参照平面中的位置的数据,其中可以例如通过笛卡尔或极坐标来表达这种数据。

[0023] 平面信息的单个数据可以对应于例如识别第一参照平面的坐标(x,y,0)的值的矢量。

[0024] 设备1还包括适于处理分别来自检测手段3、5、7和来自光学手段9的取向信息和平面信息的处理手段11。处理手段11例如包括微控制器或微处理器。

[0025] 处理手段11可以直接访问检测手段3、5、7和光学手段9,并且因此访问存储关于

取向和平面信息的数据的它们各自的存储手段。

[0026] 优选地,处理手段11执行下面的主要步骤:

[0027] -编程检测手段3、5、7和光学手段9的步骤,其中编程检测手段3、5、7和光学手段9的存储手段以便定义其操作特征;例如,该步骤定义并编程灵敏度标度、采样周期、向处理手段11的传输速度等。

[0028] -获取步骤,其中在每个采样周期,处理手段11获取包含在上述存储手段中的平面信息和取向信息。处理手段11也将包含在存储手段中的二进制值转换成“浮点”值;

[0029] -向传输手段13路由平面信息和取向信息的步骤。

[0030] 参考图2,系统10包括三维扫描设备1、处理手段11和显示手段15。有利地,设备1包括适于将取向信息和平面信息传输到处理手段11、尤其是有线或无线类型的传输手段13。

[0031] 在传输手段13的优选实施例中,它们包括例如将平面信息和取向信息的数据发送到处理手段11的蓝牙传输传感器。在这种情况下,处理手段11包括尤其适于接收并处理由传输手段13传输的所述信息的计算机。

[0032] 取向信息和平面信息因此由处理手段11使用,以便获得在检查中的对象的三维图像。在系统10中,处理手段11没有包括在设备1中,而是在其外部。处理手段11则将关于三维图像的数据提供给可以在其上显示该数据的显示手段15,尤其是屏幕或监视器。

[0033] 显然,检测手段3、5、7、光学手段9、处理手段11、传输手段13和显示手段15可以都包括在单个设备中。

[0034] 参考图3,根据本发明的对象的三维扫描的方法在步骤21提供通过检测手段3、5、7获得设备1的取向信息;接着在步骤23,它提供通过光学手段9获得关于设备1在光学手段9的第一参照平面中的位置的平面信息。

[0035] 随后,在步骤25,该方法提供通过处理手段11分别从检测手段3、5、7和从光学手段9获取取向信息和平面信息;最后,在步骤27,该方法提供为了获得在检查中的所述对象的三维图像,通过处理手段11处理取向信息和平面信息以便获得设备1在与第一参照平面基本上垂直的轴上的位置的估计。

[0036] 更详细地,参考图4,刚刚描述的步骤27包括进一步的子步骤,其中在27a,通过处理手段11,通过使用最小二乘法,尤其是高斯-牛顿法来估计代表取向信息的四元组的至少一个值;步骤27c提供通过使用递归滤波器(例如扩展卡尔曼滤波器)对步骤27a的结果(四元组的至少一个值的估计)和/或从由陀螺仪7获得的取向信息的测量导出的至少一个四元组进行滤波;而且该滤波操作由处理手段11执行。

[0037] 步骤27c的结果是从这些所述四元组的值获得的DCM矩阵(“方向余弦矩阵”)。应当指定,四元组是数学实体,通过其有可能代表设备1的取向的估计,亦即它们代表取向信息。

[0038] 最后,在步骤27e,有可能通过旋转由光学手段9获取的平面信息的至少一个矢量,例如 $(x, y, 0)$ 类型的矢量,或者通过使得平面信息的至少一个数据矢量乘以DCM矩阵,来获得设备1的移动的三维跟踪。而且,这最后一个步骤27e由处理手段11执行。

[0039] 根据本发明的方法可以进一步包括允许关于光学手段9的第一参照平面对准检测手段3、5、7的至少一个第二参照平面,以及校准并补偿由检测手段3、5、7和由光学手段9

获得的测量中的任何失真 /非线性的若干可选步骤。

[0040] 这两个过程非常有用,因为它们允许增加对象轮廓的三维测量的准确度。

[0041] 参考图5,用于关于光学手段9的第一参照平面对准检测手段3、5、7的至少一个第二参照平面的过程被划分成三个步骤:

