



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108279428 B

(45) 授权公告日 2020.10.16

(21) 申请号 201710007925.2

审查员 伍晓霞

(22) 申请日 2017.01.05

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108279428 A

(43) 申请公布日 2018.07.13

(73) 专利权人 武汉四维图新科技有限公司

地址 430073 湖北省武汉市东湖新技术开发区关山大道1号光谷软件园A1栋5层

(72) 发明人 曹亮 章丽萍 李雪冬 吕柄蓬

(74) 专利代理机构 北京晋德允升知识产权代理有限公司 11623

代理人 王戈

(51) Int.Cl.

G01S 19/47 (2010.01)

G01C 21/32 (2006.01)

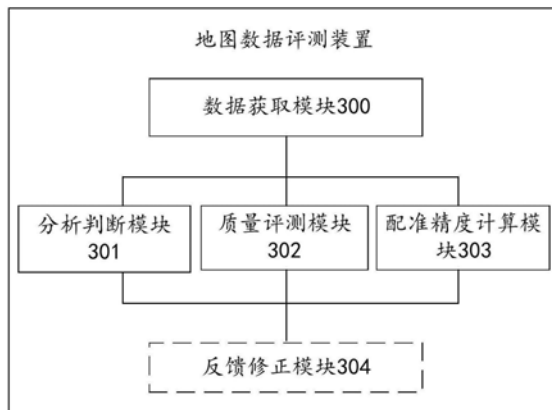
权利要求书3页 说明书10页 附图4页

(54) 发明名称

地图数据评测装置及系统、数据采集系统及采集车和采集基站

(57) 摘要

本发明公开一种地图数据评测装置及系统、数据采集系统及采集车和采集基站,该地图数据评测装置包括:数据获取模块,用于通过移动网络实时获取自动驾驶地图外业采集数据;分析判断模块,与数据获取模块连接,用于分析并判断自动驾驶地图外业采集数据是否存在缺失,并输出分析结果;质量评测模块,用于进行全景影像质量检查,并输出检查结果;配准精度计算模块,用于针对激光扫描原始数据以及全景相机原始数据进行全景相机与激光点云轨迹分析,并基于互信息的激光扫描数据与全景影像数据配准精度检测,并输出配准误差。因此,通过实施本发明能够对外业采集数据质量进行及时评测,提高地图数据的采集质量和生产效率。



1. 一种地图数据评测装置,其特征在于,包括:

数据获取模块,用于在外业数据采集过程中,通过移动网络从外业数据采集系统实时获取自动驾驶地图外业采集数据;

分析判断模块,与所述数据获取模块连接,用于分析并判断所述自动驾驶地图外业采集数据是否存在缺失,并输出分析结果;

质量评测模块,用于对所述自动驾驶地图外业采集数据中的影像数据进行全景影像质量检查,并输出检查结果;

配准精度计算模块,用于针对所述自动驾驶地图外业采集数据中的激光扫描数据以及全景影像数据进行全景相机与激光点云轨迹分析,并基于互信息检测激光扫描数据与全景影像数据的配准精度,并输出配准误差;

反馈修正模块,与所述分析判断模块、所述质量评测模块及所述配准精度计算模块连接,根据各模块的评测结果生成并输出评测分析报告,并将所述评测分析报告反馈给所述外业数据采集系统,以使所述外业数据采集系统根据所述评测分析报告进一步查找问题并判断是否需要问题数据进行快速重测。

2. 根据权利要求1所述的地图数据评测装置,其特征在于,所述分析判断模块进一步包括:

第一分析单元,用于分析全景相机实时轨迹,依据设定的全景采集间隔分析全景相机的轨迹数据及全景影像的帧数,来判断全景影像是否漏拍,并输出判断结果;

第二分析单元,用于分析全景相机实时轨迹,结合任务规划中的采集路线,判断是否存在数据采集范围缺失的问题,并输出判断结果;

第三分析单元,用于分析激光实时轨迹,结合任务规划中的采集路线,判断是否存在数据采集范围缺失,并输出判断结果;

和/或,所述质量评测模块进一步包括:

影像拼接单元,用于进行全景影像拼接;

清晰度检查单元,用于检查拼接全景影像,判断所述拼接全景影像是否成像清晰;

定量评测单元,用于计算全景影像的颜色直方图,定量评价影像的曝光情况。

3. 根据权利要求1或2所述的地图数据评测装置,其特征在于,所述配准精度计算模块进一步包括:

第一解算单元,用于对基站数据、车载组合导航数据、里程计数据进行紧耦合解算,得到精确采集车轨迹数据;

第二解算单元,用于结合所述精确采集车轨迹数据与激光扫描仪外标定参数,对激光扫描数据进行解算,得到WGS84三维投影坐标系下的激光点云;

转换单元,用于结合所述精确采集车轨迹数据与全景相机外标定参数,获得全景影像在WGS84三维投影坐标系下的位姿参数,并根据全景影像的位姿参数,计算激光点云对应的点云深度图;

配准精度检测单元,用于以互信息作为相似性度量,检测激光点云对应的点云深度图与全景影像之间的配准情况,当所述点云深度图与所述全景影像配准的互信息值小于预设的阈值时,所述激光扫描数据与所述全景影像数据配准精度不满足要求。

4. 一种自动驾驶地图数据采集车,其特征在于,该采集车配置有:

车载测量传感系统,用于获取车辆实时位置信息及测绘地理信息数据;

联网设备,用于搭建车载网络及通信环境,并用于建立通信连接;

车载计算机,配置有协同采集作业平台,与所述车载测量传感系统及所述联网设备连接,并用于获取所述车载测量传感系统的状态信息以及接收、解析并存储车载测量传感系统获取的数据;所述协同采集作业平台用于通过所述联网设备接入网络,控制所述车载测量传感系统协同作业并获取所述车载测量传感系统采集的数据,以及用于监测车辆实时位置信息并判断车辆是否超出有效测量范围,在超出有效测量范围时进行越界报警并记录该越界报警事件;

所述自动驾驶地图数据采集车通过移动互联网与地图数据评测装置连接,所述采集车在外业数据采集过程中将激光实时轨迹数据、全景相机实时轨迹数据、组合导航数据以及里程计数据实时传输到所述地图数据评测装置,并按照一定采样频率将激光扫描数据和全景影像数据传输到所述地图数据评测装置。

5. 根据权利要求4所述的自动驾驶地图数据采集车,其特征在于:

所述联网设备进一步包括:

车载WIFI路由器,用于将有线网络信号和移动网络信号转换成无线网络信号,将接收的数据发送至目的地址;

通信接口,包括路由交换模块、网口模块、串口/网口转换模块、串口模块、USB/网口转换模块、和/或USB接口,分别用于基于相应的通信协议进行接收或发送数据;

和/或,

所述车载测量传感系统进一步包括:车载激光扫描仪、全景相机、组合导航设备,分别与所述车载计算机连接,分别用于获取激光点云数据、全景影像数据、组合导航数据以及车辆实时信息。

6. 一种移动采集基站,其特征在于,包括:

测量基站,架设于待采集区域内,用于为采集车提供基站GPS数据;

基站侧便携采集终端,配置有协同采集作业平台,该基站侧便携采集终端用于运行基站侧协同采集作业平台,并通过网络协议实时获取采集车及基站的采集数据及状态信息;其中,所述基站侧协同采集作业平台用于通过移动网络与其他终端上的协同采集作业平台实现帐号连接与数据通信;以及用于根据基站位置及有效覆盖范围设置电子围栏,并对临界或越界于电子围栏的情况进行预警、报警及记录事件;

所述移动采集基站通过移动互联网与地图数据评测装置连接,所述基站侧便携采集终端将基站GPS数据实时传输到所述地图数据评测装置。

7. 一种外业数据采集系统,其特征在于,包括:至少一辆根据权利要求4或5所述的自动驾驶地图数据采集车和根据权利要求6所述的移动采集基站,所述采集车与所述移动采集基站通过移动互联网进行通信连接,分别在车端和基站侧运行的协同采集作业平台通过帐号系统进行连接,并进行数据传输与信息通信,实现自动驾驶地图外业数据的协同采集。

8. 一种地图数据评测系统,其特征在于,包括:

根据权利要求1-3任一项所述的地图数据评测装置和根据权利要求7所述的外业数据采集系统;

其中,所述自动驾驶地图数据采集车和所述移动采集基站通过移动互联网与所述地

图数据评测装置连接,所述采集车在外业数据采集过程中将激光实时轨迹数据、全景相机实时轨迹数据、组合导航数据以及里程计数据实时传输到所述地图数据评测装置,并按照一定采样频率将激光扫描数据和全景影像数据传输到所述地图数据评测装置;基站侧便携采集终端将基站GPS数据实时传输到所述地图数据评测装置;

