



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103913162 B

(45)授权公告日 2019.03.22

(21)申请号 201410003534.X

(22)申请日 2014.01.03

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103913162 A

(43)申请公布日 2014.07.09

(30)优先权数据

13/734,707 2013.01.04 US

(73)专利权人 波音公司

地址 美国伊利诺伊州

(72)发明人 C·A·艾瑞格纳克 H·李

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 赵蓉民

(51)Int.Cl.

G01C 21/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 101669156 A, 2010.03.10, 全文.

CN 101688910 A, 2010.03.31, 全文.

US 2010/0274481 A1, 2010.10.28, 全文.

CN 101842662 A, 2010.09.22, 全文.

CN 101903746 A, 2010.12.01, 全文.

CN 1399734 A, 2003.02.26, 全文.

CN 102484651 A, 2012.05.30, 全文.

CN 102834696 A, 2012.12.19, 全文.

US 2005/0220363 A1, 2005.10.06, 全文.

US 2006/0012493 A1, 2006.01.19, 全文.

US 2006/0215935 A1, 2006.09.28, 全文.

审查员 杨庆林

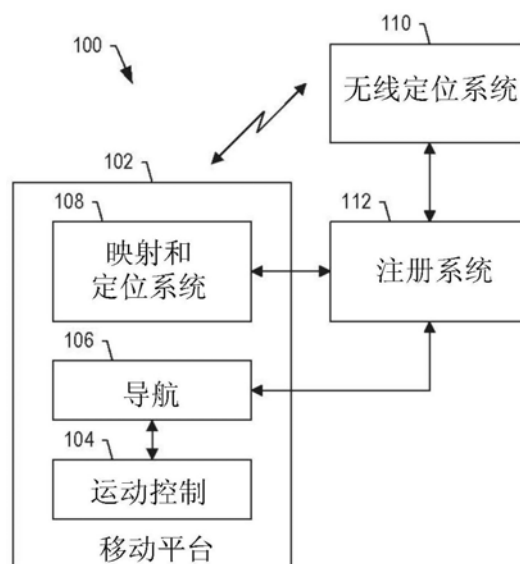
权利要求书2页 说明书10页 附图4页

(54)发明名称

增强的移动平台定位

(57)摘要

本发明涉及增强的移动平台定位。一种系统,其包括变换模块(402)、校准模块(406)和校准的定位模块(408)。变换模块(402)被配置为接收在环境中可移动的移动交通工具(102)的第一和第二位姿估计(502,602)。所述第一和第二位姿估计(502,602)是相对于不同的、各自的第一和第二坐标系统中环境的不同的、各自的第一和第二数字地图(500,600)。随后所述变换模块(402)可被配置为根据第一和第二位姿估计(502,602)计算所述第一和第二数字地图(500,600)之间的几何变换。所述校准模块(406)可被配置为基于所述几何变换校准所述第一和第二数字地图(500,600),从而产生校准的数字地图。并且所述校准的定位模块(408)可被配置为相对于校准的数字地图定位所述移动交通工具(102),从而计算移动交通工具(102)的校准的位姿估计。



1. 一种用于移动交通工具相对于环境的数字地图在所述环境中定位的系统(100), 其包括:

变换模块(402), 其被配置为接收在环境中可移动的移动交通工具的第一和第二位姿估计(502,602), 所述第一和第二位姿估计(502,602)是相对于不同的、各自的第一和第二坐标系统中所述环境的不同的、各自的第一和第二数字地图(500,600), 所述变换模块(402)被配置为基于所述第一和第二位姿估计(502,602)计算所述第一和第二数字地图(500,600)之间的几何变换;

校准模块(406), 其被配置为基于所述几何变换校准所述第一和第二数字地图(500,600), 并因此产生校准的数字地图; 和

校准的定位模块(408), 其被配置为相对于所述校准的数字地图定位所述移动交通工具, 并由此计算所述移动交通工具的校准的位姿估计, 并进一步被配置为将所述校准的位姿估计传送到所述移动交通工具以帮助所述移动交通工具的导航; 其中所述变换模块(402)被配置为从所述移动交通工具上的映射和定位系统(108)接收所述第一位姿估计(502), 所述映射和定位系统(108)被配置为建立所述环境的所述第一数字地图(500), 并按照同步定位与映射技术计算相对于所述第一数字地图(500)的所述移动交通工具的所述第一位姿估计(502);

其中所述变换模块(402)被配置为从无线定位系统(110)接收所述第二位姿估计(602), 所述无线定位系统(110)被配置为计算相对于从存储器(312)可访问的所述第二数字地图(600)的所述移动交通工具(102)的所述第二位姿估计(602)。

2. 根据权利要求1所述的系统(100), 其中所述校准模块(406)被配置为从所述映射和定位系统(108)接收所述第一数字地图(500)。

3. 根据权利要求1所述的系统(100), 其中所述变换模块(402)被配置为从所述无线定位系统(110)接收所述第二位姿估计(602), 所述无线定位系统(110)包括室内或局部位位系统。

4. 根据权利要求1所述的系统(100), 进一步包括:

通信接口(210), 其被配置为将所述校准的位姿估计传送到所述移动交通工具(102), 以在所述移动交通工具(102)在所述环境中移动时帮助所述移动交通工具(102)的导航(106)。

5. 根据权利要求1所述的系统, 进一步包括一种装置, 所述装置包括处理器和存储计算机可读程序代码部分的存储器, 所述程序代码部分响应于由所述处理器执行, 使所述变换模块至少:

接收在环境中可移动的移动交通工具(102)的第一和第二位姿估计(502,602), 所述第一和第二位姿估计(502,602)相对于不同的、各自的第一和第二坐标系统中环境的不同的、各自的第一和第二数字地图(500,600);

基于所述第一和第二位姿估计(502,602)计算所述第一和第二数字地图(500,600)之间的几何变换;

以及使所述校准模块: 基于所述几何变换校准所述第一和第二数字地图(500,600), 从而产生校准的数字地图; 以及

使所述校准的定位模块:

相对于所述校准的数字地图定位所述移动交通工具(102),并由此计算所述移动交通工具(102)的校准的位姿估计。

6.根据权利要求5所述的系统,进一步包括:

通信接口(210),其被配置为将所述校准的位姿估计传送到所述移动交通工具(102),以在所述移动交通工具(102)在所述环境中移动时帮助所述移动交通工具(102)的导航(106)。

7.一种用于移动交通工具相对于环境的数字地图在所述环境中定位的方法,其包括:

接收在环境中可移动的移动交通工具(102)的第一和第二位姿估计(502,602),所述第一和第二位姿估计(502,602)相对于不同的、各自的第一和第二坐标系统中环境的不同的、各自的第一和第二数字地图(500,600);

基于所述第一和第二位姿估计(502,602)计算所述第一和第二数字地图(500,600)之间的几何变换;