[0042] -在步骤31,当设备1关于与光学手段9的第一参照平面基本上垂直的轴旋转至少一次时,进行对由检测手段3、5、7提供的数据的获取。换句话说,这意味着旋转必须在保持光学手段9的第一参照平面总是与固定的第三参照平面一致的同时发生。为了便于接下来的步骤,这个操作可以通过使用斜面作为第三参照平面来执行。这样获取的数据在每个检测手段3、5、7的参照空间中画出圆周;

[0043] -步骤33识别包含在前一个步骤31期间从至少一个旋转获得的并且为每个检测手段3、5、7定义的圆周的至少一个第二参照平面。因为获取的数据没有被滤波并且包含测量噪声,为每个圆周识别的第二平面定义为最佳地近似每个检测手段3、5、7的样本的分布的平面。步骤33的操作由处理手段11执行;

[0044] -步骤35通过处理手段11识别关于光学手段9的第一参照平面,对准在步骤33为每个检测手段3、5、7定义的第二参照平面的旋转矩阵(代表关于滚动和倾斜角度的旋转)。

[0045] 这个对准算法的最终结果是关于每个检测手段3、5、7的方向余弦矩阵或DCM,其定义关于定义第二参照平面的两个轴的两个基本旋转。这样,每个检测手段3、5、7的第二参照平面与光学手段9的第一参照平面对准。

[0046] 最后,为了校正不同的检测手段3、5、7的第二平面之间的不对准,将每个获取的样本(由三个分量构成,其可以例如借助于笛卡尔值来代表)乘以各自检测手段3、5、7的DCM对准矩阵是足够的。

[0047] 参考图6,校准并校正有关加速计3和磁力计5的任何失真/非线性的过程包括下面的步骤:

[0048] -在步骤41,当旋转所述设备1时,通过处理手段11获取由加速计3和由磁力计5提供的数据。这个操作允许找到设备1的布置中最大数量的不同位置。这等同于以一种方式自由地旋转设备1,该种方式使得获得定义设备1的布置的滚动、倾斜和偏航角度的大量(理想地为全部)不同组合。获取的数据由处理手段11处理并且允许后者在可以由椭圆体近似的每个检测手段3、5的参照空间中画出三维立体;

[0049] -在步骤43,通过处理手段11确定(亦即获得矩阵形式的特征方程)椭圆体,其最佳地近似关于加速计3和磁力计5二者采样的数据的三维分布;

[0050] -在步骤45,通过处理手段11分析在前一个步骤43定义的最佳近似椭圆体的方程,以便找到它的组成参数,亦即:

[0051] a. 关于检测手段3或5的参照系统的原点(0,0,0)而转化的最佳近似椭圆体的中心的坐标(x_c, y_c, z_c);

[0052] b. 考虑到检测手段3或5的参照系统,提供最佳近似椭圆体的对准(亦即其对称轴的对准)的旋转矩阵。旋转矩阵的列包括通过从最佳近似椭圆体的特征矩阵方程开始而被确定的自矢量,其中椭圆体的中心位于正在被考虑的检测手段3或5的参照系统的原点;

[0053] c. 最佳近似椭圆体的半轴的长度;这些值从以矩阵形式定义的最佳近似椭圆体的特征方程的自矢量中获得;

[0054] -在步骤47,执行用于校正由检测手段3或5获取的原始数据,以便消除任何非线性和失真的操作;这个操作由处理手段11执行。为了校正每个获取的样本(由三个分量构成),优选地:

[0055] a. 根据在步骤45a获得的数据来校正偏移,该数据定义关于检测手段3或5的参照系统而转化的最佳近似椭圆体的中心的坐标 (x_c, y_c, z_c) ;

[0056] b. 旋转样本,或者将它乘以在步骤45b获得的旋转矩阵;

[0057] c. 通过根据第一公式50将样本自身的每个分量除以各自参照半轴的长度来规格化或校正每个样本:

[0058] $x_{corr.} = x_{uncorr.} / \text{半轴}x \text{ 的长度} \quad (50)$;

[0059] d. 通过将经规格化的样本乘以步骤43b的旋转矩阵的逆来恢复经规格化的样本的初始取向。

[0060] 通过将这个过程应用于根据在步骤41定义的过程所采样的数据而获得的最终结果是,不同的样本以高准确度近似相应检测手段3或5的参照空间中的单位球体(单位的,因为数据已经在步骤47c规格化),因此描述检测手段3、5没有经受任何失真的理想情况。为了精确的校准和校正,优选地对于获取的每个新的样本重复步骤47。

