



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111708043 B

(45) 授权公告日 2023.09.26

(21) 申请号 202010401600.4

(22) 申请日 2020.05.13

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111708043 A

(43) 申请公布日 2020.09.25

(73) 专利权人 阿波罗智能技术(北京)有限公司
地址 100085 北京市海淀区上地十街10号1幢1层105

(72) 发明人 刘文杰 蔡仁澜 李晓涛 宋适宇

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205
专利代理师 张娜 臧建明

(51) Int.Cl.
G01S 17/86 (2020.01)
G01S 17/06 (2006.01)
G01S 19/45 (2010.01)

(56) 对比文件
CN 108732603 A, 2018.11.02
EP 2959267 A1, 2015.12.30
CN 108732582 A, 2018.11.02
CN 108347691 A, 2018.07.31

US 2009231582 A1, 2009.09.17
CN 106023210 A, 2016.10.12
CN 108286979 A, 2018.07.17
CN 110031881 A, 2019.07.19
CN 108196272 A, 2018.06.22
US 2018374238 A1, 2018.12.27
CN 106052697 A, 2016.10.26
JP 2016188806 A, 2016.11.04
JP 2020008346 A, 2020.01.16
Guowei Wan等. "Robust and precise vehicle localization based on multi-sensor fusion in diverse city scenes". 《2018 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)》. 2018, Emerson Pereira Cavalheri等. "Improved kinematic precise point positioning performance with the use of map constraint". 《Journal Journal of Applied Geodesy》. 2020, 第14卷(第2期), (续)

审查员 梁策

权利要求书5页 说明书16页 附图4页

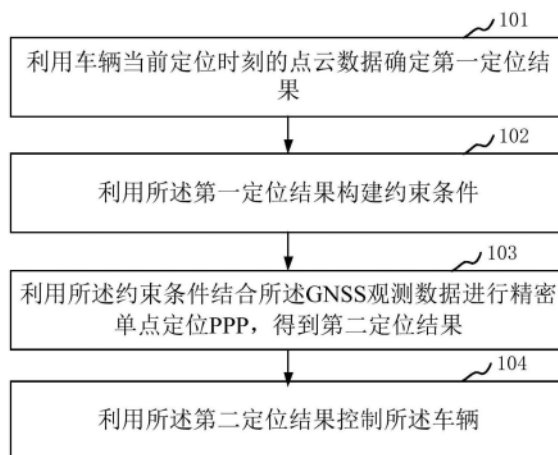
(54) 发明名称

定位方法及装置

(57) 摘要

本申请公开了一种定位方法及装置,涉及智能驾驶技术领域。具体实现方案为:利用激光雷达采集的点云数据结合激光点云反射值地图确定出第一定位结果,利用该第一定位结果构建约束条件,该约束条件用于加速利用观测数据解算接收机位置的收敛速度,利用该约束条件结合GNSS接收机的观测数据进行GNSS-PPP定位,得到第二定位结果。采用该种方案,将Lidar定位技术与GNSS-PPP定位技术结合,实现不依赖GNSS基站的目的,同时,利用Lidar定位技术的定位结果构建能够加快利用观测数据解算接收机位置的收敛速度的约束条件,避免收敛速度过慢的弊端。

CN 111708043 B



[接上页]

(56) 对比文件

Jesse Levinson等.“Robust vehicle localization in urban environments using

probabilistic maps”.《2010 IEEE International Conference on Robotics and Automation》.2010,

1. 一种定位方法,其特征在于,包括:

利用车辆当前定位时刻的点云数据确定第一定位结果,所述第一定位结果用于指示所述当前定位时刻所述车辆在预先构建的激光点云反射值地图中的位置;

利用所述第一定位结果构建约束条件,所述约束条件用于指示根据所述第一定位结果确定出的车载全球卫星系统GNSS接收机的位置与第二定位结果之间的位置关系,所述第二定位结果用于指示所述当前定位时刻所述车辆在直角坐标系下的位置;

利用所述约束条件结合所述车载GNSS接收机的观测数据进行精密单点定位PPP,得到所述第二定位结果;

利用所述第二定位结果控制所述车辆;

所述利用所述第一定位结果构建约束条件,包括:

根据所述第一定位结果确定所述车载GNSS接收机在所述直角坐标系的位置;

根据所述车载GNSS接收机在所述直角坐标系的位置,构建所述约束条件,所述约束条件满足下述方程:

$$(X_{Lidar_fix}-X)^2+(Y_{Lidar_fix}-Y)^2+(Z_{Lidar_fix}-Z)^2=0$$

$$\frac{\partial X_{Lidar_fix}}{\partial X}=1$$

$$\frac{\partial Y_{Lidar_fix}}{\partial Y}=1$$

$$\frac{\partial Z_{Lidar_fix}}{\partial Z}=1$$

其中,所述 X_{Lidar_fix} 表示所述车载GNSS接收机在所述直角坐标系的x坐标,所述 Y_{Lidar_fix} 表示所述车载GNSS接收机在所述直角坐标系的y坐标、所述 Z_{Lidar_fix} 表示所述车载GNSS接收机在所述直角坐标系的z坐标,所述X表示待求解的第二定位结果的x坐标、所述Y表示待求解的第二定位结果的y坐标、所述Z表示待求解的第二定位结果的z坐标。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述利用所述约束条件结合所述观测数据进行精密单点定位PPP,得到第二定位结果,包括:

利用所述观测数据构建观测方程;

利用所述观测方程结合所述约束条件进行PPP定位,得到所述第二定位结果,所述观测方程如下:

$$\lambda\varphi=r+l\cdot dx+dt\cdot C+T+I+\varepsilon+\lambda\cdot N$$

$$\rho=r+l\cdot dx+dt\cdot C+T+I+\varepsilon$$

其中, ρ 表示卫星与所述车辆的伪距, N 表示载波相位的整周模糊度, r 表示所述卫星与所述车载GNSS接收机的距离, l 表示观测方向余弦, dt 表示卫星与车载GNSS接收机的钟差修正量, T 表示对流层偏差, I 表示电离层偏差, ε 表示噪声常数, dx 表示待估计状态量,包括坐标增量和钟差变化; C 表示真空中的光速。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述利用车辆当前定位时刻的点云数据确定第一定位结果,包括:

将所述点云数据从车体坐标系转换至世界坐标系,得到转换数据;
将所述转换数据投影至所述激光点云反射值地图,得到投影区域;
根据所述投影区域,从所述激光点云反射值地图中确定多个待匹配区域;
确定所述投影区域与各所述待匹配区域的匹配概率,得到多个匹配概率;
根据所述多个匹配概率,确定所述第一定位结果。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述根据所述多个匹配概率,确定所述第一定位结果,包括:

确定所述多个匹配概率中每个匹配概率的预测概率,得到多个预测概率,每一所述预测概率是所述当前定位时刻之前的第一个定位时刻对应的匹配概率;

利用所述多个匹配概率各自对应的预测概率,更新所述多个匹配概率中的各匹配概率,得到多个更新后的匹配概率;

从所述多个更新后的匹配概率中,确定出最大匹配概率;

利用所述最大匹配概率对应的待匹配区域,确定所述第一定位结果。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述利用所述多个匹配概率各自对应的预测概率,更新所述多个匹配概率中的各匹配概率,得到多个更新后的匹配概率,包括:

对于每一所述匹配概率,利用预设的归一化系数、所述匹配概率、所述匹配概率对应的预测概率的乘积,确定所述更新后的匹配概率。

6. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述利用所述约束条件结合所述车载GNSS接收机的观测数据进行精密单点定位PPP,得到所述第二定位结果之前,还包括:

构建伪距和载波单差观测方程;

利用所述伪距和载波单差观测方程过滤所述观测数据,以滤除所述观测数据中的误差数据。

7. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述利用车辆当前定位时刻的点云数据确定第一定位结果之前,还包括:

将地球表面在世界坐标系的地平面划分为相同大小和形状的多个地图区域;

将所述多个地区区域中的每个地图区域划分为大小和形状相同的多个地图网格;

在所述多个地图网格中的每个地图网格中存储与之对应的地图数据。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述地图数据包括下述数据中的至少一种:所述地图网格对应的定位位置内的各激光点的激光反射强度值的均值、所述地图网格对应的定位位置内的各激光点的激光反射强度值的方差、所述地图网格对应的定位位置内的激光点的数量。

9. 一种定位装置,其特征在于,包括:

确定模块,用于利用车辆当前定位时刻的点云数据确定第一定位结果,所述第一定位结果用于指示所述当前定位时刻所述车辆在预先构建的激光点云反射值地图中的位置;

第一构建模块,用于利用所述第一定位结果构建约束条件,所述约束条件用于指示根据所述第一定位结果确定出的车载全球卫星系统GNSS接收机的位置与第二定位结果之间的位置关系,所述第二定位结果用于指示所述当前定位时刻所述车辆在直角坐标系下的位置;

定位模块,用于利用所述约束条件结合所述车载GNSS接收机的观测数据进行精密单点

定位PPP,得到所述第二定位结果;

控制模块,用于利用所述第二定位结果控制所述车辆;

所述第一构建模块,具体用于根据所述第一定位结果确定所述车载GNSS接收机在所述直角坐标系的位置,根据所述车载GNSS接收机在所述直角坐标系的位置,构建所述约束条件,所述约束条件满足下述方程:

$$(X_{Lidar_fix}-X)^2+(Y_{Lidar_fix}-Y)^2+(Z_{Lidar_fix}-Z)^2=0$$

$$\frac{\partial X_{Lidar_fix}}{\partial X}=1$$

$$\frac{\partial Y_{Lidar_fix}}{\partial Y}=1$$

$$\frac{\partial Z_{Lidar_fix}}{\partial Z}=1$$

其中,所述 X_{Lidar_fix} 表示所述车载GNSS接收机在所述直角坐标系的x坐标,所述 Y_{Lidar_fix} 表示所述车载GNSS接收机在所述直角坐标系的y坐标、所述 Z_{Lidar_fix} 表示所述车载GNSS接收机在所述直角坐标系的z坐标,所述X表示待求解的第二定位结果的x坐标、所述Y表示待求解的第二定位结果的y坐标、所述Z表示待求解的第二定位结果的z坐标。