基于所述几何变换校准所述第一和第二数字地图(500,600),从而产生校准的数字地图;

相对于所述校准的数字地图定位所述移动交通工具(102),并由此计算所述移动交通工具(102)的校准的位姿估计;以及

传送所述校准的位姿估计到所述移动交通工具以帮助所述移动交通工具的导航;

其中所述第一位姿估计(502)是从所述移动交通工具上的映射和定位系统(108)接收的,所述映射和定位系统(108)被配置为建立所述环境的所述第一数字地图(500),并按照同步定位与映射技术计算相对于所述第一数字地图(500)的所述移动交通工具的所述第一位姿估计(502);

所述第二位姿估计(602)是从无线定位系统(110)接收的,所述无线定位系统(110)被配置为计算相对于从存储器(312)可访问的所述第二数字地图(600)的所述移动交通工具(102)的所述第二位姿估计(602)。

增强的移动平台定位

技术领域

[0001] 本发明基本涉及移动平台,更具体地,涉及相对于环境的移动平台的定位,在所述环境中,移动平台被配置为在其中移动。

背景技术

[0002] 在多个行业中的大型的、结构性制造和/或维修操作常常涉及大量的系统。多个这些操作包括越来越多地由机器和机器人所执行的任务。并且,一些这样的机器和机器人被放置于在环境如建筑物或其他设施内移动的移动平台上,以使机器和机器人能够执行它们的任务。

[0003] 有效地使用这些移动平台往往取决于它们在其中移动的环境中的精确定位,所述环境往往是室内环境。已开发出可用于这一目的的多个定位解决方案,但其每个都有问题。例如,为自动导航交通工具开发的现有解决方案依靠所勘测的物理地标如涂料、胶带、磁铁或地板上的类似物以及墙壁上的激光反射器的存在。这些地标安装起来耗时且昂贵。此外,除激光反射器之外,地标限制所述移动平台按照预先定义的线路。

[0004] 基于激光反射器(有时也被称为激光跟踪)的定位解决方案需要在室内环境的周边按照规则的间隔安装反射器,并确保该平台对这些反射器有“视直(line-of-sight)”。自然特性,激光定位解决方案需要静态的环境,针对该环境离线创建地图并在线使用地图以通过比较所述地图和由平台获取的激光扫描来定位平台。然而,这样的解决方案可能不适于杂乱的、动态的环境。

[0005] 因此,需要一种系统和方法考虑到至少上面所讨论的一些问题以及可能的其他问题。

发明内容

[0006] 本公开的示例实施一般针对用于相对于环境的移动交通工具的增强定位的系统、装置和方法,其中,移动交通工具在所述环境中是可移动。该系统可以被配置为计算移动交通工具在对齐于环境地图的坐标系统中的位置和方位(有时也被称为位姿估计)。位姿估计可持续更新并被传达给移动交通工具,以支持诸如路径规划、路径跟随和防撞的功能。在一个示例中,这些功能中的一些功能可进一步由搭载的导航数据库支持,所述搭载的导航数据库存储一个或更多个目的地、导航点之类的位置,和/或定义环境中一个或更多个导航道、留出区之类的数据。本公开的示例实施不依赖于静态地标,并可因此在动态和杂乱的环境中有效地运作。

[0007] 根据示例实施的一个方面,该系统包括变换模块、校准模块和校准的定位模块。变换模块被配置为接收在环境中可移动的交通工具的第一和第二位姿估计。第一和第二位姿估计是相对于不同的、各自的第一和第二坐标系统中环境的不同的、各自第一和第二数字地图。变换模块随后可被配置为基于第一和第二位姿估计计算第一和第二数字地图之间的几何变换(例如,单应性的、仿射的)。

[0008] 校准模块可被配置为基于几何变换校准第一和第二数字地图,从而产生校准的数字地图。并且校准的定位模块可被配置为相对于校准的数字地图定位移动交通工具,并由此计算移动交通工具的校准的位姿估计。

[0009] 在一个示例中,变换模块可被配置为接收来自在移动交通工具上的映射和定位系统的第一位姿估计,其中映射和定位系统可被配置为建立环境的第一数字地图,并计算移动交通工具相对于第一数字地图的第一位姿估计。在该示例中,校准模块可被配置为接收来自映射和定位系统的第一数字地图。在一个示例中,映射和定位系统可被配置为建立第一数字地图,并根据同步定位和映射(SLAM)技术计算第一位姿估计。

[0010] 在一个示例中,变换模块可被配置为接收来自无线定位系统的第二位姿估计,该无线定位系统被配置为计算相对于从存储器可访问的第二数字地图的所述移动交通工具的第二位姿估计。在该示例中,变换模块可被配置为接收来自无线定位系统的第二位姿估计,所述无线定位系统包括室内或局部定位系统。

[0011] 在一个示例中,该系统还可包括通信接口,所述通信接口配置为将校准的位姿估计传送给移动交通工具,以在移动交通工具在环境中移动时帮助所述移动交通工具的导航。

[0012] 根据本公开的另一方面,一种系统可包括一种装置,所述装置包括处理器和存储计算机可读程序代码部分的存储器。响应于由所述处理器执行,所述计算机可读程序代码使所述变换模块、校准模块、校准的定位模块:至少接收在环境中可移动的移动交通工具的第一和第二位姿估计;基于第一和第二位姿估计计算第一和第二数字地图之间的几何变换;基于几何变换校准第一和第二数字地图,并由此产生校准的数字地图;以及相对于校准的数字地图定位所述移动交通工具,并由此计算所述移动交通工具的校准的位姿估计。

[0013] 在一个示例中,可使该装置接收来自映射和定位系统的第一数字地图,并使其接收来自所述移动交通工具上的映射和定位系统的第一位姿估计,并且所述映射和定位系统被配置为建立环境的第一数字地图,并计算相对于所述第一数字地图的所述移动交通工具的第一位姿估计。

[0014] 在另一个示例中,使得该装置接收来自映射和定位系统的第一数字地图。使得该装置接收来自映射和定位系统的第一位姿估计,所述映射和定位系统被配置为建立第一数字地图并根据同步定位和映射技术计算第一位姿估计。也可以使得该装置接收来自无线定位系统的第二位姿估计,所述无线定位系统配置为计算相对于从存储器可访问的第二数字地图的移动交通工具的第二位姿估计,其中第二位姿估计从包括室内或局部定位系统的无线定位系统接收。

[0015] 在本公开的另一方面,提供了一种用于移动交通工具的增强定位的方法。该方法包括:接收在环境中可移动的移动交通工具的第一和第二位姿估计,所述第一和第二位姿估计相对于不同的、各自的第一和第二坐标系统中环境的不同的、各自第一和第二数字地图,基于第一和第二位姿估计来计算第一和第二数字地图之间的几何变换;基于所述几何变换校准第一和第二数字地图,并由此产生校准的数字地图;相对于校准的数字地图定位所述移动交通工具,从而计算移动交通工具的校准的位姿估计。

