



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104756039 A

(43) 申请公布日 2015. 07. 01

(21) 申请号 201380057457. X

(22) 申请日 2013. 10. 09

(30) 优先权数据

61/722, 087 2012. 11. 02 US

13/767, 784 2013. 02. 14 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 04. 30

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/064172 2013. 10. 09

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/070399 EN 2014. 05. 08

(71) 申请人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 A·拉马南达恩 M·拉马钱德兰

C·布鲁纳 M·R·查里

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司
11287

代理人 宋献涛

(51) Int. Cl.

G06F 1/16(2006. 01)

G06F 3/0346(2006. 01)

G01P 21/00(2006. 01)

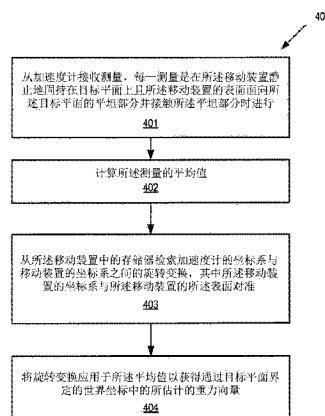
权利要求书4页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

在世界坐标系中使用移动装置中的加速度计估计重力向量

(57) 摘要

使用位于移动装置内的加速度计来估计世界坐标系中的目标平面上的重力向量。所述加速度计进行多个测量,每一测量是在所述移动装置静止地固持在所述目标平面上且所述移动装置的表面面向所述目标平面的平坦部分并接触所述平坦部分时进行。计算所述测量的平均值。从所述移动装置中的存储器检索加速度计坐标系与移动装置坐标系之间的旋转变换,其中所述移动装置坐标系与所述移动装置的所述表面对准。将所述旋转变换应用于所述经平均化的测量,以获得通过所述目标平面界定的世界坐标系中的所估计的重力向量。



1. 一种用于使用位于移动装置内的加速度计估计目标平面上的重力向量的方法,所述方法包括:

由所述移动装置的处理器从所述加速度计接收多个测量,所述测量中的每一者是在所述移动装置静止地固持在所述目标平面上且所述移动装置的表面面向所述目标平面的平坦部分并接触所述平坦部分时进行;

计算所述测量的平均值;

从所述移动装置中的存储器检索所述加速度计的坐标系与所述移动装置的坐标系之间的旋转变换,其中所述移动装置的所述坐标系与所述移动装置的所述表面对准;以及

将所述旋转变换应用于所述平均值以获得通过所述目标平面界定的世界坐标系中的所估计的重力向量。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述旋转变换是由制造所述移动装置的工厂或由所述移动装置的用户来校准。

3. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包括:将所述加速度计的偏差从所述测量的所述平均值去除。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述旋转变换为加速度计轴线与所述移动装置的所述表面之间的旋转矩阵。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述目标平面相对于水平轴线倾斜。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中所述目标平面与水平轴线或垂直轴线对准。

7. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包括:

提示所述移动装置的用户开始进行相对于所述目标平面的所述重力向量的估计;以及响应于来自所述用户的触发且在检测到所述移动装置无运动后,开始由所述加速度计进行的所述测量。

8. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包括:

基于所述移动装置的前表面及背表面中哪一者经放置且接触所述目标平面,选择所述前表面或所述背表面作为界定所述移动装置的所述坐标系的所述表面。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中选择进一步包括:

从所述移动装置的所述存储器检索旋转变换中的一者,其中所述存储器中的所述旋转变换包含:所述加速度计的所述坐标系与所述移动装置的所述前表面之间的第一变换,及所述加速度计的所述坐标系与所述移动装置的所述背表面之间的第二变换。

10. 一种移动装置,其包括:

加速度计;

存储器,其存储所述加速度计的坐标系与所述移动装置的坐标系之间的旋转变换;以及

处理器,其耦合到所述存储器及所述加速度计,所述处理器经配置以:

从所述加速度计接收多个测量,所述测量中的每一者是在所述移动装置静止地固持在目标平面上且所述移动装置的表面面向所述目标平面的平坦部分并接触所述平坦部分时进行;

计算所述测量的平均值;

从所述存储器检索所述旋转变换,其中所述移动装置的所述坐标系与所述移动装置的

所述表面对准 ; 以及

将所述旋转变换应用于所述平均值以获得通过所述目标平面界定的世界坐标系中的所估计的重力向量。

11. 根据权利要求 10 所述的移动装置, 其中所述旋转变换是由制造所述移动装置的工厂或所述移动装置的用户来校准。

12. 根据权利要求 10 所述的移动装置, 其中所述处理器经进一步配置以 : 将所述加速度计的偏差从所述测量的所述平均值去除。

13. 根据权利要求 10 所述的移动装置, 其中所述旋转变换为加速度计轴线与所述移动装置的所述表面之间的旋转矩阵。

14. 根据权利要求 10 所述的移动装置, 其中所述移动装置为移动电话。

15. 根据权利要求 10 所述的移动装置, 其中所述移动装置的所述表面为平坦的或凹面的。

16. 根据权利要求 10 所述的移动装置, 其中所述处理器经进一步配置以 :

提示所述移动装置的用户开始进行相对于所述目标平面的所述重力向量的估计 ; 以及
响应于来自所述用户的触发且在检测到所述移动装置无运动后, 开始进行所述加速度计的所述测量。

17. 根据权利要求 10 所述的移动装置, 其中所述处理器经进一步配置以 : 基于所述移动装置的前表面及背表面中哪一者经放置且接触所述目标平面, 选择所述前表面或所述背表面作为界定所述移动装置的所述坐标系的所述表面。

18. 根据权利要求 17 所述的移动装置, 其中所述存储器存储包含以下各者的旋转变换 : 所述加速度计的所述坐标系与所述移动装置的所述前表面之间的第一变换, 及所述加速度计的所述坐标系与所述移动装置的所述背表面之间的第二变换, 且其中所述处理器经配置以从所述移动装置的所述存储器检索所述旋转变换中的一者。

19. 一种计算机程序产品, 其包括 :

计算机可读媒体, 其包括用于进行以下操作的代码 :

从移动装置中的加速度计接收多个测量, 所述测量中的每一者是在所述移动装置静止地固持在目标平面上且所述移动装置的表面面向所述目标平面的平坦部分并接触所述平坦部分时进行 ;

计算所述测量的平均值 ;