10.根据权利要求9所述的装置,其特征在于,

所述定位模块,用于利用所述观测数据构建观测方程;利用所述观测方程结合所述约束条件进行PPP定位,得到所述第二定位结果,所述观测方程如下:

$$\lambda\phi=r+l\cdot dx+dt\cdot C+T+I+\varepsilon+\lambda\cdot N$$

$$\rho=r+l\cdot dx+dt\cdot C+T-I+\varepsilon$$

其中, ρ 表示卫星与所述车辆的伪距, N 表示载波相位的整周模糊度, r 表示所述卫星与所述车载GNSS接收机的距离, l 表示观测方向余弦, dt 表示卫星与车载GNSS接收机的钟差修正量, T 表示对流层偏差, I 表示电离层偏差, ε 表示噪声常数, dx 表示待估计状态量,包括坐标增量和钟差变化; C 表示真空中的光速。

11.根据权利要求9或10所述的装置,其特征在于,

所述确定模块,用于将所述点云数据从车体坐标系转换至世界坐标系,得到转换数据,将所述转换数据投影至所述激光点云反射值地图,得到投影区域,根据所述投影区域,从所述激光点云反射值地图中确定多个待匹配区域,确定所述投影区域与各所述待匹配区域的匹配概率,得到多个匹配概率;根据所述多个匹配概率,确定所述第一定位结果。

12.根据权利要求11所述的装置,其特征在于,所述确定模块,在根据所述多个匹配概率,确定所述第一定位结果时,用于确定所述多个匹配概率中每个匹配概率的预测概率,得到多个预测概率,每一所述预测概率是所述当前定位时刻之前的第一个定位时刻对应的匹配概率,利用所述多个匹配概率各自对应的预测概率,更新所述多个匹配概率中的各匹配概率,得到多个更新后的匹配概率,从所述多个更新后的匹配概率中,确定出最大匹配概率,利用所述最大匹配概率对应的待匹配区域,确定所述第一定位结果。

13.根据权利要求12所述的装置,其特征在于,所述确定模块,在利用所述多个匹配概率各自对应的预测概率,更新所述多个匹配概率中的各匹配概率,得到多个更新后的匹配

概率时,对于每一所述匹配概率,利用预设的归一化系数、所述匹配概率、所述匹配概率对应的预测概率的乘积,确定所述更新后的匹配概率。

14. 根据权利要求9或10所述的装置,其特征在于,还包括:

第二构建模块,用于在所述定位模块利用所述约束条件结合所述车载GNSS接收机的观测数据进行精密单点定位PPP,得到所述第二定位结果之前,构建伪距和载波单差观测方程,利用所述伪距和载波单差观测方程过滤所述观测数据,以滤除所述观测数据中的误差数据。

15. 根据权利要求9或10所述的装置,其特征在于,还包括:第三构建模块,用于在所述确定模块利用车辆当前定位时刻的点云数据确定第一定位结果之前,将地球表面在世界坐标系的地平面划分为相同大小和形状的多个地图区域,将所述多个地区区域中的每个地图区域划分为大小和形状相同的多个地图网格,在所述多个地图网格中的每个地图网格中存储与之对应的地图数据。

16. 根据权利要求15所述的装置,其特征在于,所述地图数据包括下述数据中的至少一种:所述地图网格对应的定位位置内的各激光点的激光反射强度值的均值、所述地图网格对应的定位位置内的各激光点的激光反射强度值的方差、所述地图网格对应的定位位置内的激光点的数量。

17. 一种电子设备,其特征在于,包括:

至少一个处理器;以及

与所述至少一个处理器通信连接的存储器;其中,

所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器能够执行权利要求1-8中任一项所述的方法。

18. 一种存储有计算机指令的非瞬时计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机指令用于使所述计算机执行权利要求1-8中任一项所述的方法。

19. 一种定位方法,其特征在于,包括:

利用车辆上的激光雷达获取点云数据;

利用所述点云数据确定第一定位结果,所述第一定位结果用于指示当前定位时刻所述车辆在预先构建的激光点云反射值地图中的位置;

利用所述第一定位结果构建约束条件,以加速利用所述车辆上的全球卫星系统GNSS接收机采集到的观测数据解算接收机位置的收敛速度,得到第二定位结果,所述第二定位结果用于指示所述当前定位时刻所述车辆在直角坐标系下的位置;

所述利用所述第一定位结果构建约束条件,包括:

根据所述第一定位结果确定所述GNSS接收机在所述直角坐标系的位置;

根据所述GNSS接收机在所述直角坐标系的位置,构建所述约束条件,所述约束条件满足下述方程:

$$(X_{Lidar_fix}-X)^2+(Y_{Lidar_fix}-Y)^2+(Z_{Lidar_fix}-Z)^2=0$$
$$\frac{\partial X_{Lidar_fix}}{\partial X}=1$$
$$\frac{\partial Y_{Lidar_fix}}{\partial Y}=1 \quad ;$$
$$\frac{\partial Z_{Lidar_fix}}{\partial Z}=1$$

其中,所述 X_{Lidar_fix} 表示所述GNSS接收机在所述直角坐标系的x坐标,所述 Y_{Lidar_fix} 表示所述GNSS接收机在所述直角坐标系的y坐标、所述 Z_{Lidar_fix} 表示所述GNSS接收机在所述直角坐标系的z坐标,所述X表示待求解的第二定位结果的x坐标、所述Y表示待求解的第二定位结果的y坐标、所述Z表示待求解的第二定位结果的z坐标。

定位方法及装置

技术领域

[0001] 本申请实施例涉及自动驾驶技术领域,尤其涉及一种定位方法及装置。

背景技术

[0002] 目前,定位系统在无人车自动驾驶和辅助驾驶过程中起着举足轻重的作用,其它模块,例如感知、路径规划等模块都不同程度地基于定位系统产生的定位结果来进行相应的操作。定位的准确性成为影响自动驾驶或辅助驾驶成败的关键因素之一。

[0003] 全球卫星导航系统(Global Navigation Satellite System,GNSS)是常见的定位系统,基于GNSS的定位技术主要包括实时载波相位差分(Real-time kinematic,RTK)技术和精密单点定位(precise point positioning,PPP)技术。其中,RTK技术中,利用GNSS基站和车辆相距较近、GNSS观测误差存在较强相关的特点,在GNSS基站和车辆之间进行差分RTK定位,对车辆实现厘米级精度的定位。为了快速得到准确的定位结果,需要部署大量的GNSS基站。PPP技术中,利用厘米级高精度的卫星轨道、钟差和车端GNSS观测值,对车辆实现厘米级精度的定位。但是,由于待估计的参数较多,而且卫星几何结构变化慢,需要约半个小时的收敛时间。

[0004] 显然,如何提供一种不依赖GNSS基站,且收敛速度快的定位方法,视为业界亟待解决的问题。

发明内容

[0005] 本申请实施例提供一种定位方法及装置,通过融合激光雷达定位加速PPP定位的收敛速度,实现不依赖GNSS基站且快速精确定位的目的。

[0006] 第一方面,本申请实施例提供一种定位方法,包括:利用车辆当前定位时刻的点云数据确定第一定位结果,所述第一定位结果用于指示所述当前定位时刻所述车辆在预先构建的激光点云反射值地图中的位置;利用所述第一定位结果构建约束条件,所述约束条件用于指示根据所述第一定位结果确定出的车载GNSS接收机的位置与第二定位结果之间的位置关系,所述第二定位结果用于指示所述当前定位时刻所述车辆在直角坐标系下的位置;利用所述约束条件结合所述车载GNSS接收机的观测数据进行精密单点定位PPP,得到所述第二定位结果;利用所述第二定位结果控制所述车辆。采用该种方案,将Lidar定位技术与GNSS-PPP定位技术结合,实现不依赖GNSS基站的目的,同时,利用Lidar定位技术的定位结果构建能够加快利用观测数据解算接收机位置的收敛速度的约束条件,避免收敛速度过慢的弊端。由此,通过融合激光雷达定位加速GNSS-PPP定位的收敛速度,实现不依赖GNSS基站且快速精确定位的目的。

[0007] 一种可行的设计中,所述利用所述第一定位结果构建约束条件,包括:根据所述第一定位结果确定所述GNSS接收机在所述直角坐标系的位置;根据所述GNSS接收机在所述直角坐标系的位置,构建所述约束条件,所述约束条件满足下述方程:

$$(X_{Lidar_fix}-X)^2+(Y_{Lidar_fix}-Y)^2+(Z_{Lidar_fix}-Z)^2=0$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial X_{Lidar_fix}}{\partial X} &=1 \\ [0008] \quad \frac{\partial Y_{Lidar_fix}}{\partial Y} &=1 \quad ; \\ \frac{\partial Z_{Lidar_fix}}{\partial Z} &=1 \end{aligned}$$