[0016] 在一种方法的一个示例中,从移动交通工具上的映射和定位系统接收第一位姿估计,所述映射和定位系统被配置为建立环境的第一数字地图,并计算相对于所述第一数字

地图的移动交通工具的第一位姿估计,其中校准所述第一和第二数字地图包括从映射和定位系统接收所述第一数字地图。

[0017] 在一种方法的其他示例中,从映射和定位系统接收第一位姿估计,所述映射和定位系统配置为建立第一数字地图并根据同步定位和映射技术计算第一位姿估计。可从无线定位系统接收第二位姿估计,所述无线定位系统配置为计算相对于从存储器可访问的第二数字地图的移动交通工具的第二位姿估计。所述第二位姿估计可从包括室内或局部定位系统的无线定位系统接收。该方法还可包括将校准的位姿估计传送到移动交通工具以在移动交通工具在环境中移动时帮助所述移动交通工具导航。

[0018] 在示例实施的其他方面,提供了用于移动交通工具的增强定位的设备和方法。本文所讨论的特征、功能和优点可在多个实施例中独立地实现,或可在另一些实施例中组合实现,有关进一步详情参考下面的描述和附图可以看出。

附图说明

[0019] 已经总体描述了本公开的示例实施,现将参照附图,附图不一定按照比例绘制,并且其中:

[0020] 图1示出了根据本公开的一个示例实施的增强的定位系统;

[0021] 图2示出了根据一个示例实施的合适的映射和定位系统的示例;

[0022] 图3示出了根据一个示例实施的合适的无线定位系统的示例;

[0023] 图4示出了根据一个示例实施的合适的对齐系统的示例;

[0024] 图5图示了根据一个示例实施的合适的第一数字地图和第一位姿估计的一个示例;

[0025] 图6图示了根据一个示例实施的合适的第二数字地图和第二位姿估计的一个示例;

[0026] 图7示出了根据一个示例实施的飞行器生产和服务方法中的各种操作的流程图;

[0027] 图8是根据一个示例实施的飞行器框图。

具体实施方式

[0028] 现将参考附图更全面地描述本公开的一些实施,其中,附图中只图示本公开一些而不是全部实施。事实上,本公开的各种实施可以以多种不同的形式来体现,并且不应该被解释为限于本文所阐述的实施;相反地,提供这些示例实现是为了使本公开透彻和完整,且将充分地本公开的范围传达给本领域技术人员。例如,除非另有说明,将某物指代为第一、第二或之类的不应解释为表示特定顺序。相似的附图标记指代全文中的相似元件。

[0029] 现参照图1,根据本公开的一个示例实施,其示出了增强的定位系统100。该系统可包括任意若干不同子系统(每一个都是单独的系统)以执行与移动平台或移动交通工具102有关的一个或更多个功能或操作。移动交通工具可以是在室内或者甚至在户外环境内可移动的。为了支持其移动,移动交通工具可包括配置为控制并实施所述移动交通工具运动的运动控制系统104。为支持该运动控制系统,移动交通工具可包括导航系统106以及可能一个或更多个其他组件如防撞系统,所述组件被配置为当移动交通工具在环境中移动时帮助移动交通工具的导航。

[0030] 在一个示例中,移动交通工具102可包括搭载的机器或机器人,并且可在环境中可移动以使机器/机器人能执行一个或更多个结构制造和/或维修操作的一个或更多个任务。在该示例中,移动交通工具可包括一个或更多个组件,如任务管理系统,其被配置为支持机器/机器人的任务特定的任务。但是应当理解,该示例实施在不包括搭载机器或机器人或包括用于其他类型任务的搭载机器或机器人的移动交通工具的环境中可以是有用的。

[0031] 为了进一步支持其移动,移动交通工具102可需要在其环境中定位,该环境可支持导航系统106的操作。这种定位可包括获取移动交通工具在其环境的数字模型或地图上的位置和方向(有时也称为位姿)。环境的数字地图可以是环境的两维(2D)或三维(3D)的几何描述。地图的数字格式可包括使用地标如物体、地面或其它区别特征在环境中的位置的坐标或数字描述的环境的描述。根据示例实施,环境中的地标可根据环境不同而不同,并可在环境中随时间变化而变化,例如在动态环境的情况下。在二维数字地图中,位置可由正交的X、Y坐标描述,而在三维数字地图中,位置可由正交的X、Y、Z坐标描述。

[0032] 对于具有三个自由度(3-DOF)的移动交通工具102,其位置可由X、Y坐标描述,其方向可由偏航描述。在具有六个自由度(6-DOF)的移动交通工具的另一个示例中,其位置可由X、Y、Z坐标描述,且其方向可由滚转、俯仰、偏航描述。例如,轮式交通工具,可以是利用3-DOF在地面上可移动,而手持式平台可以是利用6-DOF可移动。

[0033] 环境和该环境内的移动交通工具102的位姿可从参照的不同视角或坐标系(每个指代相应的坐标系统)来几何描述。因此在该环境中的移动交通工具的同一位置和方向可由不同的位姿相对于不同坐标系统中环境的不同数字地图来描述。

[0034] 如图1所示,增强的定位系统100可包括映射和定位系统108,其被配置为建立移动交通工具的环境的第一数字地图,并相对于第一数字地图定位移动交通工具以计算移动交通工具的第一位姿估计。增强的定位系统可包括无线定位系统110,其配置为相对于环境的不同第二数字地图定位移动交通工具以计算移动交通工具的第二位姿估计。增强的定位系统还可包括耦合到其他的系统并配置为基于第一和第二位姿估计自动对准或对齐第一数字地图和第二数字地图的对齐系统112。对齐系统可由此产生移动交通工具可定位到的校准的数字地图。接着,移动交通工具相对于校准的数字地图的位姿可被传输到导航系统106以在移动交通工具在环境中移动时帮助移动交通工具的导航。

[0035] 虽然被显示为增强的定位系统100的部分,映射和定位系统108、无线定位系统110和/或对齐系统112中的一个或更多个可与增强的定位系统分开,但仍与增强的定位系统通信。此外,虽然对齐系统被显示为在移动交通工具102的外面,在其他示例中,对齐系统可与映射和定位系统类似,可由移动交通工具携带。还应当理解的是,一个或更多个子系统可作为单独的系统工作或运作,而不考虑其他子系统。此外,应理解的是,增强的定位系统还可包括一个或更多个附加的或替代的子系统,而不是图1所示的那些。