从所述移动装置中的存储器检索所述加速度计的坐标系与所述移动装置的坐标系之间的旋转变换, 其中所述移动装置的所述坐标系与所述移动装置的所述表面对准 ; 以及

将所述旋转变换应用于所述平均值以获得通过所述目标平面界定的世界坐标系中的所估计的重力向量。

20. 根据权利要求 19 所述的计算机程序产品, 其中所述旋转变换是由制造所述移动装置的工厂或所述移动装置的用户来校准。

21. 根据权利要求 19 所述的计算机程序产品, 其进一步包括用于将所述加速度计的偏差从所述测量的所述平均值去除的代码。

22. 根据权利要求 19 所述的计算机程序产品, 其中所述旋转变换为加速度计轴线与所述移动装置的所述表面之间的旋转矩阵。

23. 根据权利要求 19 所述的计算机程序产品,其中所述目标平面相对于水平轴线倾斜。

24. 根据权利要求 19 所述的计算机程序产品,其中所述目标平面与水平轴线或垂直轴线对准。

25. 根据权利要求 19 所述的计算机程序产品,其进一步包括用于进行以下操作的代码:

提示所述移动装置的用户开始进行相对于所述目标平面的所述重力向量的估计;以及响应于来自所述用户的触发且在检测到所述移动装置无运动后,开始由所述加速度计进行的所述测量。

26. 根据权利要求 19 所述的计算机程序产品,其进一步包括用于进行以下操作的代码:

基于所述移动装置的前表面及背表面中哪一者经放置且接触所述目标平面,选择所述前表面或所述背表面作为界定所述移动装置的所述坐标系的所述表面。

27. 根据权利要求 26 所述的计算机程序产品,其进一步包括用于进行以下操作的代码:

从所述移动装置的所述存储器检索旋转变换中的一者,其中所述存储器中的所述旋转变换包含:所述加速度计的所述坐标系与所述移动装置的所述前表面之间的第一变换,及所述加速度计的所述坐标系与所述移动装置的所述背表面之间的第二变换。

28. 一种移动装置,其包括:

用于从加速度计接收多个测量的装置,所述测量中的每一者是在所述移动装置静止地固持在目标平面上且所述移动装置的表面面向所述目标平面的平坦部分并接触所述平坦部分时进行;

用于计算所述测量的平均值的装置;

用于从所述移动装置中的存储器检索所述加速度计的坐标系与所述移动装置的坐标系之间的旋转变换的装置,其中所述移动装置的所述坐标系与所述移动装置的所述表面对准;以及

用于将所述旋转变换应用于所述平均值以获得通过所述目标平面界定的世界坐标系中的所估计的重力向量的装置。

29. 根据权利要求 28 所述的移动装置,其中所述旋转变换是由制造所述移动装置的工厂或所述移动装置的用户来校准。

30. 根据权利要求 28 所述的移动装置,其进一步包括:用于将所述加速度计的偏差从所述测量的所述平均值去除的装置。

31. 根据权利要求 28 所述的移动装置,其中所述旋转变换为加速度计轴线与所述移动装置的所述表面之间的旋转矩阵。

32. 根据权利要求 28 所述的移动装置,其中所述移动装置为移动电话。

33. 根据权利要求 28 所述的移动装置,其中所述目标平面相对于水平轴线倾斜。

34. 根据权利要求 28 所述的移动装置,其中所述目标平面与水平轴线或垂直轴线对准。

35. 根据权利要求 28 所述的移动装置,其中所述移动装置的所述表面为平坦的或凹面

的。

36. 根据权利要求 28 所述的移动装置,其进一步包括:

用于提示所述移动装置的用户开始进行相对于所述目标平面的所述重力向量的估计的装置;以及

用于响应于来自所述用户的触发且在检测到所述移动装置无运动后开始由所述加速度计进行的所述测量的装置。

37. 根据权利要求 28 所述的移动装置,其进一步包括:

用于基于所述移动装置的前表面及背表面中哪一者经放置且接触所述目标平面,选择所述前表面或所述背表面作为界定所述移动装置的所述坐标系的所述表面的装置。

38. 根据权利要求 37 所述的移动装置,其进一步包括:

用于从所述移动装置的所述存储器检索旋转变换中的一者的装置,其中所述存储器中的所述旋转变换包含:所述加速度计的所述坐标系与所述移动装置的所述前表面之间的第一变换,及所述加速度计的所述坐标系与所述移动装置的所述背表面之间的第二变换。

在世界坐标系中使用移动装置中的加速度计估计重力向量

背景技术

[0001] 本文中揭示的标的物一般来说涉及用于测量重力向量的加速度计的使用。

[0002] 加速度计（还被称作运动传感器）测量固有加速度，固有加速度为所述加速度计相对于自由下落（或惯性）经历的加速度。固有加速度与驻留于加速度计的参考坐标系中的质量块（proof mass）所经历的重量现象相关联。加速度计测量每单位质量块的重量——还被称为比力（specific force）或重力的量。在概念上，加速度计表现为阻尼质量弹簧。当加速度计经历加速度时，质量块的位置相对于坐标系移位。测量位移以确定加速度。

[0003] 回转仪（还被称作旋转传感器）测量惯性参考坐标系中的系统的角速度。通过将惯性参考坐标系中的系统的原始定向用作初始条件且对角速度求积分，可知道系统的当前定向。在概念上，回转仪为基于角动量守恒原理维持其定向的转动转子。此现象可用于在例如飞机及太空飞行器中的罗盘及稳定器等许多应用中测量及维持定向。

[0004] 加速度计及回转仪已并入到多种消费型电子装置中。加速度计及回转仪的集成允许更准确且稳健的扩增实境（AR）应用、同时定位与绘制地图（SLAM）应用、计算机视觉应用、导航应用、稳定性控制应用，及广泛范围的其它应用。

[0005] 对于上文提及的应用中的许多应用，例如，对于 AR 及计算机视觉应用，假设中的一者为：已知目标坐标系中的重力向量。目标坐标系的实例为将显示 AR 目标的坐标系。然而，此重力向量一般实际上未知，且一般响应于来自例如 AR 或 SLAM 应用等应用的请求而进行测量。对测量的准确性要求相当高（例如，小于一度）；否则，测量将不合用。较高准确性将导致更好地执行应用或更高要求的使用情况。用于测量目标坐标系中的重力向量的现有加速度计辅助技术通常归因于多个变换步骤（其中每一步骤可引入误差）中的误差累积而具有低准确性。