[0009] 其中,所述 X_{Lidar_fix} 表示所述车载GNSS接收机在所述直角坐标系的x坐标,所述 Y_{Lidar_fix} 表示所述车载GNSS接收机在所述直角坐标系的y坐标、所述 Z_{Lidar_fix} 表示所述GNSS接收机在所述直角坐标系的z坐标,所述X表示待求解的第二定位结果的x坐标、所述Y表示待求解的第二定位结果的y坐标、所述Z表示待求解的第二定位结果的z坐标。采用该种方案,通过融合激光雷达定位加速GNSS-PPP定位的收敛速度,实现不依赖GNSS基站且快速精确定位的目的。

[0010] 一种可行的设计中,所述利用所述约束条件结合所述观测数据进行精密单点定位PPP,得到第二定位结果,包括:利用所述观测数据构建观测方程;利用所述观测方程结合所述约束条件进行PPP定位,得到所述第二定位结果,所述观测方程如下:

$$[0011] \quad \lambda\phi = r + l \cdot dx + dt \cdot C + T + I + \varepsilon + \lambda \cdot N$$

$$[0012] \quad \rho = r + l \cdot dx + dt \cdot C + T - I + \varepsilon$$

[0013] 其中, ρ 表示卫星与所述车辆的伪距, N 表示载波相位的整周模糊度, r 表示所述卫星与所述GNSS接收机的距离, l 表示观测方向余弦, dt 表示卫星与车载GNSS接收机的钟差修正量, T 表示对流层偏差, I 表示电离层偏差, ε 表示噪声常数, dx 表示待估计状态量,包括坐标增量和钟差变化; C 表示真空中的光速。采用该种方案,通过融合激光雷达定位加速GNSS-PPP定位的收敛速度,实现不依赖GNSS基站且快速精确定位的目的。

[0014] 一种可行的设计中,所述利用车辆当前定位时刻的点云数据确定第一定位结果,包括:将所述点云数据从车体坐标系转换至世界坐标系,得到转换数据;将所述转换数据投影至所述激光点云反射值地图,得到投影区域;根据所述投影区域,从所述激光点云反射值地图中确定多个待匹配区域;确定所述投影区域与各所述待匹配区域的匹配概率,得到多个匹配概率;根据所述多个匹配概率,确定所述第一定位结果。采用该种方案,实现利用点云数据确定出第一定位结果的目的。

[0015] 一种可行的设计中,所述根据所述多个匹配概率,确定所述第一定位结果,包括:确定所述多个匹配概率中每个匹配概率的预测概率,得到多个预测概率,每一所述预测概率是所述当前定位时刻之前的第一个定位时刻对应的匹配概率;利用所述多个匹配概率各自对应的预测概率,更新所述多个匹配概率中的各匹配概率,得到多个更新后的匹配概率;从所述多个更新后的匹配概率中,确定出最大匹配概率;利用所述最大匹配概率对应的待匹配区域,确定所述第一定位结果。采用该种方案,提高第一定位结果的准确性。

[0016] 一种可行的设计中,所述利用所述多个匹配概率各自对应的预测概率,更新所述多个匹配概率中的各匹配概率,得到多个更新后的匹配概率,包括:对于每一所述匹配概

率,利用预设的归一化系数、所述匹配概率、所述匹配概率对应的预测概率的乘积,确定所述更新后的匹配概率。采用该种方案,实现提高第一定位结果的准确性的目的。

[0017] 一种可行的设计中,所述利用所述约束条件结合所述车载GNSS接收机的观测数据进行精密单点定位PPP,得到所述第二定位结果之前,还包括:构建伪距和载波单差观测方程;利用所述伪距和载波单差观测方程过滤所述观测数据,以滤除所述观测数据中的误差数据。采用该种方案,通过过滤掉误差较大的数据,实现提高第二定位结果的准确性的目的。

[0018] 一种可行的设计中,所述利用所述约束条件结合所述车载GNSS接收机的观测数据进行精密单点定位PPP,得到所述第二定位结果之前,还包括:构建伪距和载波单差观测方程;利用所述伪距和载波单差观测方程过滤所述观测数据,以滤除所述观测数据中的误差数据。采用该种方案,通过过滤掉误差较大的数据,实现提高第二定位结果的准确性的目的。

[0019] 一种可行的设计中,所述利用车辆当前定位时刻的点云数据确定第一定位结果之前,还包括:将地球表面在世界坐标系的地平面划分为相同大小和形状的多个地图区域;将所述多个地区区域中的每个地图区域划分为大小和形状相同的多个地图网格;在所述多个地图网格中的每个地图网格中存储与之对应的地图数据。采用该种方案,实现离线构建出激光反射值地图的目的。

[0020] 一种可行的设计中,所述地图数据包括下述数据中的至少一种:所述地图网格对应的定位位置内的各激光点的激光反射强度值的均值、所述地图网格对应的定位位置内的各激光点的激光反射强度值的方差、所述地图网格对应的定位位置内的激光点的数量。

[0021] 第二方面,本申请实施例提供一种定位装置,包括:

[0022] 确定模块,用于利用车辆当前定位时刻的点云数据确定第一定位结果,所述第一定位结果用于指示所述当前定位时刻所述车辆在预先构建的激光点云反射值地图中的位置;

[0023] 第一构建模块,用于利用所述第一定位结果构建约束条件,所述约束条件用于指示根据所述第一定位结果确定出的车载GNSS接收机的位置与第二定位结果之间的位置关系,所述第二定位结果用于指示所述当前定位时刻所述车辆在直角坐标系下的位置;

[0024] 定位模块,用于利用所述约束条件结合所述车载GNSS接收机的观测数据进行精密单点定位PPP,得到所述第二定位结果;

[0025] 控制模块,用于利用所述第二定位结果控制所述车辆。

[0026] 一种可行的设计中,所述第一构建模块,用于根据所述第一定位结果确定所述GNSS接收机在所述直角坐标系的位置,根据所述GNSS接收机在所述直角坐标系的位置,构建所述约束条件,所述约束条件满足下述方程:

$$[0027] \quad (X_{Lidar_fix} - X)^2 + (Y_{Lidar_fix} - Y)^2 + (Z_{Lidar_fix} - Z)^2 = 0$$

$$[0028] \quad \frac{\partial X_{Lidar_fix}}{\partial X} = 1$$

$$[0029] \quad \frac{\partial Y_{Lidar_fix}}{\partial Y} = 1$$

$$[0030] \quad \frac{\partial Z_{Lidar_fix}}{\partial Z} = 1;$$

[0031] 其中,所述 X_{Lidar_fix} 表示所述车载GNSS接收机在所述直角坐标系的x坐标,所述 Y_{Lidar_fix} 表示所述车载GNSS接收机在所述直角坐标系的y坐标、所述 Z_{Lidar_fix} 表示所述GNSS接收机在所述直角坐标系的z坐标,所述X表示待求解的第二定位结果的x坐标、所述Y表示待求解的第二定位结果的y坐标、所述Z表示待求解的第二定位结果的z坐标。

[0032] 一种可行的设计中,所述定位模块,用于利用所述观测数据构建观测方程;利用所述观测方程结合所述约束条件进行PPP定位,得到所述第二定位结果,所述观测方程如下:

$$[0033] \quad \begin{aligned} \lambda\phi &= r + l \cdot dx + dt \cdot C + T + I + \varepsilon + \lambda \cdot N \\ \rho &= r + l \cdot dx + dt \cdot C + T - I + \varepsilon \end{aligned};$$

[0034] 其中, ρ 表示卫星与所述车辆的伪距,N表示载波相位的整周模糊度,r表示所述卫星与所述GNSS接收机的距离,l表示观测方向余弦,dt表示卫星与车载GNSS接收机的钟差修正量,T表示对流层偏差,I表示电离层偏差, ε 表示噪声常数,dx表示待估计状态量,包括坐标增量和钟差变化;C表示真空中的光速。

[0035] 一种可行的设计中,所述确定模块,用于将所述点云数据从车体坐标系转换至世界坐标系,得到转换数据,将所述转换数据投影至所述激光点云反射值地图,得到投影区域,确定所述投影区域与各所述待匹配区域的匹配概率,得到多个匹配概率;根据所述多个匹配概率,确定所述第一定位结果。

[0036] 一种可行的设计中,所述确定模块,在根据所述多个匹配概率,确定所述第一定位结果时,用于确定所述多个匹配概率中每个匹配概率的预测概率,得到多个预测概率,每一所述预测概率是所述当前定位时刻之前的第一个定位时刻对应的匹配概率,利用所述多个匹配概率各自对应的预测概率,更新所述多个匹配概率中的各匹配概率,得到多个更新后的匹配概率,从所述多个更新后的匹配概率中,确定出最大匹配概率,利用所述最大匹配概率对应的待匹配区域,确定所述第一定位结果。

[0037] 一种可行的设计中,所述确定模块,在利用所述多个匹配概率各自对应的预测概率,更新所述多个匹配概率中的各匹配概率,得到多个更新后的匹配概率时,对于每一所述匹配概率,利用预设的归一化系数、所述匹配概率、所述匹配概率对应的预测概率的乘积,确定所述更新后的匹配概率。

[0038] 一种可行的设计中,上述的装置还包括:第二构建模块,用于在所述定位模块利用所述约束条件结合所述车载GNSS接收机的观测数据进行精密单点定位PPP,得到所述第二定位结果之前,构建伪距和载波单差观测方程,利用所述伪距和载波单差观测方程过滤所述观测数据,以滤除所述观测数据中的误差数据。

[0039] 一种可行的设计中,上述的装置还包括:第三构建模块,用于在所述确定模块利用车辆当前定位时刻的点云数据确定第一定位结果之前,将地球表面在世界坐标系的地平面划分为相同大小和形状的多个地图区域,将所述多个地区区域中的每个地图区域划分为大小和形状相同的多个地图网格,在所述多个地图网格中的每个地图网格中存储与之对应的地图数据。