[0036] 现将参照图2,3和4,其分别示出了根据本公开示例实现的合适的映射和定位系统、无线定位系统和/或对齐系统的更具体的示例。

[0037] 图2示出了根据一个示例实现的映射和定位系统200。所述映射和定位系统200可为图1中增强的定位系统100的映射和定位系统108的一个示例。在一个示例中,映射和定位系统可位于移动交通工具202上,在一个示例中,移动交通工具202可以对应于图1中的移动交通工具102。映射和定位系统可一般配置为建立移动交通工具的环境的第一数字地图,并

相对于第一数字地图定位移动交通工具。在一个示例中,映射和定位系统可配置为建立第一数字地图并根据任意若干不同的自动映射技术相对于第一数字地图定位移动交通工具。

[0038] 映射和定位系统200可包括一个或更多个耦合到映射和定位模块208的距离传感器204和/或测距传感器206。搭载于移动交通工具202的距离传感器(一个或更多个)可配置为扫描其环境,并提供其环境中的移动交通工具与移动交通工具周围的地标之间的距离测量。搭载于移动交通工具的(一个或更多个)测距传感器可配置为随着移动交通工具在环境中移动提供测距数据。合适的距离传感器的示例包括激光测距仪、LiDAR(光探测和测距)传感器、超声波传感器、摄像机或其他视觉传感器或类似物。测距传感器可为任何若干不同类型的传感器,并且可以不仅包括测距传感器,还包括视觉-测距传感器、惯性测量单元(IMU)等。

[0039] 映射和定位模块208可被配置为接收和处理距离测量值和测距数据,以相对于移动交通工具202空间映射所述环境,并相对于该地图定位所述移动交通工具。映射和定位模块可以任意若干不同的方式空间映射所述环境并定位所述移动交通工具。合适方式的一个示例是众所周知的同步定位和映射(SLAM)技术,尽管应当理解的是,映射和定位不需要同步执行。无论映射和定位模块以何种确切方式空间映射环境和定位移动交通工具,映射和定位模块可输出所述环境的空间地图(第一数字地图),以及移动交通工具相对于所述第一数字地图的位置和方向(第一位姿估计)。图5图示了合适的第一数字地图500和第一位姿估计502的一个示例,第一位姿估计502可由根据本公开的一个示例实施的映射和定位模块输出。

[0040] 映射和定位模块208可建立并不断更新第一数字地图,以及计算并不断更新移动交通工具202的第一位姿估计。映射和定位模块可以任意若干不同的方式处理第一数字地图和第一位姿估计。在一个示例中,映射和定位系统200可进一步包括耦合到映射和定位模块的通信接口210。在该示例中,映射和定位模块可配置为将第一数字地图和第一位姿估计传送到通信接口,所述数字通信接口可被配置为将第一数字地图和第一位姿估计传送到对齐系统,诸如图1中的对齐系统112。

[0041] 简要地返回到图1,无线定位系统110可一般被配置为相对于环境的第二数字地图定位移动交通工具102以计算移动交通工具的第二位姿估计。无线定位系统可为能够定位室内环境或室外环境或部分室内和部分室外的环境中的移动交通工具的任意若干合适的定位系统。在一个示例中,在室外环境中,无线定位系统可包括位于移动交通工具上的卫星导航(例如,GPS)接收器,其被配置为从若干卫星接收信号。接着无线定位系统可包括定位模块,所述定位模块被配置为基于所述信号计算第二数字地图上移动交通工具的第二位姿估计。在该示例中,第二数字地图可从适当的存储器如文件存储器、数据库存储器、云存储器等访问。

[0042] 在一个示例中,无线定位系统110可以额外地或替代地配置为定位室内环境中的移动交通工具102。在该实例中,无线定位系统可包括任意若干不同的室内或局部定位系统,如室内GPS和实时定位系统(RTLS)等。

[0043] 图3示出了根据一个示例实现的无线定位系统300。无线定位系统300可为图1示出的增强的定位系统100的无线定位系统110的一个示例。在一个示例中,无线定位系统可位于移动交通工具302的环境中,在一个示例中所述移动交通工具302可对应于图1中的移动

交通工具102。如图所示,无线定位系统可以包括发射机304和有线或无线耦合到无线定位系统(WLS)定位模块308的多个接收器306。处理器可被配置为控制发射器以广播由移动交通工具上的信标310接收的信号。在一个示例中,信标可为射频(RF)应答器或标签,如有源标签(自供电)或无源标签(其由从发射机接收到的能量供电)。

[0044] 信标310可被配置为从发射机304接收信号,并通过发送应答信号响应所述信号,所述应答信号包括识别信标因而识别移动交通工具302的信息交通工具。遍布于整个环境中的接收器306可接收所述应答信号,并提供各自版本的应答信号到WLS定位模块308。WLS定位模块可以处理各个版本的接收到的应答信号中的信息,以识别信标和相对于环境的第二数字地图定位移动交通工具。这可通过任何若干不同的方式完成,例如通过使用由每个接收器接收的应答信号版本的达到时间而进行三角测量完成。在一个示例中,第二数字地图可被存储在适当的存储器312中,如文件存储器、数据库存储器、云存储器等。WLS定位模块可由此计算移动交通工具相对于所述第二数字地图的第二位姿估计。图6示出了根据本公开的一个示例实现的合适的第二数字地图600和可由WLS定位模块输出的第二位姿估计602的一个示例。

[0045] WLS定位模块308可计算并不断更新移动交通工具302相对于第二数字地图的第二位姿估计。WLS定位模块可以任意若干不同的方式处理第二数字地图和第二位姿估计。在一个示例中,无线定位系统300可以进一步包括耦合到WLS定位模块的通信接口314。在该示例中,WLS定位模块可以被配置为传送第二数字地图和第二位姿估计到通信接口,所述通信接口可被配置为传送所述第二数字地图和第二位姿估计到对齐系统,例如图1所示的对齐系统112。在另一个示例中,存储器312包括可由对齐系统可访问的第二数字地图。在该实例中,WLS定位模块可被配置为经由通信接口传送第二位姿估计给对齐系统,并且所述对齐系统可从其存储器访问第二数字地图。

[0046] 图4示出了根据一个示例实现的对齐系统400。该对齐系统400可为图1的增强的定位系统100的对齐系统112的一个示例。该对齐系统可被配置为对齐或对准移动交通工具如图1的移动交通工具102的环境的第一和第二数字地图,并相对于得到的校准的数字地图定位所述移动交通工具。如图所示,该对齐系统可包括变换模块402,其被配置为接收移动交通工具相对于第一数字地图的第一位姿估计,和移动交通工具相对于第二数字地图的第二位姿估计。在一个示例中,变换模块可耦合到通信接口,该通信接口404配置为在映射和定位系统计算第一位姿估计时或之后,从映射和定位系统(例如,映射和定位系统108)接收第一位姿估计。类似地,通信接口可被配置为在无线定位系统计算第二位姿估计时或之后,从无线定位系统(例如,无线定位系统110)接收第二位姿估计。