[0061] 返回参考图4,下面将更详细地描述步骤27a、27c和27e。

[0062] 如前面所描述的,处理手段11通过旋转可以表示为由光学手段9获取的三个笛卡尔分量的矢量 $(x, y, 0)$ 的平面信息,亦即通过将平面信息的数据矢量乘以通过处理从检测手段3、5、7导出的取向信息而获得的DCM旋转矩阵,来处理设备1的移动的三维跟踪。尤其,所述DCM矩阵从估计设备1的取向的算法中获得。

[0063] 取向估计算法具有确定由设备1关于初始参照位置进行的取向的功能。由算法处理的数据可以是已经如先前关于检测手段3、5、7的第二平面的对准以及关于失真/非线性校准和补偿所讨论地那样被校准并补偿的数据。

[0064] 取向估计算法具体地利用用于估计四元组的最小二乘法,尤其是高斯-牛顿法。

[0065] 高斯-牛顿法以用于求解非线性问题并且确定四元组的分量的它的经典公式被使用。

[0066] 具体地,待求解的问题由6x6矩阵定义,该6x6矩阵包含在四元组的分量中明确两个3x3旋转矩阵。这两个矩阵旋转参照系统中定义的矢量(例如磁场和重力加速度)以在经旋转的设备1的参照系统中再现它们。以这种方式,知道加速计3和磁力计5的固定参照量和测量,问题就被简化成计算矩阵(其包含四元组的分量)的分量。因此,通过将参照量乘以如此获得的矩阵,获得加速计3和磁力计5的测量。

[0067] 至于考虑陀螺仪7,它用于提供取向信息。尤其,从由陀螺仪7提供的数据开始,亦即从陀螺仪7的测量开始,来估计四元组的分量是重要的。

[0068] 因此,有可能通过从简单的关系开始来获得四元组的估计,根据该简单的关系,知道在步骤k的四元组,其中k是整数,根据第二公式(51)可以计算在下一个步骤k+1的四元组q;

$$[0069] \quad \mathbf{q}_{k+1} = \frac{1}{2} \boldsymbol{\omega}_k \circ \mathbf{q}_k = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 0 & -\omega_x & -\omega_y & -\omega_z \\ \omega_x & 0 & \omega_z & -\omega_y \\ \omega_y & -\omega_z & 0 & \omega_x \\ \omega_z & \omega_y & -\omega_x & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} q_0 \\ q_1 \\ q_2 \\ q_3 \end{pmatrix} \quad (51)$$

[0070] 其中 ω_x , ω_y 和 ω_z 是由陀螺仪7测量的三个参照轴XYZ上的角速度。

[0071] 此外,根据取向估计算法,由检测手段3、5、7提供的数据通过递归滤波器,尤其是扩展卡尔曼滤波器。

[0072] 扩展卡尔曼滤波器以它的常见形式使用:

[0073] -所述滤波器的状态矢量由包含通过从陀螺仪7的测量开始而被估计并且代表先验估计的四元组的分量的矢量来代表;换句话说,它是从陀螺仪7获得的取向信息;

[0074] -所述滤波器的测量矢量由包含通过使用高斯-牛顿法求解的四元组的分量的矢量代表;换句话说,它是从加速计3和磁力计5获得的取向信息。

[0075] 状态和测量噪声可以通过协方差矩阵,尤其是对角矩阵来表达,其值被经验主义地设置。

[0076] 也存在机制,用于以一种方式适应测量协方差矩阵的值,这种方式使得如果高斯-牛顿法的误差函数 $F(x)$ 具有非常高的值(其指示加速计3的测量与磁力计5的测量之间的一致),那么测量协方差矩阵的对角的元素将被设置为非常高的值(趋向于无穷),亦即指示由高斯-牛顿法提供的信息不可靠。

[0077] 这个取向估计算法的最终结果是代表设备1的取向的最佳估计的四元组,其代表从检测手段3、5、7获得的取向信息。所述四元组可以容易地转换成矩阵标记以构成设备1的方向余弦矩阵DCM。

[0078] 已知取向并且因此已知取向信息,有可能通过旋转由光学手段9提供的平面信息,来获得设备1的移动的三维跟踪;换句话说,通过将由光学手段9获取的位移矢量 $(x, y, 0)$ 乘以由取向估计算法获得的方向余弦矩阵DCM,来获得设备1的移动的三维跟踪。