[0040] 一种可行的设计中,所述地图数据包括下述数据中的至少一种:所述地图网格对

应的定位位置内的各激光点的激光反射强度值的均值、所述地图网格对应的定位位置内的各激光点的激光反射强度值的方差、所述地图网格对应的定位位置内的激光点的数量。

[0041] 第三方面,本申请实施例提供一种电子设备,包括:

[0042] 至少一个处理器;以及

[0043] 与所述至少一个处理器通信连接的存储器;其中,

[0044] 所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器能够执行第一方面或第一方面任意可能实现的方法。

[0045] 第四方面,本申请实施例提供一种计算机程序产品,所述程序产品包括:计算机程序,所述计算机程序存储在可读存储介质中,电子设备的至少一个处理器可以从所述可读存储介质读取所述计算机程序,所述至少一个处理器执行所述计算机程序使得电子设备执行第一方面所述的方法。

[0046] 第五方面,本申请实施例提供一种存储有计算机指令的非瞬时计算机可读存储介质,所述非瞬时计算机可读存储介质中存储有指令,当其在电子设备上运行时,使得电子设备执行如上述第一方面或第一方面的各种可能的实现方式中的方法。

[0047] 第六方面,本申请实施例提供一种定位方法,包括:利用车辆上的激光雷达获取点云数据;利用所述点云数据确定第一定位结果,所述第一定位结果用于指示所述当前定位时刻所述车辆在预先构建的激光点云反射值地图中的位置;利用所述第一定位结果构建约束条件,以加速利用所述车辆上的全球卫星系统GNSS接收机采集到的观测数据解算接收机位置的收敛速度,得到第二定位结果,所述第二定位结果用于指示所述当前定位时刻所述车辆在直角坐标系下的位置。

[0048] 上述申请中的一个实施例具有如下优点或有益效果:将Lidar定位技术与GNSS-PPP定位技术结合,实现不依赖GNSS基站的目的,同时,利用Lidar定位技术的定位结果构建能够加快利用观测数据解算接收机位置的收敛速度的约束条件,避免收敛速度过慢的弊端。由此,通过融合激光雷达定位加速GNSS-PPP定位的收敛速度,实现不依赖GNSS基站且快速精确定位的目的。

[0049] 上述可选方式所具有的其他效果将在下文中结合具体实施例加以说明。

附图说明

[0050] 附图用于更好地理解本方案,不构成对本申请的限定。其中:

[0051] 图1是本申请实施例提供的定位方法的运行环境示意图;

[0052] 图2是本申请实施例提供的定位方法的流程图;

[0053] 图3是本申请实施例提供的定位方法的过程示意图;

[0054] 图4是本申请实施例提供的定位方法中计算匹配概率的示意图;

[0055] 图5为本申请实施例提供的定位装置的结构示意图;

[0056] 图6是本申请实施例提供的另一种定位装置的结构示意图;

[0057] 图7是用来实现本申请实施例的定位方法的电子设备的框图。

具体实施方式

[0058] 以下结合附图对本申请的示范性实施例做出说明,其中包括本申请实施例的各种细节以助于理解,应当将它们认为仅仅是示范性的。因此,本领域普通技术人员应当认识到,可以对这里描述的实施例做出各种改变和修改,而不会背离本申请的范围和精神。同样,为了清楚和简明,以下的描述中省略了对公知功能和结构的描述。

[0059] 自动驾驶和无人驾驶中,定位技术尤为重要,精确的定位结果能够极大程度上保障安全。常见的定位技术包括GNSS定位技术和激光雷达(Lidar)点云定位技术等。其中,GNSS定位技术又包括GNSS-RTK定位技术和GNSS-PPP定位技术。GNSS-RTK定位技术虽然能够实现厘米级精度的定位,但是,为了快速得到准确的定位结果,需要部署大量的GNSS基站,使得车辆行驶过程中,几十公里范围内均有GNSS基站;GNSS-PPP定位技术无需大量部署GNSS基站,但是由于待估计的参数较多,而且卫星几何结构变化慢,需要约半个小时的收敛时间;lidar点云定位技术中,基于环境反射的Lidar点云数据,提取环境特征,如点、线、面、反射值等,将该些环境特征与预置环境特征数据库或前后历元环境特征数据进行特征匹配,得到全局或相对位置(pose),实现厘米级精度的定位。但是,在环境特征少或环境特征时变特性较强的区域,匹配算法稳定性和精度都将严重衰减,无法提供高精度稳定性的定位结果。

[0060] 有鉴于此,本申请实施例提供一种定位方法及装置,通过融合激光雷达定位加速GNSS-PPP定位的收敛速度,实现不依赖GNSS基站且快速精确定位的目的。

[0061] 图1是本申请实施例提供的定位方法的运行环境示意图。请参照图1,该运行环境包括车辆、设置在车辆上的车载激光雷达(Lidar)、车载GNSS接收机以及卫星等。虽然图1所示车载激光雷达位于车辆最前方,实际实现时,可以灵活设置车载激光雷达的位置,例如,可以将其设置在车辆的顶部。

[0062] 图1中,车辆的存储器上预先存储激光点云反射值地图,该激光点云反射值地图可以是预先利用采集车采集地球表面,或地球表面一定区域内的环境特征等生成的。车辆运行过程中,每个定位时刻,车载GNSS接收机与卫星通信,得到观测数据,该观测数据至少包含卫星和车载GNSS接收机的距离,而且GNSS接收机在与卫星通信的过程中,还可以接收卫星在直角坐标系下的位置相关信息;同时,车载激光雷达扫描车辆周围环境得到点云数据,车辆利用该点云数据和激光点云反射值地图确定出第一定位结果,该第一定位结果准确度不是特别高。车辆利用该第一定位结构构件约束条件,并将该约束条件应用到GNSS-PPP定位技术中,加速利用观测数据解算接收机位置的收敛速度,得到GNSS-PPP的定位结果(即第二定位结果),以及其他参数,如卫星与GNSS接收机的钟差等。该过程中,通过利用Lidar采集的点云数据构建约束条件,将该约束条件应用于GNSS-PPP定位技术,从而加速利用观测数据解算接收机位置的收敛速度,实现不依赖GNSS基站且快速精确定位的目的。

[0063] 下面,在上述图1的基础上,对本申请实施例所述的定位方法进行详细说明。

[0064] 图2是本申请实施例提供的定位方法的流程图,本实施例是从定位装置的角度进行说明,该定位装置可以设置在车辆上,也可以设置在服务器上。当定位装置设置在服务器上时,车辆与服务器建立无线网络连接,如3G连接、4G连接、5G连接、WiFi连接、蓝牙连接、WiMAX连接等。以下若未做特征说明,均是以定位装置设置在车辆上为例对本申请实施例进行说明。本实施例包括:

[0065] 101、利用车辆当前定位时刻的点云数据确定第一定位结果。

[0066] 所述第一定位结果用于指示所述当前定位时刻所述车辆在预先构建的激光点云反射值地图中的位置。

[0067] 示例性的,每个定位时刻,车载Lidar采集点云数据并发送给定位装置,定位装置利用该点云数据确定一个较为准确的定位结果(以下称之为第一定位结果)。该过程包括两个步骤,步骤1,利用车辆上的车载GNSS接收机和惯性导航系统(Inertial Navigation System,INS)确定出一个粗略的、准确度不高的预测位置,该预测位置例如为一个米级精度的位置;步骤2、将预测位置作为点云数据投影在激光反射值地图上的矩形区域M的中心点O,利用该中心点O在激光反射值地图上找到第一定位结果。

[0068] 102、利用所述第一定位结果构建约束条件。

[0069] 其中,约束条件用于指示根据所述第一定位结果确定出的车载GNSS接收机的位置与第二定位结果之间的位置关系,所述第二定位结果用于指示所述当前定位时刻所述车辆在直角坐标系下的位置,构建约束条件的目的是为了加快利用观测数据解算接收机位置的收敛速度。

[0070] 103、利用所述约束条件结合所述观测数据进行精密单点定位PPP,得到第二定位结果。

[0071] 其中,所述第二定位结果用于指示所述当前定位时刻所述车辆在直角坐标系下的位置。

[0072] 示例性的,GNSS-PPP定位技术的实质是预先训练观测方程,该观测方程包括一些观测测量和一些待估计的参数,每个定位时刻的观测测量是已知的,待估计参数包括GNSS-PPP定位结果(以下称之为第二定位结果)。因此,可以根据一段时间内不同定位时刻的观测测量去求解观测方程,从而确定出各个待估计的参数,该段时间称之为收敛时间。现有技术中,由于待估计的参数比较多,导致收敛时间内长,进而导致收敛速度慢。为此,本申请实施例中,每个定位时刻,定位装置根据车载Lidar采集的点云数据确定出的第一定位结果,构建用于加速利用观测数据解算接收机位置的收敛速度的约束条件,进而快速确定出包括第二定位结果在内的各个待估计参数。

[0073] 104、利用所述第二定位结果控制所述车辆。

[0074] 本申请实施例中,相较于第一定位结果,第二定位结果的精度更高,更准确。因此,根据该第二定位结果,可以更加准确的控制车辆的运行,提高交通安全性。

[0075] 本申请实施例提供的定位方法,利用激光雷达采集的点云数据结合激光点云反射值地图确定出第一定位结果,利用该第一定位结果构建用于加速利用观测数据解算接收机位置的收敛速度的约束条件,利用该约束条件结合GNSS接收机的观测数据进行GNSS-PPP定位,得到第二定位结果。采用该种方案,将Lidar定位技术与GNSS-PPP定位技术结合,实现不依赖GNSS基站的目的,同时,利用Lidar定位技术的定位结果构建能够加快用于加速利用观测数据解算接收机位置的收敛速度的约束条件,避免收敛速度过慢的弊端。由此,通过融合激光雷达定位加速GNSS-PPP定位的收敛速度,实现不依赖GNSS基站且快速精确定位的目的。