[0047] 变换模块402可被配置为基于第一和第二位姿估计计算第一和第二数字地图之间的几何变换。合适的几何变换的示例包括同形异义变换、仿射变换等。变换模块可以任意若干不同的方式计算几何变换。在一个示例中,变换模块根据迭代方法如随机抽样一致性(RANSAC)方法计算所述几何变换。这样,变换模块可随其接收第一位姿估计和第二位姿估计,计算并持续更新所述几何变换,例如,接收的那些估计可由各个系统持续计算。

[0048] 对齐系统400可包括校准模块406,其被配置为接收几何变换和移动交通工具的环境的第一和第二数字地图。校准模块可被耦合到变换模块402并从变换模块402接收几何变换。在一个示例中,校准模块也可耦合到通信接口404,所述通信接口404配置为在映射和定

位系统(例如,映射和定位系统108)建立或更新第一数字地图时或之后从映射和定位系统接收第一数字地图。类似地,例如,通信接口可配置为从无线定位系统(例如,无线定位系统110)接收第二数字地图。在另一个示例中,包括第二数字地图的存储器312可由校准模块访问。

[0049] 无论校准模块406接收几何变换和第一和第二数字地图为何种确切方式,校准模块可配置为基于所述几何变换,例如以任意若干已知的方式,对齐或对准第一数字地图和第二数字地图。校准模块可由此产生校准的数字地图。校准模块可传送校准的数字地图到校准的定位模块408,其中校准模块可耦合到校准的定位模块408。然后校准的定位模块可配置为相对于校准的数字地图定位移动交通工具,并可由此计算移动交通工具的校准的位姿估计。这可以任意若干不同的方式实现。

[0050] 如上文所述,第一数字地图和第一位姿估计可被建立或计算并被持续更新。类似地,第二位姿估计和几何变换可被计算并被不断更新。则在一个示例中,校准模块406可持续更新校准的数字地图,且校准的定位模块408可持续更新校准的位姿估计。在计算或更新校准的位姿估计时或之后,校准的定位模块可传送校准的位姿估计,例如传送回移动交通工具(例如,移动交通工具102的导航系统106),以在移动交通工具在环境中移动时帮助移动交通工具的导航。在一个示例中,这可以经由通信接口404实现,其中校准的定位模块可以耦合到通信接口404。

[0051] 返回到图1,在一个更具体的示例中,移动交通工具102可在第一数字地图的第一坐标系中执行导航任务。在该示例中,校准的数字地图可与第一数字地图一样在相同的第一坐标系中。这可能是由于第一数字地图包含由映射和定位系统108建立的环境的动态描述。无线定位系统110使用的第二数字地图可表示在不同的第二坐标系中。该第二数字地图可描绘,例如,目的地、行进路线、留出区(stay-out zones)等。对齐系统112(例如,变换模块402)可计算第一和第二数字地图之间的几何变换(例如,同形异义、仿射)。

[0052] 对齐系统112(例如,校准模块406)可使用几何变换产生融合了第一和第二数字地图的内容的校准的数字地图。在一个示例中,建立的第一数字地图中的实际障碍可与来自第二数字地图的元素结合在校准的数字地图中,所述元素如虚拟障碍物(例如,留出区)、目的地、行进路线等。随后,导航系统106或与导航系统通信的另一个系统(例如,路径规划器)可产生移动交通工具的移动路径。该路径可被发送到表示在第一坐标系中的运动控制系统104。在一个示例中,该路径也可被发送到另一个系统,如将要覆盖在第二坐标系中的第二数字地图上的控制站,例如用于显示目的。

[0053] 本公开的示例实施可在各种潜在的应用中应用,特别是在运输行业,包括,例如航空航天、航海和汽车应用。因此,现在参照图7和图8,示例实施可用在图7所示的飞行器制造和维护方法700和图8所示的飞行器800的环境中。在预生产期间,示例方法可包括飞行器的规格和设计702、制造顺序和加工计划704以及材料采购706。在生产期间,进行飞行器的组件和子部件制造708和系统集成710。所公开的系统和方法可指定用于,例如,在组件和子部件制造期间和/或系统集成期间。

[0054] 在各种实例中,所公开的系统和方法可用于材料采购过程706、组件和子部件制造过程708或系统集成710的一个或更多个过程中。其后,飞行器800可通过认证和交付712,以投入使用714。在客户使用时,该飞行器可以定期进行日常维修和维护716(其还可以包括修

改、重新配置、翻新等)。示例实现的系统和方法可在飞行器使用期间使用,并且在一个示例中,在飞行器的维修和维护期间使用。

[0055] 示例方法700的每个过程可由系统集成商、第三方和/或运营者(例如,客户)执行。为实行本说明书,系统集成商可包括,例如,任意数量的飞行器制造商和主系统分包商;第三方可包括,例如,任意数量的销售商、分包商和供应商;运营者可包括,例如,航空公司、租赁公司、军事实体、服务组织等。

[0056] 如图8所示,由示例性方法700生产的示例飞行器800可包括具有多个系统804的机身802和内部806。高级系统804的示例包括推进系统808、电气系统810、液压系统812、环境系统814等中的一个或多个。可包括任意数量的其他系统804。虽然示出了航空航天的例子,本公开的原理可以应用于其他行业,如海洋和汽车行业。

[0057] 此处实施的系统和方法可用在示例性生产和服务方法700的任何一个或多个阶段期间。例如,系统实现、方法实现或它们的组合可用于生产阶段708和710期间,这可以在一个示例中,能够有效使用机器和机器人执行各种生产任务。类似地,例如,系统实现、方法实现或它们的组合可在飞行器800使用714和/或在维护和维修716期间使用,例如,能够有效使用机器和机器人执行各自的、相应的任务。这可大大加快飞行器800的组装或减少飞行器800的成本和/或其维护和服务的成本。

[0058] 根据本发明的示例实施,增强的定位系统100和其子系统可由各种方式实施,其子系统包括映射和定位系统108、无线定位系统110和对齐系统112。类似地,包括其各自的组件的映射和定位系统200、无线定位系统300和对齐系统400的示例,可根据示例实现通过各种手段实现。实现系统、子系统和其各自的组件的手段可包括单独的硬件或由一个或多个计算机程序代码指令、程序指令或来自计算机可读存储介质的可执行计算机可读程序代码指令指示的硬件。

[0059] 在一个示例中,可提供一个或多个装置,其被配置为起到所述系统、子系统和各个元件的功能或者配置为实现所述系统、子系统和各个元件,所述系统、子系统和各个元件包括本文所述的变换模块、校准模块和校准的定位模块。在涉及一个以上的装置的实例中,各装置可以若干不同的方式互相连接或互相通信,例如直接或通过有线或无线网络等的间接连接或通信。