发明内容

[0006] 一种位于移动装置内的加速度计用以估计世界坐标系中的目标平面上的重力向量。在一个实施例中，所述移动装置的处理器从所述加速度计接收多个测量。所述测量中的每一者是在所述移动装置静止地固持在所述目标平面上且所述移动装置的表面面向所述目标平面的平坦部分并接触所述平坦部分时进行。所述处理器计算所述测量的平均值，且从所述移动装置中的存储器检索加速度计坐标系与装置坐标系之间的旋转变换，其中所述装置坐标系与所述移动装置的所述表面对准。将所述旋转变换应用于所述经平均化的测量，以获得通过所述目标平面界定的世界坐标系中的所估计的重力向量。

[0007] 在另一实施例中，一种移动装置包括：加速度计；存储器，其存储所述加速度计的坐标系与所述移动装置的坐标系之间的旋转变换；及处理器，其耦合到所述存储器及所述加速度计。所述处理器经配置以：从所述加速度计接收多个测量，所述测量中的每一者是在所述移动装置静止地固持在目标平面上且所述移动装置的表面面向所述目标平面的平坦部分并接触所述平坦部分时进行；计算所述测量的平均值；从所述存储器检索所述旋转变换，其中所述移动装置的所述坐标系与所述移动装置的所述表面对准；及将所述旋转变换

应用于所述平均值以获得通过所述目标平面界定的世界坐标系中的所估计的重力向量。

[0008] 在另一实施例中,一种计算机程序产品包括计算机可读媒体,所述计算机可读媒体包括用于进行以下操作的代码:从加速度计接收多个测量,所述测量中的每一者是在所述移动装置静止地固持在目标平面上且所述移动装置的表面面向所述目标平面的平坦部分并接触所述平坦部分时进行;计算所述测量的平均值;从所述移动装置中的存储器检索所述加速度计的坐标系与所述移动装置的坐标系之间的旋转变换,其中所述移动装置的所述坐标系与所述移动装置的所述表面对准;及将所述旋转变换应用于所述平均值以获得通过所述目标平面界定的世界坐标系中的所估计的重力向量。

[0009] 在又一实施例中,一种移动装置包括:用于从加速度计接收多个测量的装置,所述测量中的每一者是在所述移动装置静止地固持在目标平面上且所述移动装置的表面面向所述目标平面的平坦部分并接触所述平坦部分时进行;用于计算所述测量的平均值的装置;用于从所述移动装置中的存储器检索所述加速度计的坐标系与所述移动装置的坐标系之间的旋转变换的装置,其中所述移动装置的所述坐标系与所述移动装置的所述表面对准;及用于将所述旋转变换应用于所述平均值以获得通过所述目标平面界定的世界坐标系中的所估计的重力向量的装置。

附图说明

[0010] 图 1 为可实践本发明的实施例的移动装置的框图。

[0011] 图 2A 及图 2B 说明图 1 的移动装置的侧视剖面的实例。

[0012] 图 3A、图 3B、图 3C 及图 3D 说明估计重力向量所相对于的目标平面的实例。

[0013] 图 4 为说明根据一个实施例的用于在世界坐标系中使用移动装置内的加速度计估计重力向量的方法的流程图。

具体实施方式

[0014] 词“示范性”或“实例”在本文中用以意味着“用作实例、例子,或说明”。本文中描述为“示范性”或描述为“实例”的任何方面或实施例未必应解释为相比其它方面或实施例优选或有利。

[0015] 本发明的实施例提供一种用于使用例如移动电话等移动装置中的加速度计估计相对于目标平面的重力向量的方法。对于 AR 应用,目标平面为将显示 AR 目标的特征平面。目标平面可具有任何定向;例如,目标平面可与水平轴线对准,与垂直轴线对准,或相对于水平轴线或垂直轴线倾斜。此目标平面界定用于 AR 应用的世界坐标系。移动装置可用于估计或测量世界坐标系中的重力向量的便利工具。应了解,本文中描述的估计技术不限于 AR 应用;其适用于目标平面可为一特定平面的广泛范围的应用,相对于所述特定平面的重力向量为未知的且需要进行测量。

[0016] 如本文中使用的术语“世界坐标系”、“跟踪坐标系”或“目标坐标系”是指具有通过目标平面界定的 2-D 坐标平面的坐标系。即,世界坐标系的 x-y (或 x-z 或 y-z) 坐标平面平行于目标平面。术语“加速度计坐标系”是指移动装置内的加速度计的坐标系。术语“装置坐标系”或“表面坐标系”是指具有通过移动装置的表面界定的 2-D 坐标平面的坐标系。在一个实施例中,移动装置可具有通过移动装置的一个表面(前表面或背表面)界定

的仅一个装置坐标系。此表面被称作移动装置的“坐标表面”。对于前表面平行于背表面的移动装置,所述移动装置的前表面与背表面两者可为坐标表面。如果移动装置的前表面并非平行于背表面,那么仅移动装置的界定装置坐标系的一个表面(前表面或背表面)为坐标表面。在另一实施例中,移动装置可具有两个装置坐标系;一个装置坐标系是通过前表面界定,且另一装置坐标系是通过背表面界定。移动装置可选择前表面或背表面作为坐标表面。在一个实施例中,移动装置可经配置以从存储器检索两个旋转变换中的一者,以用于与前表面或背表面对准,其中所述两个旋转变换包含加速度计的坐标系与移动装置的前表面之间的第一变换,及加速度计的坐标系与移动装置的背表面之间的第二变换。

[0017] 在一个实施例中,用户将移动装置的坐标表面稳固地放置在目标平面上,使得坐标表面平行于目标平面。在移动装置经稳固地放置且无运动时,所述移动装置内的加速度计进行一或多个测量。每一测量为加速度计坐标系中的所测量的重力向量。如果已知装置坐标系与加速度计坐标系之间的旋转变换,那么移动装置中的转换引擎可将重力测量从加速度计坐标系转换成装置坐标系。因为移动装置的坐标表面平行于目标平面,所以装置坐标系中的重力测量与世界坐标系中的重力测量相同。可在时间窗口内将重力测量平均化,以获得世界坐标系中的相对于目标平面的重力向量的准确估计。

[0018] 在世界坐标系中测量的重力向量可用于 AR、SLAM 及各种其它应用。在一个实施例中,加速度计是在工厂加以校准,使得加速度计的坐标系与移动装置的表面对准。还可使用其它校准技术,例如用户执行的校准。对准结果为旋转变换,其可存储在移动装置的存储器中。因此,可将移动装置对准(校准)一次,且可将对准结果用于后续测量。