[0076] 根据上述可知:本申请实施例提供的定位方法,主要是将Lidar定位技术和GNSS-PPP定位技术相结合,而Lidar定位技术中需要用到激光反射值地图,该激光反射值地图可

以是预先离线构建并加载在车辆上的。由此可知：本申请实施例提供的定位方法包括构建激光反射值地图、基于Lidar定位技术确定第一定位结果、基于观测数据进行GNSS-PPP定位三部分，其中，基于观测数据进行GNSS-PPP定位用到了约束条件。示例性的，可参见图3，图3是本申请实施例提供的定位方法的过程示意图。下面，结合图3对三部分分别进行详细说明。

[0077] 首先，离线构建激光反射值地图。

[0078] 一种可行的实现方式中，构建激光反射值地图可通过如下方式实现：将地球表面在世界坐标系的地平面划分为相同大小和形状的多个地图区域，将所述多个地区区域中的每个地图区域划分为大小和形状相同的多个地图网格，在所述多个地图网格中的每个地图网格中存储与之对应的地图数据，所述地图数据包括所述地图网格对应的定位位置内的各激光点的激光反射强度值的均值、所述地图网格对应的定位位置内的各激光点的激光反射强度值的方差、所述地图网格对应的定位位置内的激光点的数量。

[0079] 示例性的，该步骤是一个离线的预处理过程。预处理过程中，将整个世界坐标系划分为固定大小和形状的块(map_node)，也可以称之为地区区域，每个map_node覆盖一定的范围，其中，世界坐标系例如为横墨卡托(Universal Transverse Mercator, UTM)坐标系。这样一来，在已知map_node的大小和排列规则时，根据一个坐标就能计算出该坐标所在的map_node，即该坐标所在的地图区域。将世界坐标系划分为多个地区区域后，再将每个地图区域划分为 $m \times n$ 个地图网格(map_cell)，例如，将每一个地图区域划分成 1024×1024 个地图网格。之后，将采集车采集到的点云数据中，落入同一个地图网格中的点云数据做聚合，每个地图网格里存储聚合后的数据，使得无论激光点有多少，每个地图区域中的数据量是固定的。每个地图网格中存储与之对应的地图数据，地图数据包括与该地图网格对应的定位位置内的各激光点的激光反射值强度的均值、与该地图网格对应的定位位置内的各激光点的激光反射强度值的方差、与该地图网格对应的定位位置内的激光点的数量。

[0080] 采用该种方案，实现离线构建出激光反射值地图的目的。

[0081] 其次，基于Lidar定位技术确定第一定位结果。

[0082] 请参照图3，该部分包括如下步骤：

[0083] 201、获取Lidar点云数据。

[0084] Lidar点云数据即为上述步骤101中的点云数据。车载激光雷达在每个定位时刻扫描车辆周围的环境，生成点云数据。

[0085] 202、点云数据转换。

[0086] 示例性的，车载激光雷达获取到的点云数据位于车体坐标系下，而激光反射值地图是基于世界坐标系的，为了能够同预先制作出的激光反射值地图做匹配，需要按照激光反射值地图数据的组织形式来处理实时获取到的点云数据，即对点云数据进行地图区域的划分，并进一步的对地图区域进行地图网格的划分。因此，每个定位时刻，需要将点云数据从车体坐标系转换至世界坐标系，进行地图区域划分和地图网格划分得到转换数据。

[0087] 203、计算点云反射值匹配概率。

[0088] 示例性的，可参见图4，图4是本申请实施例提供的定位方法中计算匹配概率的示意图。请参照图4，下方大面积的格子为激光反射值地图包含的地图区域，上方的M为点云数据投影在激光反射值地图上的矩形区域。定位装置利用车辆上的INS确定出一个粗略的预

测位置,将该预测位置用于指示车辆在激光反射值地图中的大概位置,如图4中矩形区域M上的中心点0,得到该预测位置后,就可以在激光反射值地图上确定出点云数据对应的投影区域。之后,就可以根据所述投影区域,从所述激光点云反射值地图中确定多个待匹配区域,确定所述投影区域与各所述待匹配区域的匹配概率,得到多个匹配概率,根据所述多个匹配概率,确定所述第一定位结果。

[0089] 再请参照图4,矩形区域M为一个包含 5×5 个地图网格的区域,每个地图网格里记录了该地图网格的对应的定位位置内的各激光点的激光反射强度值的均值、方差和激光点的数量。由于0点并不准确,因此,需要重新估计。估计过程中,首先,利用中心点0从激光反射值地图中确定出地图区域(map_node)以及中心点0所在的地图网格(以下称之为第一地图网格),将该地图网格以及周围一定范围内的地图网格(以下称之为第二地图网格)作为可能与第一网格匹配的地图网格,第二地图网格如图中标注了1、2、3、4、5、6、……16的地图网格;然后,从激光反射值地图上,以各第二网格为中心,确定出多个与矩形区域M大小和形状相同的矩形区域作为待匹配区域,即16个到匹配区域;接着,计算矩形区域M和各待匹配区域的匹配概率,从而得到16个匹配概率;最后,根据所述多个匹配概率,确定所述第一定位结果。

[0090] 其中,计算M中心点0与地图点(x,y)匹配概率时,可利用如下公式(1):

$$P(z | x, y) = \alpha \frac{\sum_{i,j} \left| \mu_{i-x, j-y}^m - \mu_{i,j}^r \right| \cdot N_{i,j}^r}{\sum_{i,j} N_{i,j}^r} \quad (1);$$

[0092] 其中,(x,y)表示待匹配区域的中心点,(i,j)表示待匹配区域中一个小格子的坐标,z代表全部当前帧测量值, $P(z|x,y)$ 是根据当前帧的测量值估测出的车辆当前处于待匹配区域的匹配概率。测量值中, $\mu_{i-x, j-y}^m$ 表示待匹配区域中(x,y)格子的反射值均值,

$\mu_{i,j}^r$ 表示矩形区域M内激光反射强度值的均值; $N_{i,j}^r$ 表示矩形区域M中激光点的数量, α

为一个常数。继续以待匹配区域为16个为例,由于16个待匹配区域的(x,y)不同,因此,利用上述的公式(1),可以得到16个 $P(z|x,y)$,即16个匹配概率。

[0093] 本申请实施例中,在利用公式(1)计算出多个匹配概率后,可从该些匹配概率中确定出最大匹配概率,利用最大匹配概率对应的待匹配区域确定第一定位结果。可选的,为了提高准确性,还可以对该些匹配概率进行更新,从各更新后的匹配概率中确定出最大匹配概率,利用最大匹配概率对应的待匹配区域确定第一定位结果,示例性,可参见步骤204。

[0094] 204、基于直方图滤波器更新匹配概率。

[0095] 更新匹配概率的过程中,确定所述多个匹配概率中每个匹配概率的预测概率,得到多个预测概率,所述预测概率是所述当前定位时刻之前的第一个定位时刻对应的匹配概率,利用所述多个匹配概率各自对应的预测概率,更新所述多个匹配概率中的各匹配概率,

得到多个更新后的匹配概率。

[0096] 示例性的,上述步骤203中利用公式(1)计算出的 $P(z|x,y)$,是根据当前帧的测量值估测的待匹配概率与矩形区域M的匹配概率。定位装置同时维护一个预测概率 $\bar{P}(x,y)$,该预测概率 $\bar{P}(x,y)$ 是指不考虑当前帧测量值而仅根据历史值,推测出的车辆位于待匹配区域的概率。利用上述步骤203得到多个匹配概率后,对于每一个匹配概率,利用公式(2)进行更新:

$$[0097] \quad P(x,y) = \eta P(z|x,y) \bar{P}(x,y) \quad (2);$$

[0098] 其中, $P(x,y)$ 表示对 $P(z|x,y)$ 进行更新后的更新概率 $P(x,y)$, η 表示归一化系数。继续沿用上述的例子,当待匹配区域为16个时,利用公式(2),可得到16个更新后的匹配概率。

[0099] 205、基于更新后的匹配概率计算第一定位结果。

[0100] 示例性的,定位装置从所述多个更新后的匹配概率中,确定出最大匹配概率,利用所述最大匹配概率对应的待匹配区域,确定所述第一定位结果。假设上述步骤204中,更新后的匹配概率中,最大匹配概率为 $P_{\max}(x,y)$,则可以利用公式(3)确定出第一定位结果。公式(3)如下:

$$[0101] \quad \bar{x} = \frac{\sum_{x,y} P_{\max}(x,y)^\alpha \cdot x}{\sum_{x,y} P_{\max}(x,y)^\alpha}, \bar{y} = \frac{\sum_{x,y} P_{\max}(x,y)^\alpha \cdot y}{\sum_{x,y} P_{\max}(x,y)^\alpha} \quad (3);$$

[0102] 其中, \bar{x} 、 \bar{y} 分别表示第一定位结果中的横坐标和纵坐标, α 是一个常数参数。

[0103] 采用该种方案,实现利用车载雷达实时确定出车辆在激光点云反射值地图中的位置的目的。

[0104] 最后,基于观测数据进行GNSS-PPP定位。

[0105] 请参照图3,该部分包括如下步骤:

[0106] 301、获取观测数据。

[0107] 示例性的,车辆上的车载GNSS接收机可以从卫星得到观测数据。

[0108] 302、基于载波时间差分周条跳探测和修复。

[0109] 示例性的,可以利用预测位置对GNSS接收机进行周跳检测与修复。实际实现中,在使用每颗卫星对应的观测数据进行定位时,可以首先基于载波时间差分进行周跳探测与位移估计。例如,可以在相邻历元(即上一定位时刻与当前定位时刻)间构建伪距和载波单差观测方程,这两个方程如公式(4):

$$[0110] \quad \begin{aligned} \rho_{k,k-1}^i &= r_{k,k-1}^i + l_{k,k-1}^i \cdot dx + dt_{k,k-1} \cdot C + T_{k,k-1}^i + I_{k,k-1}^i + \varepsilon \\ \lambda \phi_{k,k-1}^i + \lambda \cdot N_{k,k-1}^i &= r_{k,k-1}^i + l_{k,k-1}^i \cdot dx + dt_{k,k-1} \cdot C + T_{k,k-1}^i - I_{k,k-1}^i + \varepsilon \end{aligned} \quad (4);$$

[0111] 其中, $k-1$ 表示上一定位时刻, k 表示当前定位时刻, i 表示卫星的标识, $\rho_{k,k-1}^i$ 表示卫地的伪距的变化值, $r_{k,k-1}^i$ 表示卫地距离的变化值, $dt_{k,k-1}$ 表示卫星与车载GNSS接收机的钟差

修正量, $T_{k,k-1}^i$ 表示对流层延迟的变化造成的观测距离偏差, $I_{k,k-1}^i$ 表示电离层延迟的变化造成的观测距离偏差, ε 表示噪声常数, $\varphi_{k,k-1}^i$ 表示GNSS接收机观测的相位变化, $N_{k,k-1}^i$ 表示载波相位的周跳值, $l_{k,k-1}^i$ 表示观测方向余弦, dx 表示待估计状态量, 包括坐标增量和钟差变化; C 表示真空中的光速。

[0112] 当GNSS接收机的更新频率较大, 如10Hz时, 在一次更新中可认为对流层和电离层的变化不大, 令公式(4)中的电离层误差和对流层误差等于0, 则可以得到公式(5):

$$\begin{aligned} \rho_{k,k-1}^i &= r_{k,k-1}^i + l_{k,k-1}^i \cdot dx + dt_{k,k-1} \cdot C + \varepsilon \\ \lambda \varphi_{k,k-1}^i + \lambda \cdot N_{k,k-1}^i &= r_{k,k-1}^i + l_{k,k-1}^i \cdot dx + dt_{k,k-1} \cdot C + \varepsilon \end{aligned} \quad (5)$$

[0114] 对公式(5)进行计算, 可以得到 $N_{k,k-1}^i$ 的值, 如果未发生跳变, 则 $N_{k,k-1}^i = 0$ 。

[0115] 基于公式(5), 利用抗差估计对 dx 、 $dt_{k,k-1}$ 进行估计, 并修复存在周跳的载波相位观测值。

[0116] 以GNSS接收机的更新频率为10Hz为例, GNSS接收机每0.1秒采集一次观测数据, 可能由于跳变等原因, 每次采集的观测数据中存在不准确的数据。因此, 可以通过公式(4)和公式(5), 对观测数据进行做差、消除误差等, 对连续来的观测数据进行预处理, 之后, 利用预处理后的观测数据构建观测方程, 即执行步骤303。

[0117] 303、构建GNSS观测方程。

[0118] 示例性的, 利用上述步骤302得到的预处理后的观测数据构建如公式(6)所示的观测方程:

$$\begin{aligned} \lambda \varphi &= r + l \cdot dx + dt \cdot C + T + I + \varepsilon + \lambda \cdot N \\ \rho &= r + l \cdot dx + dt \cdot C + T - I + \varepsilon \end{aligned} \quad (6)$$

[0120] 定位装置根据车载GNSS接收机的观测数据、高精度卫星钟差和轨道以及相位和码偏差改正的产品组成观测方程。

[0121] 上述公式(4)、公式(5)和公式(6)中, 等号左边是已知的观测量, 右边是待求解的参数, r 是GNSS-PPP得到的定位结果(即待求解的第二定位结果)和卫星之间的距离, 假设第二定位结果在直角坐标系下表示为 (X, Y, Z) , 则公式(6)中标识为 i 的卫星和GNSS接收机之间的距离 r , 可以利用第二定位结果卫星的坐标得到。假设标识为 i 的卫星在直角坐标系下的坐标为 (X_i, Y_i, Z_i) , 则 $r = \sqrt{(X - X_i)^2 + (Y - Y_i)^2 + (Z - Z_i)^2}$ 。由此可知: 现有的GNSS-PPP技术根据公式(6), 经过一段时间的收敛, 是能够得到第二定位结果的, 只是由于公式(6)等号右边待求解的参数较多, 导致收敛速度慢。

[0122] 为了加快收敛速度, 本申请实施例引入了约束方程, 即执行步骤304。

[0123] 304、添加约束方程。

[0124] 示例性的, 定位装置根据所述第一定位结果确定所述GNSS接收机在所述直角坐标系的位置, 根据所述GNSS接收机在所述直角坐标系的位置, 构建所述约束条件, 所述约束条件满足下述公式(7):

$$(X_{Lidar_fix}-X)^2+(Y_{Lidar_fix}-Y)^2+(Z_{Lidar_fix}-Z)^2=0$$

$$\frac{\partial X_{Lidar_fix}}{\partial X}=1$$

[0125] $\frac{\partial Y_{Lidar_fix}}{\partial Y}=1$ (7) ;

$$\frac{\partial Z_{Lidar_fix}}{\partial Z}=1$$

[0126] 其中,所述 X_{Lidar_fix} 、 Y_{Lidar_fix} 、 Z_{Lidar_fix} 表示所述GNSS接收机在所述直角坐标系的位置,所述X、Y、Z表示所述第二定位结果。

[0127] 示例性的,第一定位结果是基于上述的公式(3)得到,该第一定位结果位于世界坐标系,如UTM坐标系,是一个平面坐标,可以将该第一定位结果结合高差等,转换至直角坐标系,得到GNSS接收机在直角坐标系下的位置(X_{Lidar_fix} , Y_{Lidar_fix} , Z_{Lidar_fix})。

[0128] 305、执行GNSS-PPP定位,得到第二定位结果。

[0129] 示例性的,定位装置得到约束方程(7)后,在该约束方程(7)的约束下,利用观测数据对公式(6)快速收敛,从而得到第二定位结果等参数。

[0130] 采用该种方案,实现构建出用于加速利用观测数据解算接收机位置的收敛速度约束条件的目的。

[0131] 图5为本申请实施例提供的定位装置的结构示意图。该装置可以集成在电子设备中或通过电子设备实现,电子设备可以终端设备或服务器等。如图5所示,在本实施例中,该定位装置100可以包括:

[0132] 确定模块11,用于利用车辆当前定位时刻的点云数据确定第一定位结果,所述第一定位结果用于指示所述当前定位时刻所述车辆在预先构建的激光点云反射值地图中的位置;

[0133] 第一构建模块12,用于利用所述第一定位结果构建约束条件,所述约束条件用于指示根据所述第一定位结果确定出的车载GNSS接收机的位置与第二定位结果之间的位置关系,所述第二定位结果用于指示所述当前定位时刻所述车辆在直角坐标系下的位置;

[0134] 定位模块13,用于利用所述约束条件结合所述车载GNSS接收机的观测数据进行精密单点定位PPP,得到所述第二定位结果;

[0135] 控制模块14,用于利用所述第二定位结果控制所述车辆。

[0136] 一种可行的设计中,所述第一构建模块12,用于根据所述第一定位结果确定所述GNSS接收机在所述直角坐标系的位置,根据所述GNSS接收机在所述直角坐标系的位置,构建所述约束条件,所述约束条件满足下述方程:

$$(X_{Lidar_fix} - X)^2 + (Y_{Lidar_fix} - Y)^2 + (Z_{Lidar_fix} - Z)^2 = 0$$

$$\frac{\partial X_{Lidar_fix}}{\partial X} = 1$$

$$\frac{\partial Y_{Lidar_fix}}{\partial Y} = 1$$

$$\frac{\partial Z_{Lidar_fix}}{\partial Z} = 1$$

[0137] 其中,所述 X_{Lidar_fix} 表示所述车载GNSS接收机在所述直角坐标系的x坐标,所述 Y_{Lidar_fix} 表示所述车载GNSS接收机在所述直角坐标系的y坐标、所述 Z_{Lidar_fix} 表示所述GNSS接收机在所述直角坐标系的z坐标,所述X表示待求解的第二定位结果的x坐标、所述Y表示待求解的第二定位结果的y坐标、所述Z表示待求解的第二定位结果的z坐标。

[0138] 一种可行的设计中,所述定位模块13,用于利用所述观测数据构建观测方程;利用所述观测方程结合所述约束条件进行PPP定位,得到所述第二定位结果,所述观测方程如下:

$$\lambda\phi = r + l \cdot dx + dt \cdot C + T + I + \varepsilon + \lambda \cdot N$$

$$\rho = r + l \cdot dx + dt \cdot C + T - I + \varepsilon$$

[0139] 其中, ρ 表示卫星与所述车辆的伪距,N表示载波相位的整周模糊度,r表示所述卫星与所述GNSS接收机的距离,l表示观测方向余弦,dt表示卫星与车载GNSS接收机的钟差修正量,T表示对流层偏差,I表示电离层偏差, ε 表示噪声常数,dx表示待估计状态量,包括坐标增量和钟差变化;C表示真空中的光速。

[0140] 一种可行的设计中,所述确定模块11,用于将所述点云数据从车体坐标系转换至世界坐标系,得到转换数据,将所述转换数据投影至所述激光点云反射值地图,得到投影区域,确定所述投影区域与各所述待匹配区域的匹配概率,得到多个匹配概率;根据所述多个匹配概率,确定所述第一定位结果。