[0060] 一般来说,本公开的示例实现的装置可包括、包含或被实现在一个或多个固定或可拆卸的电子设备中。合适的电子设备的示例包括智能手机、平板计算机、笔记本电脑、台式计算机、工作站计算机、服务器计算机等。所述装置可以包括一个或多个若干组件的每一个,如连接到存储器的处理器。

[0061] 处理器一般是能够处理信息的任意硬件,所述信息例如,数据、计算机可读的程序代码、指令等(一般“计算机程序”,例如,软件、固件等)、和/或其他合适的电子信息。更具体地,例如,所述处理器可配置为执行计算机程序,所述程序可以存储在处理器上或存储在所述存储器中(相同或另一个设备的存储器)。根据具体的实现,所述处理器可为若干处理器、多处理器核或一些其他类型的处理器。另外,处理器可使用若干异构处理器系统实现,其中主处理器与一个或多个辅助处理器在单个芯片上。作为另一个图示示例,所述处理器可为包含多个相同类型的处理器的对称多处理器系统。在又一示例中,处理器也可实现为或包括一个或多个专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)等。因此,虽然处理器可

以能够执行计算机程序以执行一个或更多个功能,不同实例的处理器可能不借助计算机程序的辅助而执行一个或更多个功能。

[0062] 存储器一般是能够临时和/或永久存储信息的任意硬件,所述信息例如,数据、计算机程序和/或其他合适的信息。所述存储器可以包括易失性和/或非易失性存储器,所述存储器可为固定的或可拆卸的。合适的存储器的示例包括随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、硬盘驱动器、闪存存储器、拇指驱动器、可移动计算机磁盘、光盘、磁带或上述的一些组合。光盘可包括光盘-只读存储器(CD-ROM)、光盘-读/写(CD-R/W)、DVD等。在各种实例中,存储器可被称为计算机可读存储介质,作为一种能够存储信息的非临时性设备,可与计算机可读传输介质如能够将信息从一个位置传输到另一个位置的电子瞬时信号可区别。如本文所述的计算机可读介质一般是指计算机可读存储介质或计算机可读传输介质。

[0063] 除了存储器,处理器也可连接到一个或更多个用于显示、发送和/或接收信息的接口。接口可以包括通信接口和/或一个或更多个用户接口。通信接口可配置为发送和/或接收信息,如发送信息到其他装置、网络等和/或从其他装置、网络等接收信息。通信接口可配置为通过物理(有线)和/或无线通信链路发送和/或接收信息。合适的通信接口的示例包括网络接口控制器(NIC)、无线网卡(WNIC)等。

[0064] 用户接口可包括显示器和/或一个或更多个用户输入接口。显示器可配置为呈现或显示信息给用户,所述显示器的合适的示例包括液晶显示器(LCD)、发光二极管显示器(LED)、等离子显示面板(PDP)等。用户输入接口可为有线或无线的,并可配置为将来自用户的信息接收到设备中,如用于处理、存储和/或显示。用户输入接口的合适示例包括麦克风、图像或视频捕获设备、键盘或小键盘、操纵杆、触摸敏感表面(独立于触摸屏或集成到触摸屏)、生物特征传感器或类似物。所述用户界面可以进一步包括用于与外围设备如打印机、扫描仪之类的通信的一个或更多个接口。

[0065] 如上所示,程序代码指令可存储在存储器中,并由处理器执行,以实现此处所述的系统、子系统和各自组件的功能。将理解,任何合适的程序代码指令可从计算机可读存储介质加载到计算机或其他可编程设备上以生产特定的机器,使得该特定的机器成为执行本文所述的功能的装置。这些程序代码指令也可存储在计算机可读存储介质中,所述计算机可读存储介质能够指示计算机、处理器或其他可编程设备以特定的方式运作,从而产生特定的机器或特定的制品。在计算机可读存储介质中存储的指令可生产制品,其中该制品成为用于执行本文所述功能的装置。程序代码指令可从计算机可读存储介质中检索并被加载到计算机、处理器或其他可编程设备中以配置所述计算机、处理器或其他可编程设备来执行将由该计算机、处理器或其他可编程设备执行的操作。

[0066] 程序代码指令的检索、加载和执行可被顺序地执行,这样可每次检索、加载和执行一个指令。在一些示例实现中,检索、加载和/或执行可并行执行,这样多个指令可一起被检索、加载和/或执行。程序代码指令的执行可产生计算机实现的过程,这样,由计算机、处理器或其他可编程设备执行的指令提供用于实现本文所述功能的操作。

[0067] 由处理器进行的指令执行,或计算机可读存储介质中指令的存储,支持用于执行指定功能的操作的组合。还将理解的是,一个或更多功能,以及功能的组合,可由执行指定功能的专用基于硬件的计算机系统和/或处理器实现,或由专用硬件和程序代码指令的组合实现。

[0068] 对于已经获得了前面的描述和相关附图的教导的益处的这些公开内容所涉及的本领域的技术人员将会想到本文所述的本发明的许多修改和其他实现。因此,应理解,本发明不限于所公开的具体实现,而是旨在包括在所附的权利要求书的范围之内的修改和其他实施方式。此外,虽然在前面的描述和相关附图在组件和/或功能的特定实例组合的环境中描述了示例实现,应理解,在不脱离所附权利要求书的范围的前提下,可以由替代实现提供组件和/或功能的不同组合。就这一点而言,例如,组件和/或功能的不同组合和上文明确描述的那些组件和/或功能,也被考虑为可在一些所附权利要求中阐述。虽然本文采用了特定术语,但它们用在一般性和描述性含义,而非用于限制的目的。