[0019] 图 1 为说明可实践本发明的实施例的系统的框图。所述系统可为移动装置 100,其可包含处理器 110、存储器 120、接口 160,及例如加速度计 130 及回转仪 140 等一或多个传感器。在一个实施例中,移动装置 100 可包含加速度计 130 与回转仪 140 两者;在替代性实施例中,移动装置 100 可仅包含加速度计 130。应了解,移动装置 100 还可包含显示装置、用户接口(例如,键盘、触摸屏等)、电力装置(例如,电池),以及通常与移动通信装置相关联的其它组件。举例来说,接口 160 可为通过无线链路将无线信号发射到无线网络/从无线网络接收无线信号的无线收发器,或可为用于直接连接到网络(例如,因特网)的有线接口。因此,移动装置 100 可为:移动电话(例如,蜂窝式电话、智能型电话等)、个人数字助理、移动计算机、平板计算机、个人计算机、膝上型计算机、电子阅读器,或具有运动感测及/或旋转感测能力的任何类型的移动装置。

[0020] 在一个实施例中,处理器 110 可包含转换引擎 115,所述转换引擎可实施于硬件、固件、软件或以上各者中的任一者的组合中。在一个实施例中,处理器 110 可为经配置以执行用于执行转换引擎 115 的操作的指令的通用处理器或专用处理器,其从存储器 120 检索所存储的旋转变换,其中所述旋转变换将加速度计坐标系中的加速度测量变换成装置坐标系中的对应向量。转换引擎 115 可将旋转变换应用于加速度计测量,以下文将描述的过程中计算世界坐标系中的重力向量。

[0021] 存储器 120 可耦合到处理器 110,以存储用于由处理器 110 执行的指令。存储器 120 可存储装置配置文件 121,其包含加速度计坐标系与装置坐标系之间的旋转变换。在移动装置 100 可选择其表面中的一者作为坐标表面的实施例中,存储器 120 可存储一个以上旋转变换;例如,一个旋转变换用于前表面,且另一旋转变换用于背表面。根据本发明的实

施例,移动装置的装置配置文件 121 可存储旋转变换与其它传感器校准参数,例如测量尺度、传感器的串扰及传感器与摄像机之间的对准、移动装置上的传感器偏差(如果存在的话)。

[0022] 应了解,如下文中将描述的本发明的实施例可结合由移动装置 100 的处理器 110 及/或移动装置 100 的其它电路及/或其它装置执行指令来实施。确切地说,移动装置 100 的电路(包括但不限于处理器 110)可在程序、例程或指令执行的控制下操作,以执行根据本发明的实施例的方法或过程。举例来说,此类过程可实施于固件或软件中(例如,存储在存储器 120 及/或其它位置中),且可由例如处理器 110 等处理器及/或移动装置 100 的其它电路来实施。另外,应了解,术语“处理器”、“微处理器”、“电路”、“控制器”等是指能够执行逻辑、命令、指令、软件、固件、功能性及其类似者的任何类型的逻辑或电路。

[0023] 图 2A 说明根据一个实施例的移动装置 100 的侧视剖面。如图 2A 中所观察,移动装置 100 具有顶表面及底表面,其中底表面可为移动装置 100 的前侧或后侧。图 2A 展示装置坐标系 182 具有平行于底表面的 x-y 坐标平面。因而,底表面为移动装置 100 的坐标表面 170,其为装置坐标系 182 所对准的表面。此坐标表面 170 欲放置在界定世界坐标系的目标平面 180 上。

[0024] 图 2B 说明根据另一实施例的移动装置 100 的侧视剖面。如图 2B 中所观察,移动装置 100 具有凹底表面,其中所述凹底表面可为移动装置 100 的前侧或后侧。所述凹底表面的凸包界定平坦表面 175。图 2B 展示装置坐标系 182 的 x-y 坐标平面平行于平坦表面 175。因而,平坦表面 175 为移动装置 100 的坐标表面,其为装置坐标系 182 所对准的表面。此坐标表面欲放置在界定世界坐标系的目标平面 180 上。

[0025] 在移动装置 100 可选择其前表面或背表面作为坐标表面的实施例中,所述选择是基于移动装置 100 的哪个表面经放置且与目标平面 180 接触。装置坐标系 182 是基于所述选择而界定。一旦作出选择,移动装置 100 便可检索用于装置坐标系 182 的对应旋转变换。

[0026] 加速度计 130 在其静止时测量重力向量。加速度计坐标系 183 为所有加速度计测量所位于的坐标系。加速度计坐标系 183 未必与装置坐标系 182 对准。当表面坐标系 182 的 x-y 平面并未与加速度计坐标系 183 的 a_x - a_y 平面对准时,加速度计坐标系 183 与装置坐标系 182 未对准。本文中描述的未对准为旋转未对准。此旋转未对准可由制造移动装置 100 的工厂来校准,或由执行用户校准过程的用户来校准。校准结果为存储在图 1 的存储器 120 中的旋转变换。在一个实施例中,旋转变换呈旋转矩阵的形式。旋转变换将加速度计测量从加速度计坐标系 183 变换成装置坐标系 182。如果加速度计坐标系 183 与装置坐标系 182 对准,那么旋转矩阵为单位矩阵,且不必要进行变换。

[0027] 重力向量 g (其等于在海平面下测量的 9.81 米/秒²) 笔直向下指向地心。重力向量 g 可通过具有笔直向下指向地心的 z 轴的坐标系中的 $[0, 0, 9.81]$ 表示。由加速度计 130 测量的重力向量为 g' ,其具有与重力向量 g 相同的向量长度(在海平面下测量的 9.81 米/秒²),但归因于加速度计 130 的定向及校准误差而可为 g 的旋转版本。举例来说,所测量的重力向量 g' 可为加速度计坐标系 183 中的 $[5, 2.69, 8]$ 。如果加速度计坐标系 183 与装置坐标系 182 对准,那么装置坐标系 182 中的重力向量将也为 g' 。然而,当加速度计坐标系 183 与装置坐标系 182 未对准时,装置坐标系 182 中的重力向量 g 在 3-D 欧几里德坐标系中从 g' 进一步旋转达一角度。存储在移动装置 100 中的旋转变换为从 g' 到 g 的变换。