[0141] 一种可行的设计中,所述确定模块11,在根据所述多个匹配概率,确定所述第一定位结果时,用于确定所述多个匹配概率中每个匹配概率的预测概率,得到多个预测概率,每一所述预测概率是所述当前定位时刻之前的第一个定位时刻对应的匹配概率,利用所述多个匹配概率各自对应的预测概率,更新所述多个匹配概率中的各匹配概率,得到多个更新后的匹配概率,从所述多个更新后的匹配概率中,确定出最大匹配概率,利用所述最大匹配概率对应的待匹配区域,确定所述第一定位结果。

[0142] 一种可行的设计中,所述确定模块11,在利用所述多个匹配概率各自对应的预测概率,更新所述多个匹配概率中的各匹配概率,得到多个更新后的匹配概率时,对于每一所述匹配概率,利用预设的归一化系数、所述匹配概率、所述匹配概率对应的预测概率的乘积,确定所述更新后的匹配概率。

[0143] 图6是本申请实施例提供的另一种定位装置的结构示意图。请参照图6,本实施例提供的定位装置100,在上述图6的基础上,进一步的还包括:

[0144] 第二构建模块15,用于在所述定位模块13利用所述约束条件结合所述车载GNSS接

收机的观测数据进行精密单点定位PPP,得到所述第二定位结果之前,构建伪距和载波单差观测方程,利用所述伪距和载波单差观测方程过滤所述观测数据,以滤除所述观测数据中的误差数据。

[0147] 再请参照图6,一种可行的设计中,上述的定位装置还包括:第三构建模块16,用于在所述确定模块11利用车辆当前定位时刻的点云数据确定第一定位结果之前,将地球表面在世界坐标系的地平面划分为相同大小和形状的多个地图区域,将所述多个地区区域中的每个地图区域划分为大小和形状相同的多个地图网格,在所述多个地图网格中的每个地图网格中存储与之对应的地图数据。

[0148] 一种可行的设计中,所述地图数据包括下述数据中的至少一种:所述地图网格对应的定位位置内的各激光点的激光反射强度值的均值、所述地图网格对应的定位位置内的各激光点的激光反射强度值的方差、所述地图网格对应的定位位置内的激光点的数量。

[0149] 本申请实施例提供的装置,可用于如上实施例中第一车辆执行的方法,其实现原理和技术效果类似,在此不再赘述。

[0150] 根据本申请的实施例,本申请还提供了一种电子设备和一种可读存储介质。

[0151] 根据本申请的实施例,本申请还提供了一种计算机程序产品,程序产品包括:计算机程序,计算机程序存储在可读存储介质中,电子设备的至少一个处理器可以从可读存储介质读取计算机程序,至少一个处理器执行计算机程序使得电子设备执行上述任一实施例提供的方案。

[0152] 图7是用来实现本申请实施例的定位方法的电子设备的框图。如图7所示,是根据本申请实施例的定位方法的电子设备的框图。电子设备旨在表示各种形式的数字计算机,诸如,膝上型计算机、台式计算机、工作台、个人数字助理、服务器、刀片式服务器、大型计算机、和其它适合的计算机。电子设备还可以表示各种形式的移动装置,诸如,个人数字处理、蜂窝电话、智能电话、可穿戴设备和其它类似的计算装置。本文所示的部件、它们的连接和关系、以及它们的功能仅仅作为示例,并且不意在限制本文中描述的和/或者要求的本申请的实现。

[0153] 如图7所示,该电子设备包括:一个或多个处理器21、存储器22,以及用于连接各部件的接口,包括高速接口和低速接口。各个部件利用不同的总线互相连接,并且可以被安装在公共主板上或者根据需要以其它方式安装。处理器可以对在电子设备内执行的指令进行处理,包括存储在存储器中或者存储器上以在外部输入/输出装置(诸如,耦合至接口的显示设备)上显示GUI的图形信息的指令。在其它实施方式中,若需要,可以将多个处理器和/或多条总线与多个存储器和多个存储器一起使用。同样,可以连接多个电子设备,各个设备提供部分必要的操作(例如,作为服务器阵列、一组刀片式服务器、或者多处理器系统)。图7中以一个处理器21为例。

[0154] 存储器22即为本申请所提供的非瞬时计算机可读存储介质。其中,所述存储器存储有可由至少一个处理器执行的指令,以使所述至少一个处理器执行本申请所提供的定位方法。本申请的非瞬时计算机可读存储介质存储计算机指令,该计算机指令用于使计算机执行本申请所提供的定位方法。

[0155] 存储器22作为一种非瞬时计算机可读存储介质,可用于存储非瞬时软件程序、非瞬时计算机可执行程序以及模块,如本申请实施例中的定位方法对应的程序指令/模块(例

如,附图5所示确定模块11、第一构建模块12、定位模块13、控制模块14,以及附图6中的第二构建模块15、第三构建模块16)。处理器21通过运行存储在存储器22中的非瞬时软件程序、指令以及模块,从而执行服务器的各种功能应用以及数据处理,即实现上述方法实施例中的定位方法。

[0156] 存储器22可以包括存储程序区和存储数据区,其中,存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需要的应用程序;存储数据区可存储根据定位电子设备的使用所创建的数据等。此外,存储器22可以包括高速随机存取存储器,还可以包括非瞬时存储器,例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非瞬时固态存储器件。在一些实施例中,存储器22可选包括相对于处理器21远程设置的存储器,这些远程存储器可以通过网络连接至定位电子设备。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

[0157] 定位方法的电子设备还可以包括:输入装置23和输出装置24。处理器21、存储器22、输入装置23和输出装置24可以通过总线或者其他方式连接,图7中以通过总线连接为例。

[0158] 输入装置23可接收输入的数字或字符信息,以及产生与定位电子设备的用户设置以及功能控制有关的键信号输入,例如触摸屏、小键盘、鼠标、轨迹板、触摸板、指示杆、一个或者多个鼠标按钮、轨迹球、操纵杆等输入装置。输出装置24可以包括显示设备、辅助照明装置(例如,LED)和触觉反馈装置(例如,振动电机)等。该显示设备可以包括但不限于,液晶显示器(LCD)、发光二极管(LED)显示器和等离子体显示器。在一些实施方式中,显示设备可以是触摸屏。

[0159] 此处描述的系统和技术各种实施方式可以在数字电子电路系统、集成电路系统、专用ASIC(专用集成电路)、计算机硬件、固件、软件、和/或它们的组合中实现。这些各种实施方式可以包括:实施在一个或者多个计算机程序中,该一个或者多个计算机程序可在包括至少一个可编程处理器的可编程系统上执行和/或解释,该可编程处理器可以是专用或者通用可编程处理器,可以从存储系统、至少一个输入装置、和至少一个输出装置接收数据和指令,并且将数据和指令传输至该存储系统、该至少一个输入装置、和该至少一个输出装置。

[0160] 这些计算程序(也称作程序、软件、软件应用、或者代码)包括可编程处理器的机器指令,并且可以利用高级过程和/或面向对象的编程语言、和/或汇编/机器语言来实施这些计算程序。如本文使用的,术语“机器可读介质”和“计算机可读介质”指的是用于将机器指令和/或数据提供给可编程处理器的任何计算机程序产品、设备、和/或装置(例如,磁盘、光盘、存储器、可编程逻辑装置(PLD)),包括,接收作为机器可读信号的机器指令的机器可读介质。术语“机器可读信号”指的是用于将机器指令和/或数据提供给可编程处理器的任何信号。

[0161] 为了提供与用户的交互,可以在计算机上实施此处描述的系统和技术,该计算机具有:用于向用户显示信息的显示装置(例如,CRT(阴极射线管)或者LCD(液晶显示器)监视器);以及键盘和指向装置(例如,鼠标或者轨迹球),用户可以通过该键盘和该指向装置来将输入提供给计算机。其它种类的装置还可以用于提供与用户的交互;例如,提供给用户的反馈可以是任何形式的传感反馈(例如,视觉反馈、听觉反馈、或者触觉反馈);并且可以用任何形式(包括声输入、语音输入或者、触觉输入)来接收来自用户的输入。

[0162] 可以将此处描述的系统和技术实施在包括后台部件的计算系统(例如,作为数据服务器)、或者包括中间件部件的计算系统(例如,应用服务器)、或者包括前端部件的计算系统(例如,具有图形用户界面或者网络浏览器的用户计算机,用户可以通过该图形用户界面或者该网络浏览器来与此处描述的系统和技术实施方式交互)、或者包括这种后台部件、中间件部件、或者前端部件的任何组合的计算系统中。可以通过任何形式或者介质的数字数据通信(例如,通信网络)来将系统的部件相互连接。通信网络的示例包括:局域网(LAN)、广域网(WAN)和互联网。

[0163] 计算机系统可以包括客户端和服务端。客户端和服务端一般远离彼此并且通常通过通信网络进行交互。通过在相应的计算机上运行并且彼此具有客户端-服务器关系的计算机程序来产生客户端和服务端的关系。

[0164] 本申请实施例还提供了一种定位方法,该方法中,利用车辆上的激光雷达获取点云数据,利用所述点云数据确定第一定位结果,所述第一定位结果用于指示所述当前定位时刻所述车辆在预先构建的激光点云反射值地图中的位置,利用所述第一定位结果加构建约束条件,以加速利用观测数据解算接收机位置的收敛速度,得到第二定位结果,所述第二定位结果用于指示所述当前定位时刻所述车辆在直角坐标系下的位置。