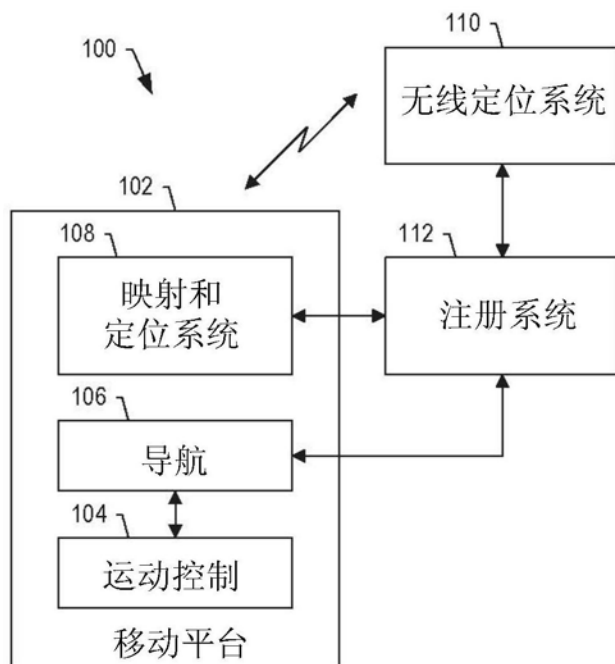


图1

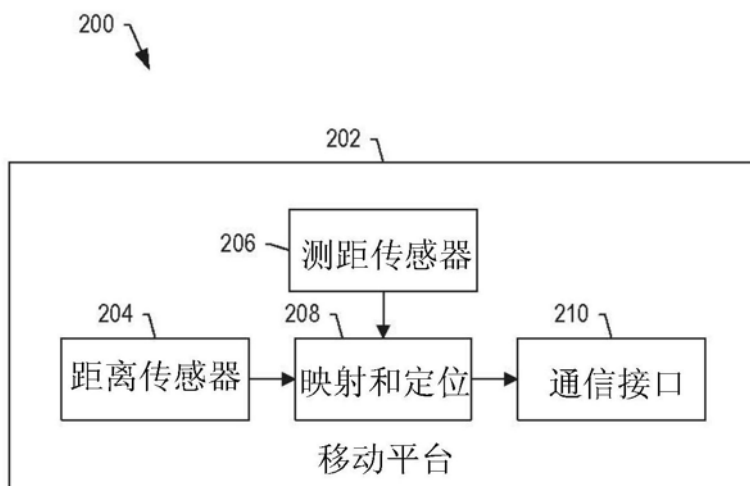


图2

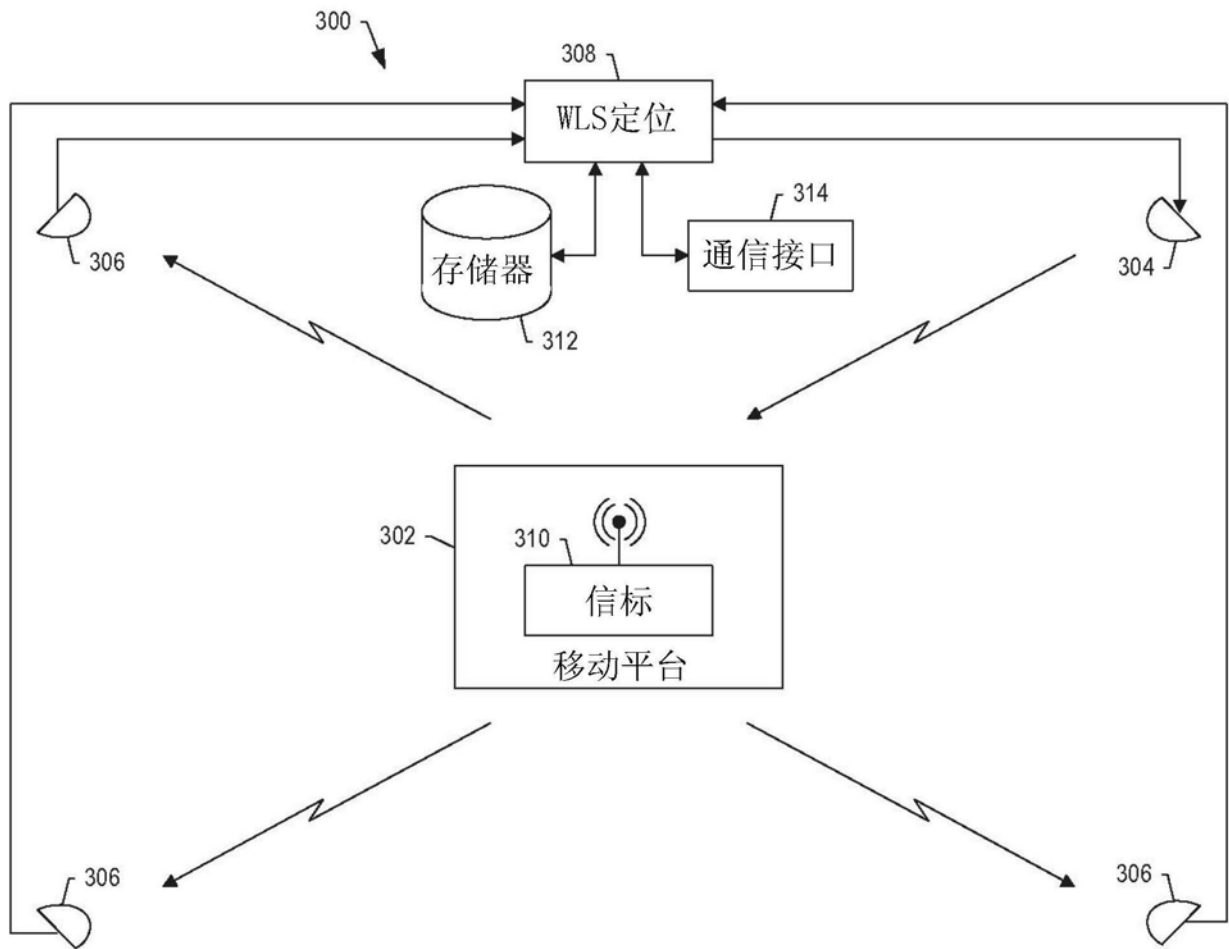


图3

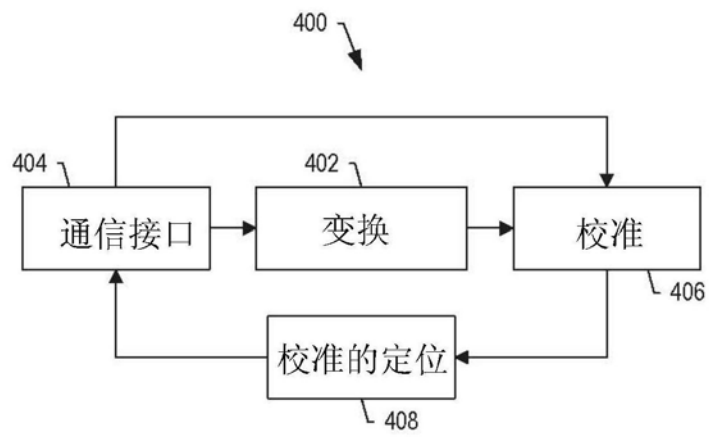


图4