[0079] 必须强调,独自从陀螺仪7获得的取向信息与来自光学手段9的平面信息组合,将足够获得三维图像,但是只有当取向信息没有经受任何噪声或漂移现象时。事实上,影响所有陀螺仪7(特别是低成本的那些)的内在漂移使得它们当独自使用时非常不可靠。甚至对于短的获取会话,产生的误差将如此使得测量将不一致。

[0080] 除了上面之外,有可能建立设备1或系统10的整体采样频率。考虑到由处理手段11执行的、确定设备1的全部三维跟踪的上述操作是循环的,根据第三公式52,可以认为全部计算周期发生的平均时间间隔(或时间段)的倒数为整体采样频率:

$$[0081] \quad F_{\text{samp}} = 1/T_{\text{samp}} = 1/32\text{ms} = 31.25\text{Hz} \quad (52)$$

[0082] 用户因此可以以简单并且直观的方式使用本发明的设备1。事实上,包括在设备1中的上述元件很小并且允许仪器被容易地携带和使用。

[0083] 设备1必须如下使用:用户在获取表面上滑动它,优选地使得光学手段9的第一参照平面保持时时与获取表面接触并正切。任何开始位置都是允许的,并且将用作检测手段3、5、7和光学手段9的初始参照,其关于设备1的取向信息和平面信息的确定。

[0084] 三维扫描处理可以通过使用在设备1自身提供的适当控制手段,尤其是下压按

钮、按键等来开始和停止。

[0085] 根据本发明的方法可以借助于可以装载到设备1或处理手段11 的存储器中的计算机产品来实现,并且其包括适于实现所述方法的软件代码部分。

[0086] 本发明的特征以及其优点根据上面的描述而明晰。

[0087] 由根据本发明的设备、系统和方法提供的第一优点是获取对象的整个形状而不需要合并单个测量的任何进一步的操作。

[0088] 由根据本发明的设备、系统和方法提供的第二优点是对象的三维扫描可以直接在对象自身所位于的地点上执行。

[0089] 由根据本发明的设备、系统和方法提供的第三优点是它们不取决于在检查中的对象上存在的参照或标记的位置和数量,从而保持独立于这种参照的测量的准确度。

[0090] 由根据本发明的设备、系统和方法提供的另外优点是减小位置测量上的噪声和漂移的影响,导致三维图像的更好近似。

[0091] 三维扫描设备、系统和方法可以经历许多可能的变化而不背离本发明想法的新奇精神;同样明显的是,在本发明的实际实现方式中,例示的细节可以具有不同的形状或者由其他技术上等同的元件取代。

[0092] 根据一种可能的备选方案,例如,设备1是实现本发明的方法的智能移动终端,例如智能手机。如今可获得的智能移动终端以及当然同样在未来可获得的那些,包括诸如加速计、罗盘、磁力计、陀螺仪等这样的检测手段。它们还装备有相机,其可以用作用于测量设备1在第一参照平面上的位置的光学手段。最后,所述智能移动终端具有高的计算和存储能力,允许它们容易地处理上述传感器的数据,以便获得通过遵循本发明的方法被检测的对象的3D图像。

[0093] 在这个后者的情况下,也存在直接在智能移动终端的屏幕上显示对象的3D图像,而不必须发送任何数据到外部显示手段的可能性。

[0094] 因此可以容易地理解,本发明并不局限于三维扫描设备、系统和方法,而是可以经历等同部件和元件的许多修改、改进或替换而不背离本发明想法的新奇精神,如在权利要求书中清晰指定的。