[0165] 根据本申请实施例的技术方案,将Lidar定位技术与GNSS-PPP定位技术结合,实现不依赖GNSS基站的目的,同时,利用Lidar定位技术的定位结果构建能够加快GNSS接收机的观测数据的收敛速度,避免收敛速度过慢的弊端。由此,通过融合激光雷达定位加速GNSS-PPP定位的收敛速度,实现不依赖GNSS基站且快速精确定位的目的。

[0166] 应该理解,可以使用上面所示的各种形式的流程,重新排序、增加或删除步骤。例如,本发申请中记载的各步骤可以并行地执行也可以顺序地执行也可以不同的次序执行,只要能够实现本申请公开的技术方案所期望的结果,本文在此不进行限制。

[0167] 上述具体实施方式,并不构成对本申请保护范围的限制。本领域技术人员应该明白的是,根据设计要求和因素,可以进行各种修改、组合、子组合和替代。任何在本申请的精神和原则之内所作的修改、等同替换和改进等,均应包含在本申请保护范围之内。

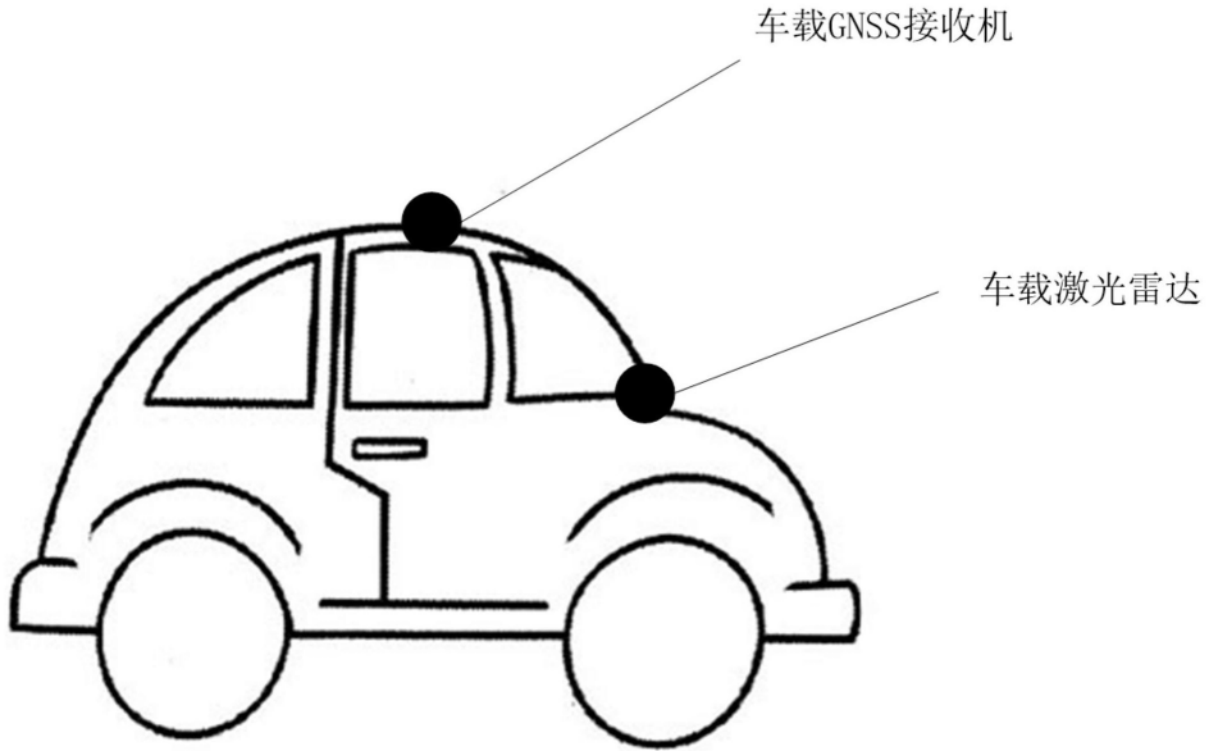


图1

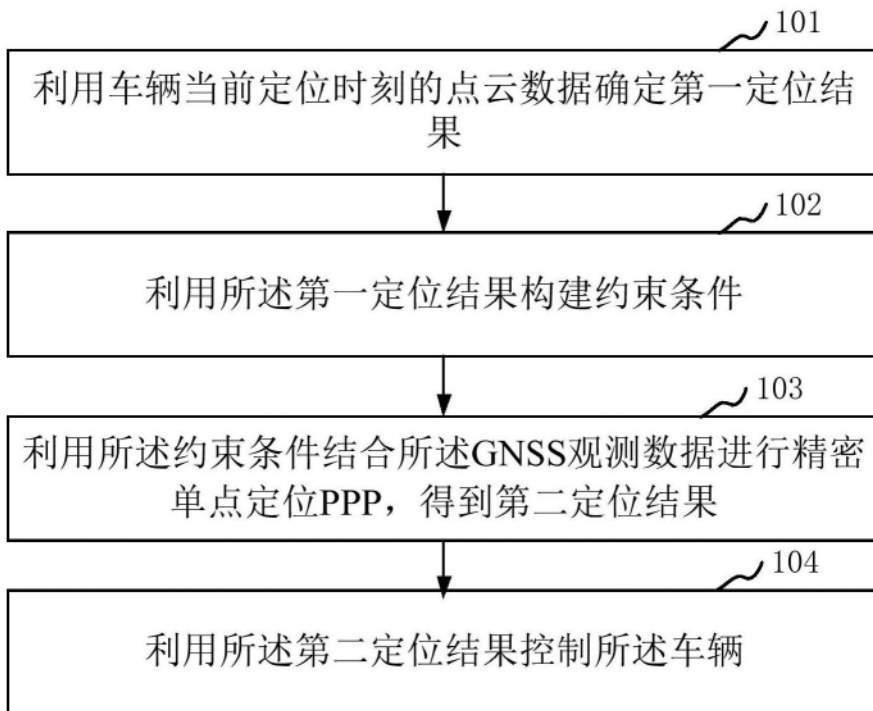


图2

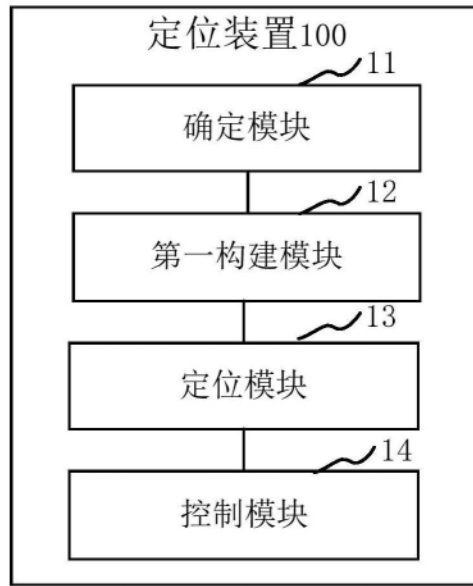


图5

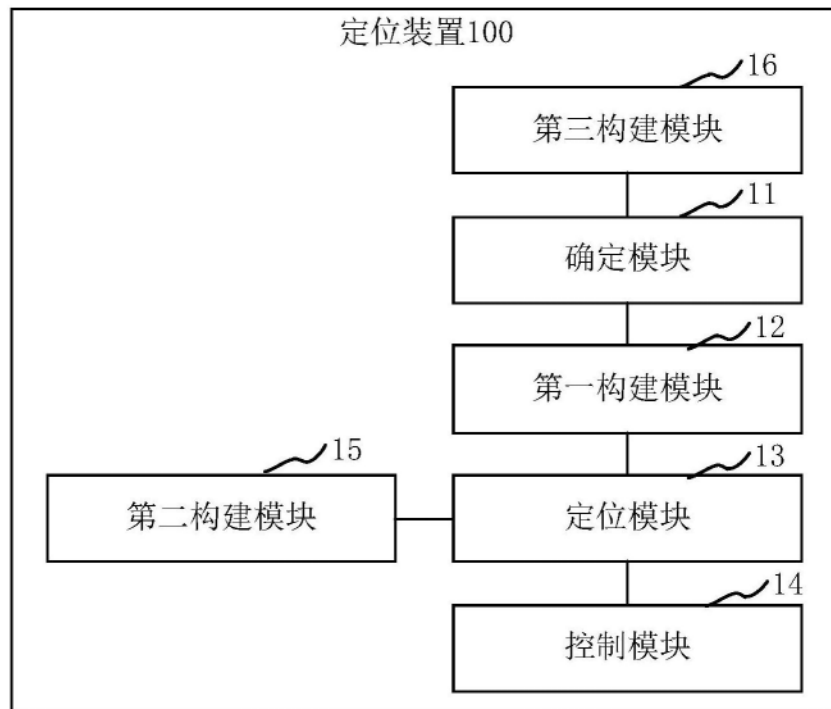


图6

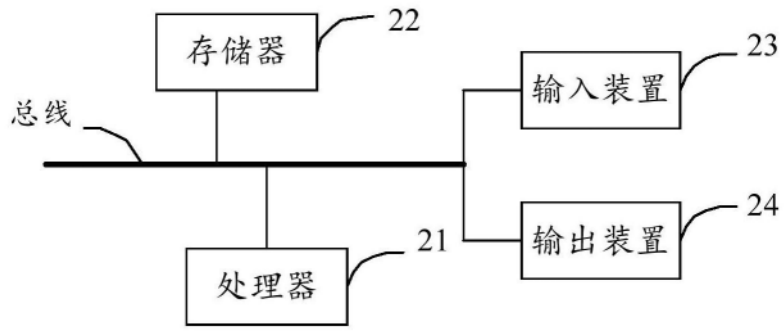


图7