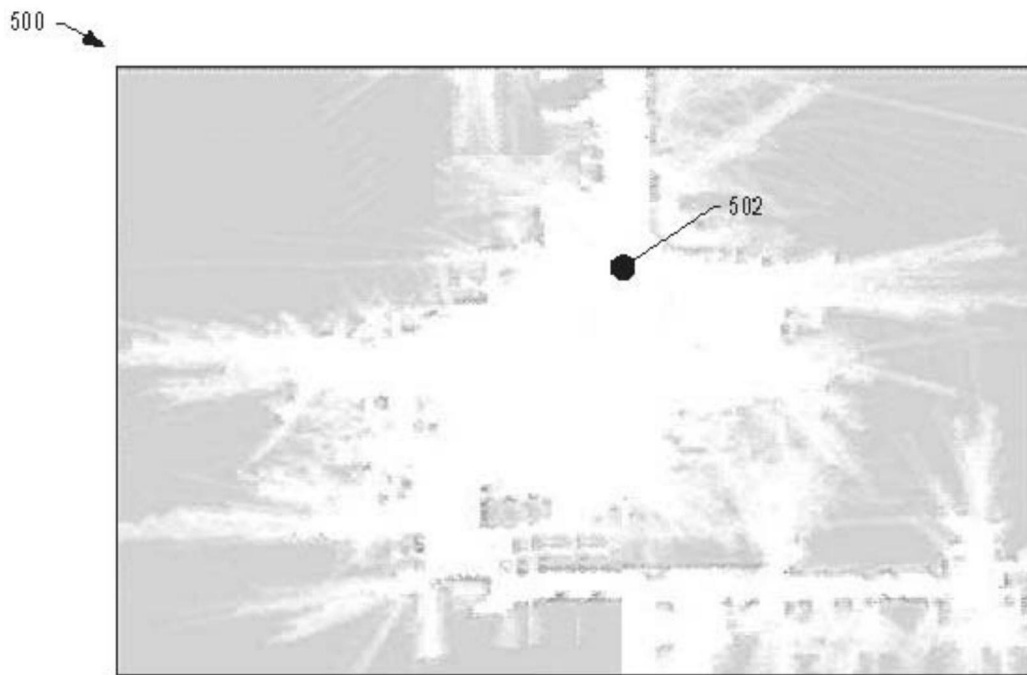


图5

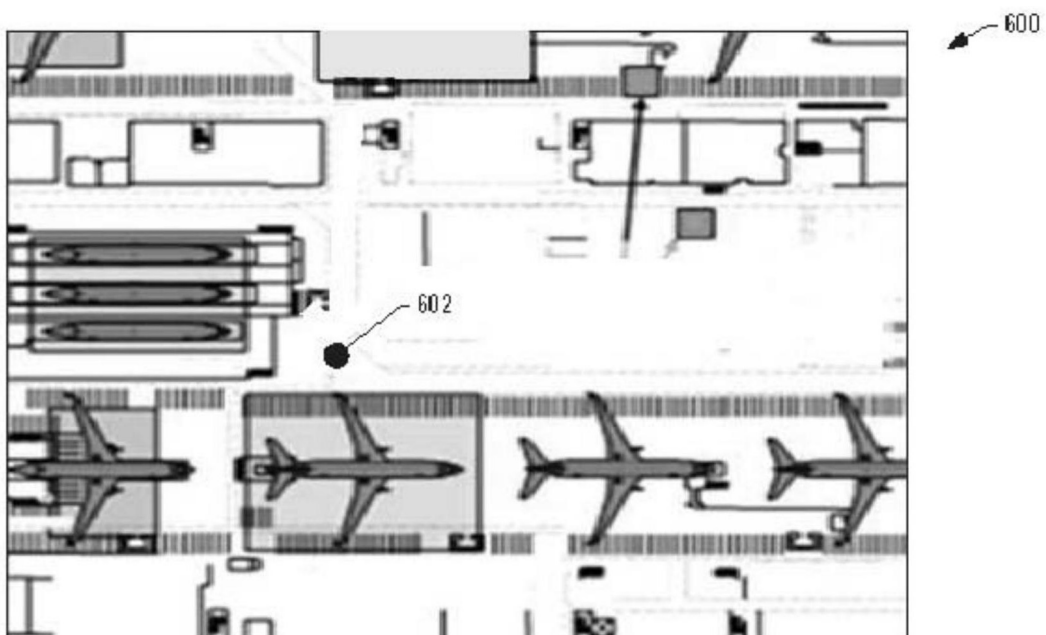


图6

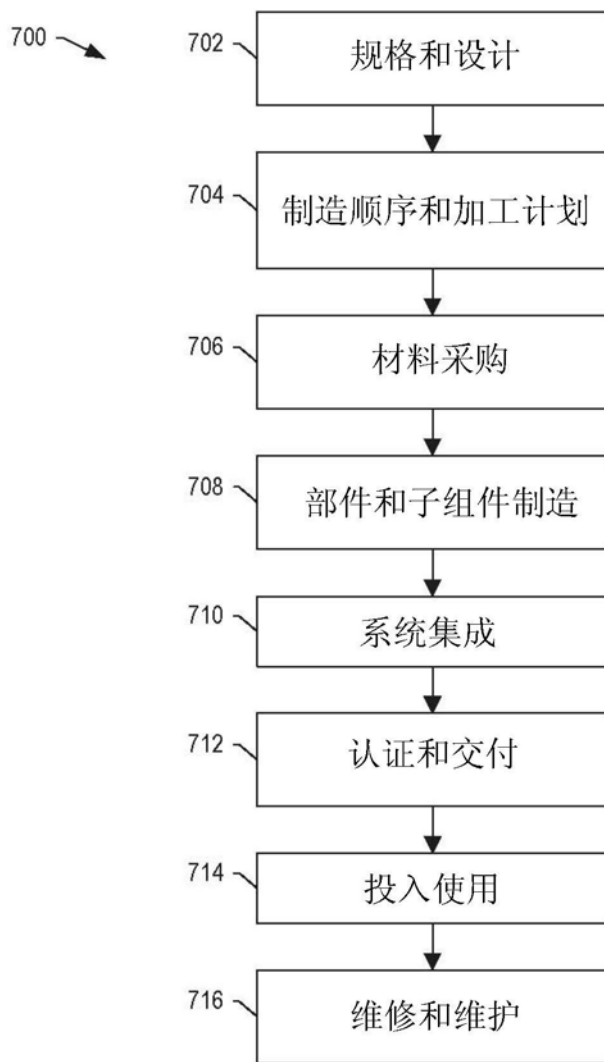


图7

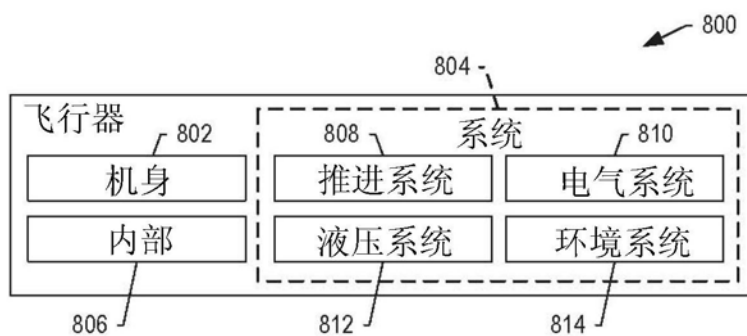


图8