如果所测量重力向量的长度大于 9.81, 那么重力测量中存在偏差。用于将偏差从重力测量去除的技术包含扩展卡尔曼滤波, 其在偏差量小时产生准确结果 (例如, ± 3 度内, 因为正弦及余弦可通过所述区中的直线来近似)。还可使用替代性滤波技术。

[0028] 图 3A 到 3D 说明具有不同定向的目标平面 210 到 240 的实例, 不同定向例如相对于水平轴线倾斜 (图 3A 及图 3B)、垂直定向 (图 3C) 及水平定向 (图 3D)。每一目标平面 210 到 240 具有面向移动装置 100 的平坦表面, 或面向移动装置 100 的表面的至少一部分为平坦的。为了估计相对于目标平面 210 到 240 的重力向量, 用户可将移动装置 100 稳固地固持在目标平面的平坦表面上, 而无运动。加速度计 130 接着可在移动装置 100 静止且无运动时进行测量。移动装置 100 的面向目标平面 210 到 240 的表面为其坐标表面 (例如, 图 2A 及图 2B 的表面 170 或 175); 即, 移动装置的与装置坐标系 182 对准的表面。当加速度计 130 进行测量时, 此坐标表面 (170 或 175) 经固持为平行于目标平面 210 到 240 的平坦表面。

[0029] 图 4 说明用于估计重力向量的方法 400 的实施例。在一个实施例中, 方法 400 是由移动装置 (例如, 图 1A 的处理器 110) 使用加速度计 130 的测量执行。在一个实施例中, 方法 400 可通过硬件、软件、固件或以上各者中的任一者的组合来执行。

[0030] 在一个实施例中, 移动装置的处理器从位于所述移动装置内的加速度计接收多个测量 (框 401)。所述测量中的每一者是在所述移动装置静止地固持在所述目标平面上且所述移动装置的表面面向所述目标平面的平坦部分并接触所述平坦部分时进行。所述处理器计算所述测量的平均值 (框 402), 且从所述移动装置中的存储器检索加速度计坐标系与装置坐标系之间的旋转变换 (框 403), 其中所述装置坐标系与所述移动装置的所述表面对准。将加速度计偏差 (如果存在的话) 从所述测量的所述平均值去除。将所述旋转变换应用于所述经平均化的测量 (其中已去除偏差), 以获得通过所述目标平面界定的世界坐标系中的所估计的重力向量 (框 404)。

[0031] 在一个实施例中, 移动装置 100 可执行提示用户将装置放置在目标平面上以便开始进行相对于目标平面的重力向量的估计的应用程序。所述应用程序可包含在接收到来自用户的触发后及 / 或在加速度计 130 感测到装置静止时, 指导加速度计 130 进行多个测量的指令。在根据方法 400 将旋转变换应用于测量之后, 所述应用程序可使用世界坐标系中的所估计的重力向量来计算用于 AR、SLAM 应用或其它目的的额外参数, 例如加速度计 (及回转仪) 辅助的 AR、SLAM 中的地图构建、SLAM 中的动态对象处置、将 SLAM 地图与水平坐标系对准, 及其类似者。

[0032] 举例来说, 当用户想要相对于世界 (即, 目标平面) 定位移动装置 100 时, 移动装置 100 可计算的一个额外参数为世界坐标系中的移动装置 100 的位置向量。所述位置向量指示移动装置 100 距世界坐标系的原点的距离, 及移动装置 100 正移动的方向。可在移动装置 100 正移动时使用加速度计 130 计算位置向量。可通过从由加速度计 130 测量的重力向量减去相对于目标平面的重力向量, 来从加速度计测量提取世界坐标系中的移动装置 100 的加速度。可通过在时间上对加速度求积分而获得移动装置 100 的速度, 且可通过在时间上对速度求积分而获得移动装置 100 的位置向量。可通过移动装置 100 内的回转仪 140 来测量移动装置 100 的定向, 回转仪 140 跟踪移动装置 100 的角旋转。

[0033] 应了解, 当上文描述的移动装置 100 为无线移动装置时, 所述移动装置可经由一

或多个无线通信链路通过基于或以其它方式支持任何合适的无线通信技术的无线网络通信。举例来说,在一些方面中,计算装置或服务器可与包含无线网络的网络相关联。在一些方面中,网络可包括人体局域网或个人局域网(例如,超宽带网络)。在一些方面中,所述网络可包括局域网或广域网。无线装置可支持或以其它方式使用多种无线通信技术、协议或标准(例如,CDMA、TDMA、OFDM、OFDMA、WiMAX 及 Wi-Fi)中的一或多者。类似地,无线装置可支持或以其它方式使用多种对应调制或多路复用方案中的一或多者。无线装置因此可包含适当组件(例如,空中接口)以使用上述或其它无线通信技术建立一或多个无线通信链路并经由所述一或多个无线通信链路通信。举例来说,装置可包括具有相关联的发射器及接收器组件(例如,发射器及接收器)的无线收发器,相关联的发射器及接收器组件可包含促进经由无线媒体的通信的各种组件(例如,信号产生器及信号处理器)。如所熟知的,移动无线装置因此可以无线方式与其它移动装置、蜂窝式电话、其它有线及无线计算机、因特网网站等通信。

[0034] 本文所描述的技术可用于各种无线通信系统,例如,码分多址(CDMA)、时分多址(TDMA)、频分多址(FDMA)、正交频分多址(OFDMA)、单载波 FDMA(SC-FDMA)及其它系统。常常可互换地使用术语“系统”及“网络”。CDMA 系统可实施例如通用陆地无线电接入(UTRA)、CDMA2000 等的无线电技术。UTRA 包含宽带 CDMA(W-CDMA)及 CDMA 的其它变体。CDMA2000 涵盖临时标准(IS)-2000、IS-95 及 IS-856 标准。TDMA 系统可实施例如全球移动通信系统(GSM)等无线电技术。OFDMA 系统可实施例如以下各者等无线电技术:演进型通用陆地无线电接入(演进型 UTRA 或 E-UTRA)、超移动宽带(UMB)、电子电机工程师协会(IEEE)802.11(WiFi)、IEEE 802.16(WiMAX)、IEEE802.20、Flash-OFDM、RTM 等。通用陆地无线电接入(UTRA)及 E-UTRA 为通用移动通信系统(UMTS)的部分。3GPP 长期演变(LTE)为使用 E-UTRA 的 UMTS 的即将到来的版本,其在下行链路上使用 OFDMA 且在上行链路上使用 SC-FDMA。UTRA、E-UTRA、UMTS、LTE 及 GSM 描述于来自名为“第三代合作伙伴计划”(3GPP)的组织文件中。CDMA2000 及 UMB 描述于来自名为“第三代合作伙伴计划 2”(3GPP2)的组织文件中。