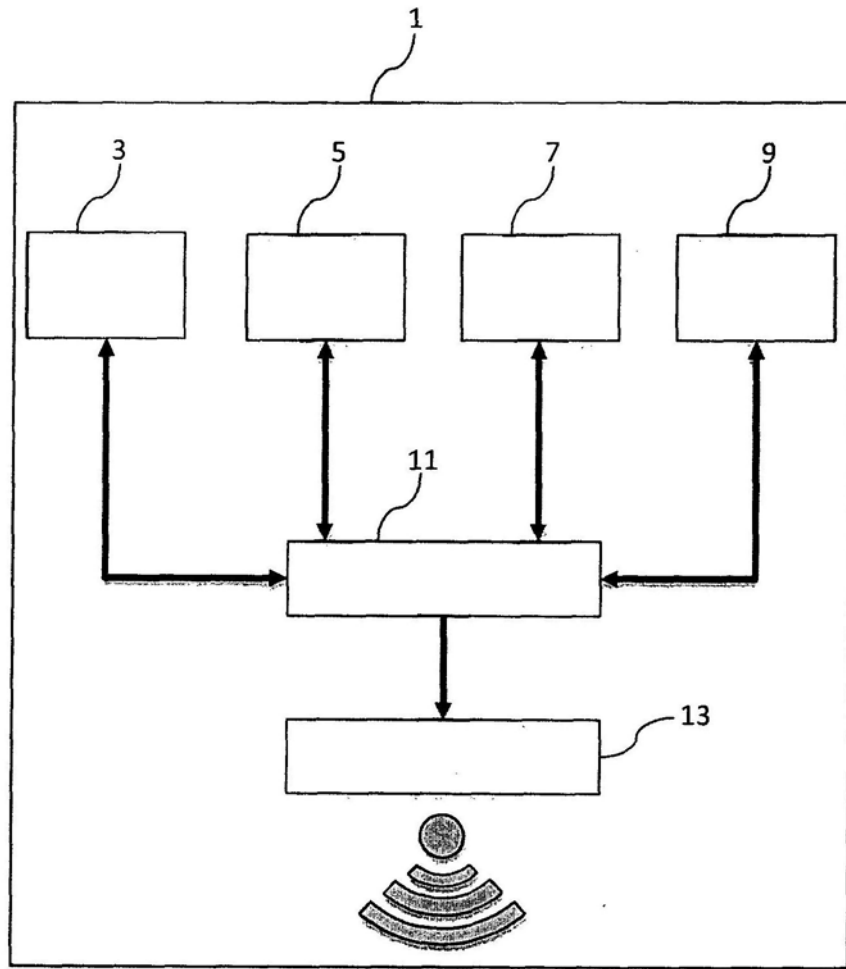


图1

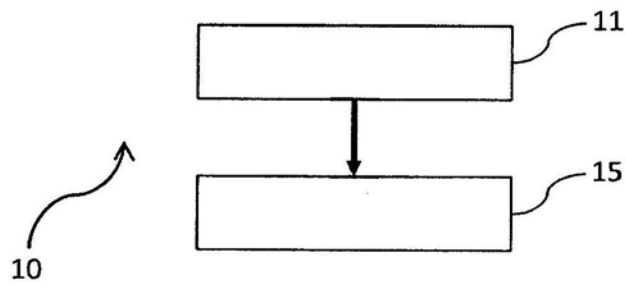
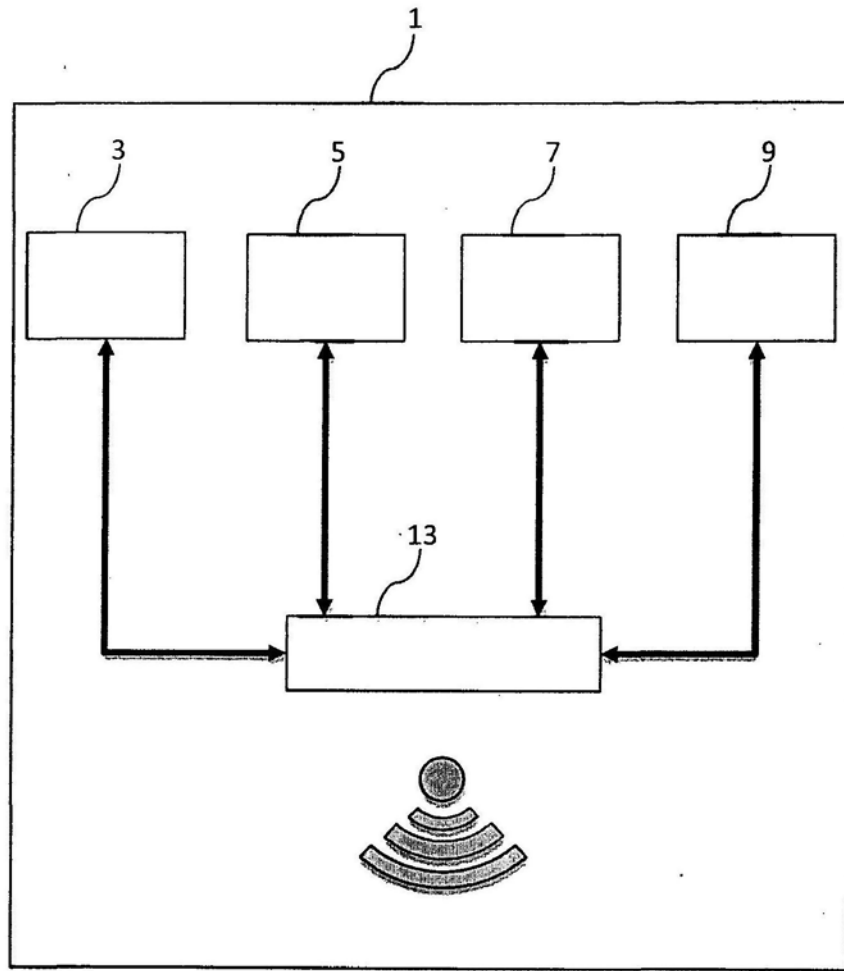