[0035] 本文中描述的技术可并入到多种移动设备(例如,装置)中(例如,实施于多种移动设备内或通过多种移动设备执行)。举例来说,本文中教导的一或多个方面可并入到以下各者中:电话(例如,蜂窝式电话)、个人数据助理(“PDA”)、平板计算机、移动计算机、膝上型计算机、平板计算机、娱乐装置(例如,音乐或视频装置)、耳机(例如,头戴式耳机、听筒等)、医疗装置(例如,生物测定传感器、心率监视器、计步器、EKG 装置等)、用户 I/O 装置、销售点装置、娱乐装置,或任何其它合适装置。这些装置可具有不同的功率及数据要求。

[0036] 所属领域的技术人员将理解,可使用多种不同技艺及技术中的任一者来表示信息及信号。举例来说,可通过电压、电流、电磁波、磁场或磁粒子、光场或光粒子或其任何组合来表示可贯穿上述描述引用的数据、指令、命令、信息、信号、位、符号及码片。

[0037] 所属领域的技术人员将进一步了解,结合本文中所揭示的实施例而描述的各种说明性逻辑块、模块、电路及算法步骤可实施为电子硬件、计算机软件或两者的组合。为了清楚地说明硬件与软件的此互换性,上文已大体上在功能性方面描述了各种说明性组件、块、模块、电路及步骤。此功能性实施为硬件还是软件取决于特定应用及强加于整个系统的设计约束。所属领域的技术人员可针对每一特定应用以变化的方式实施所描述的功能性,但

不应将此类实施决策解释为导致偏离本发明的范围。

[0038] 结合本文中所示的实施例而描述的各种说明性逻辑块、模块及电路可通过以下各者来实施或执行：通用处理器、数字信号处理器 (DSP)、专用集成电路 (ASIC)、现场可编程门阵列 (FPGA) 或其它可编程逻辑装置、离散门或晶体管逻辑、离散硬件组件或其经设计以执行本文中所描述的功能的任何组合。通用处理器可为微处理器，但在替代例中，处理器可为任何常规的处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器还可实施为计算装置的组合，例如，DSP 与微处理器的组合、多个微处理器、结合 DSP 核心的一或多个微处理器，或任何其它此类配置。

[0039] 结合本文中所示的实施例而描述的方法或算法的步骤可直接体现在硬件中、由处理器执行的软件模块中，或所述两者的组合中。软件模块可驻留在 RAM 存储器、闪存存储器、ROM 存储器、EPROM 存储器、EEPROM 存储器、寄存器、硬盘、可装卸式磁盘、CD-ROM 或所属领域中已知的任何其它形式的存储媒体中。示范性存储媒体耦合到处理器，使得处理器可从存储媒体读取信息及将信息写入到存储媒体。在替代例中，存储媒体可与处理器成一体式。处理器及存储媒体可驻留在 ASIC 中。ASIC 可驻留在用户终端中。在替代例中，处理器及存储媒体可作为离散组件驻留在用户终端中。

[0040] 在一或多个示范性实施例中，可以硬件、软件、固件或其任何组合来实施所描述的功能。如果作为计算机程序产品而以软件来实施，那么所述功能可作为一或多个指令或代码存储在计算机可读媒体上或经由计算机可读媒体予以传输。计算机可读媒体包含计算机存储媒体及通信媒体两者，通信媒体包含促进计算机程序从一处传送到另一处的任何媒体。存储媒体可为可由计算机存取的任何可用媒体。以实例说明且并非限制，此类计算机可读媒体可包括 RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM 或其它光盘存储器、磁盘存储器或其它磁性存储装置，或可用以携带或存储呈指令或数据结构形式的所要程序代码并可由计算机存取的任何其它媒体。而且，将任何连接恰当地称为计算机可读媒体。举例来说，如果使用同轴电缆、光缆、双绞线、数字订户线 (DSL) 或无线技术（例如，红外线、无线电及微波）从网站、服务器或其它远程源传输软件，那么同轴电缆、光缆、双绞线、DSL 或无线技术（例如，红外线、无线电及微波）包含在媒体的定义中。如本文中所使用，磁盘及光盘包含压缩光盘 (CD)、激光光盘、光学光盘、数字影音光盘 (DVD)、软盘及蓝光光盘，其中磁盘通常以磁性方式再生数据，而光盘通过激光以光学方式再生数据。以上各者的组合也应包含在计算机可读媒体的范围内。

[0041] 提供所揭示的实施例的先前描述以使得所属领域的技术人员能够制作或使用本发明。所属领域的技术人员将容易显而易见对这些实施例的各种修改，且在不偏离本发明的精神或范围的情况下可将本文中界定的一般原理应用于其它实施例。因此，本发明不希望限于本文中所展示的实施例，而应符合与本文中所揭示的原理及新颖特征相一致的最广范围。

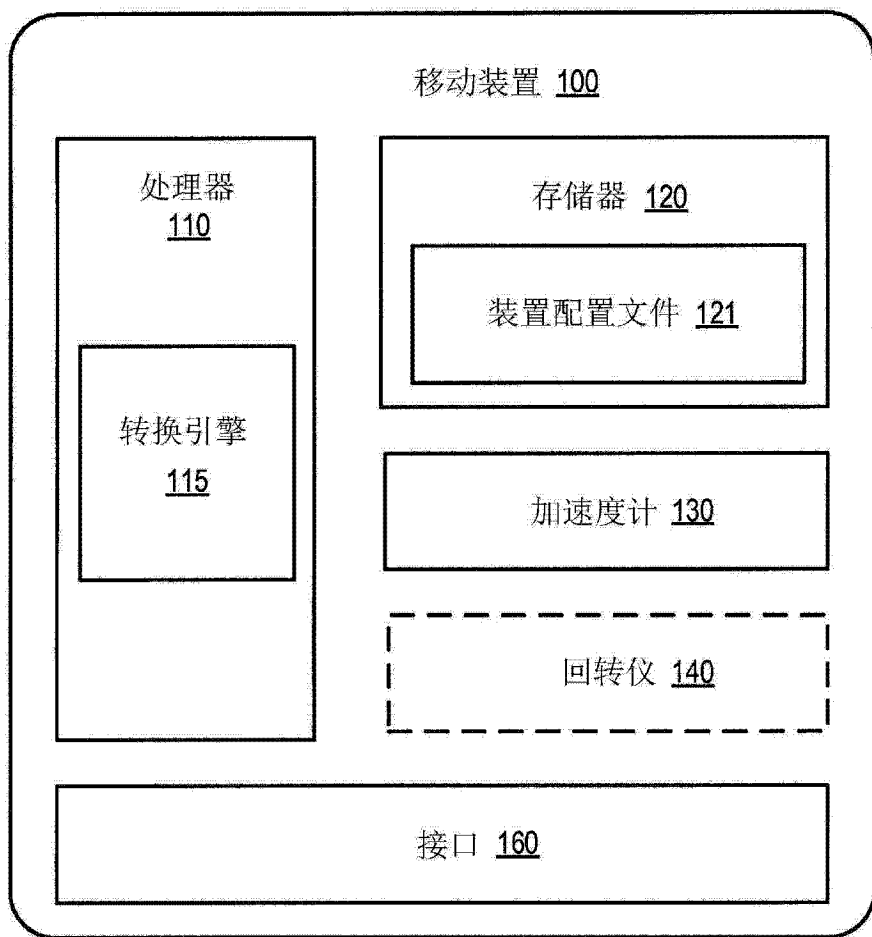


图 1

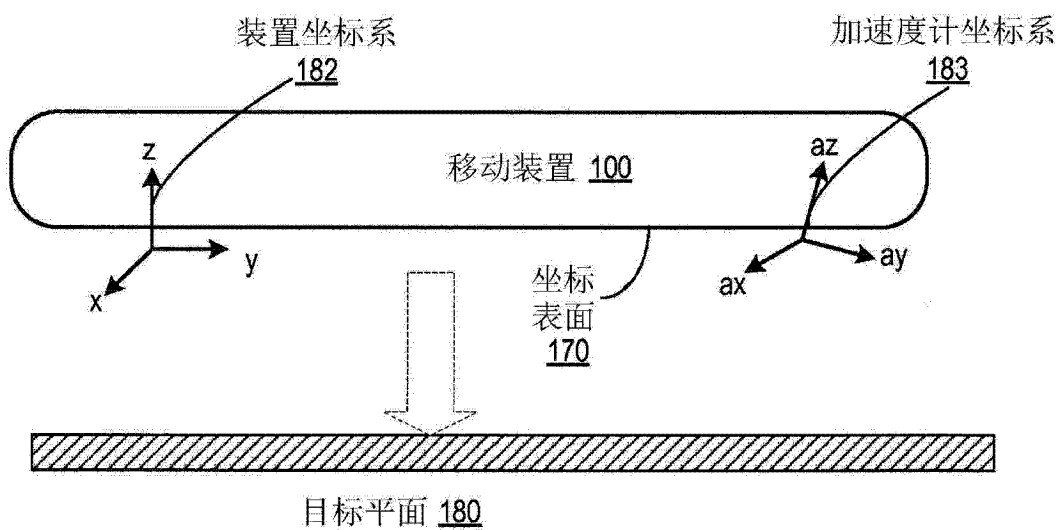


图 2A

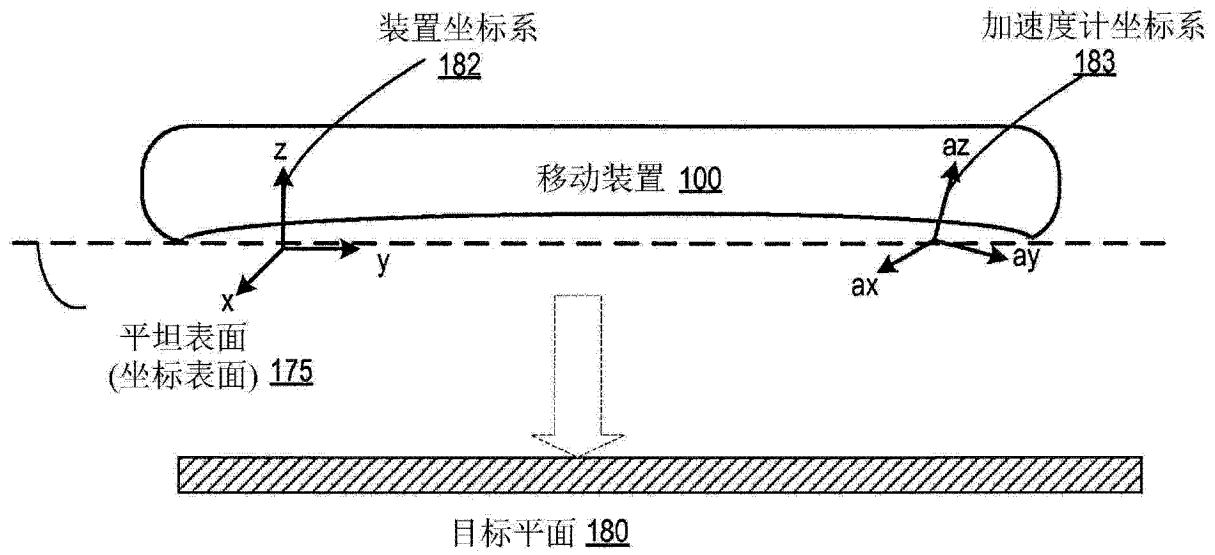


图 2B

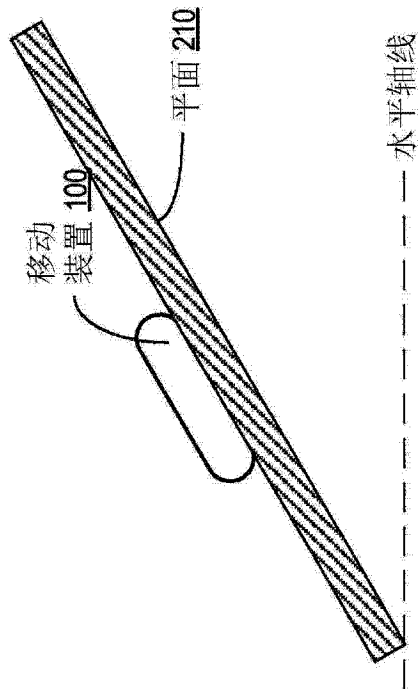


图 3A