图2

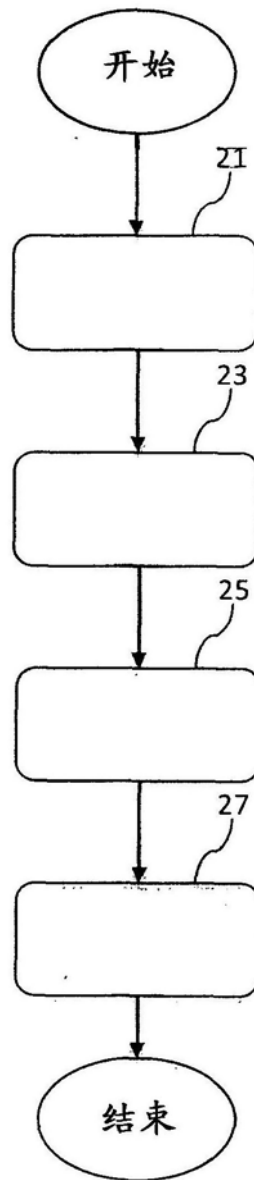


图3

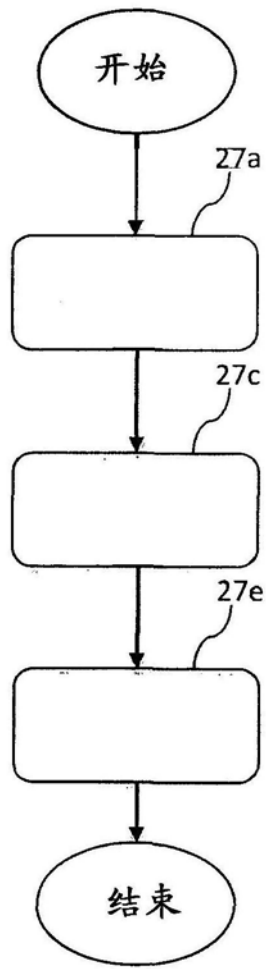


图4

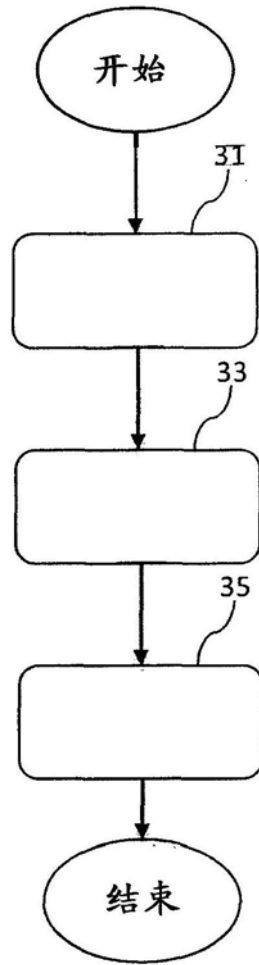


图5

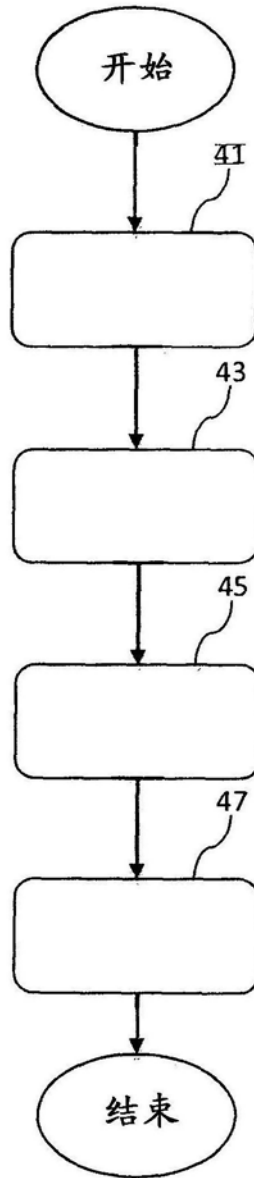


图6