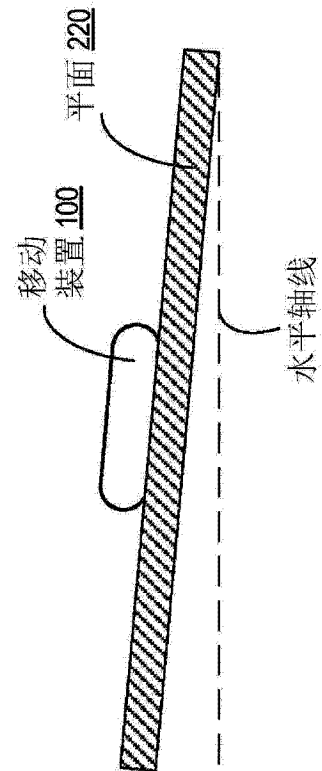


图 3B

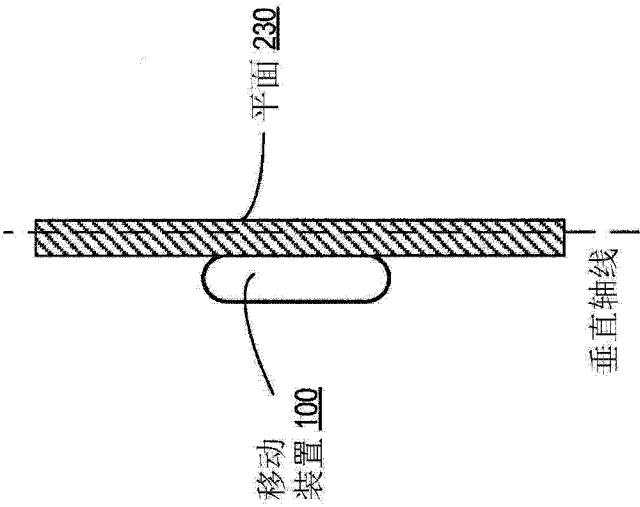


图 3C

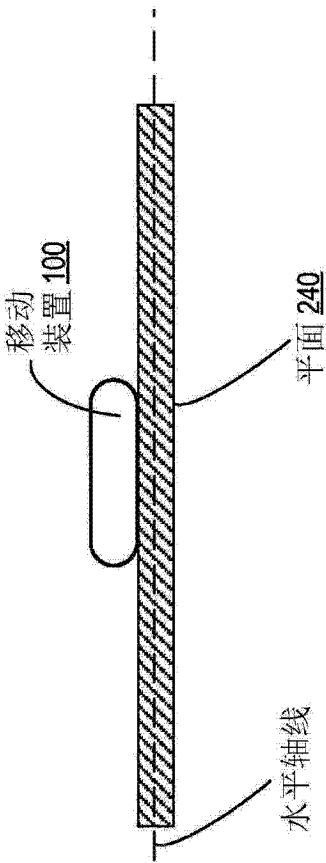


图 3D

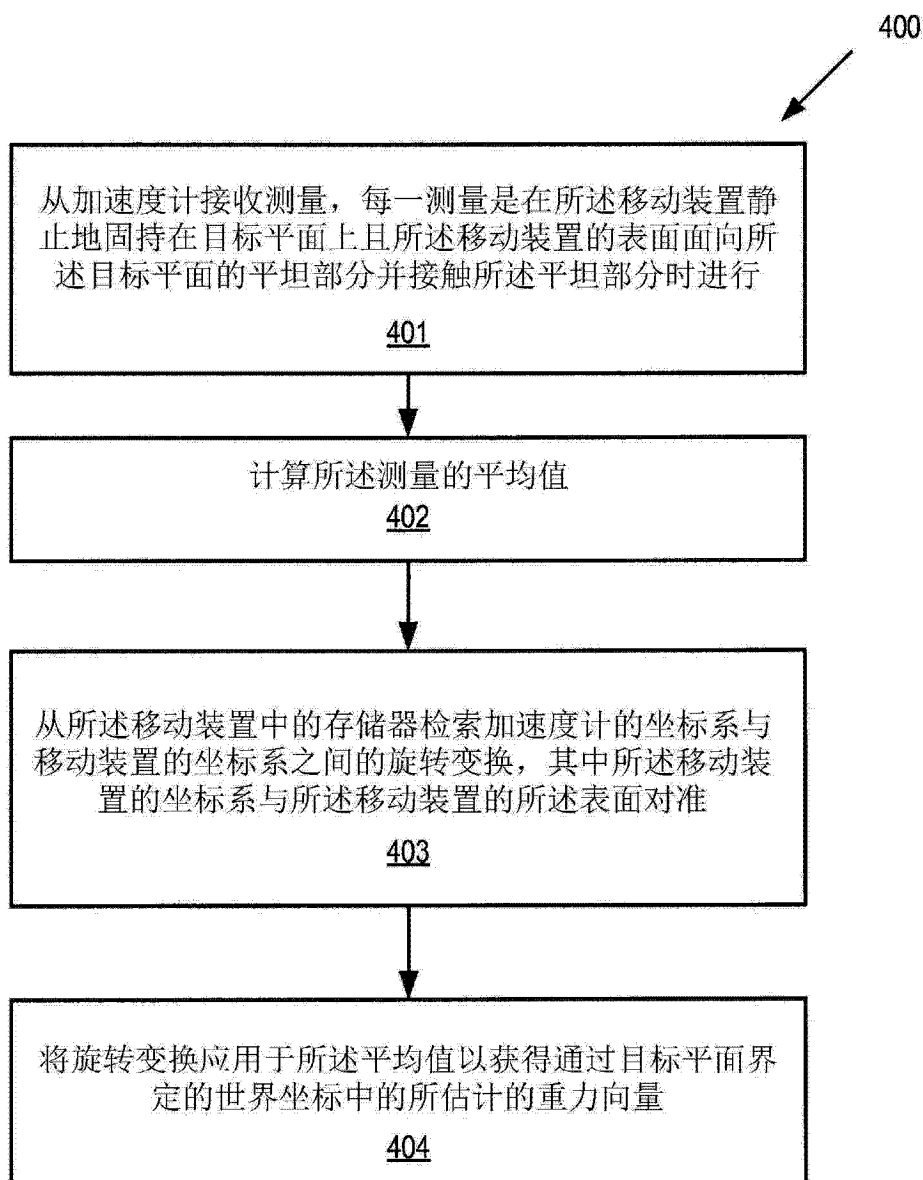


图 4