所述地图数据评测装置生成评测分析报告,并将所述评测分析报告反馈给所述外业数据采集系统。

9. 根据权利要求8所述的地图数据评测系统,其特征在于,还包括:

所述自动驾驶地图数据采集车和/或所述移动采集基站根据所述评测分析报告,进一步用于查找问题并判断是否需要问题数据进行快速重测。

## 地图数据评测装置及系统、数据采集系统及采集车和采集基站

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于地图数据采集领域,尤其涉及一种自动驾驶地图数据评测系统、地图数据评测装置、自动驾驶地图数据采集系统及采集车和采集基站。

### 背景技术

[0002] 自动驾驶地图是自动驾驶不可或缺的重要支撑技术,而依靠多传感器集成移动采集车的外业数据采集是自动驾驶地图数据获取的核心渠道,也是其地图生产制作的重要环节之一。随着自动驾驶技术的发展越来越迅速,这就要求高精度地图快速成熟起来,以提供更精准更鲜活的地图数据。

[0003] 自动驾驶地图数据获取的核心渠道是通过多传感器集成移动采集车来进行外业数据采集,例如在移动采集车上搭载激光扫描仪、全景相机、组合导航(惯导+GPS)、里程计(DMI)等多种测量设备的,这样一个复杂的外业数据采集系统包含组合传感器、机械结构、电子电气、数据通信存储等多个模块,较易受到设备自身、采集人员以及外部复杂环境的影响而降低其数据采集的质量与效率。

[0004] 然而,在实际采集过程中,本发明的发明人发现:现有的自动驾驶地图外业采集数据质量检查均是在数据采集完成之后才进行的,由于外业采集数据种类多、数据量大、数据预处理过程繁杂等原因,在外业采集任务结束数小时甚至数天才完成数据质量评估检查。外业采集任务结束数小时甚至数天才完成数据质量评估检查,此时若发现质量问题将花费较大的代价进行数据重采或者补采,严重影响自动驾驶地图外业数据采集的效率,同时带来较大的人力物力资源浪费。

[0005] 另外,本发明的发明人还发现:上述的自动驾驶地图外业数据采集车的稳健性不够,且其数据质量检查时效性差,由此亟需实时有效的数据质量评测方案,以实现对外业采集数据质量的实时检查与问题反馈。

### 发明内容

[0006] 有鉴于此,本发明提供一种地图数据评测系统、外业数据采集系统及采集车和采集基站,能够对外业采集数据质量进行及时评测,提高地图数据的采集质量和生产效率。

[0007] 其中,本发明公开的地图数据评测装置包括:数据获取模块,用于通过移动网络实时获取自动驾驶地图外业采集数据;所述自动驾驶地图外业采集数据包括采集基站数据、激光实时轨迹数据、全景相机实时轨迹数据、组合导航数据以及里程计数据、激光扫描原始数据以及全景相机原始数据;分析判断模块,与所述数据获取模块连接,用于分析并判断所述自动驾驶地图外业采集数据是否存在缺失,并输出分析结果;质量评测模块,用于进行全景影像质量检查,并输出检查结果;配准精度计算模块,用于针对所述激光扫描原始数据以及全景相机原始数据进行全景相机与激光点云轨迹分析,并基于互信息的激光扫描数据与全景影像数据配准精度检测,并输出配准误差。

[0008] 此外,本发明公开的自动驾驶地图数据采集车配置有:车载测量传感系统,用于获取车辆实时位置信息及测绘地理信息数据;联网设备,用于搭建车载网络及通信环境,并用于建立通信连接;车载计算机,配置有协同采集作业平台,与所述车载测量传感系统及所述联网设备连接,并用于获取所述车载测量传感系统的状态信息以及接收、解析并存储车载测量传感系统获取的数据;所述协同采集作业平台用于通过所述联网设备接入网络,控制所述车载测量传感系统协同作业并获取所述车载测量传感系统采集的数据,以及用于监测车辆实时位置信息并判断车辆是否超出有效测量范围,在超出有效测量范围时进行越界报警并记录该越界报警事件。

[0009] 另外,本发明公开的移动采集基站包括:测量基站,架设于待采集区域内,用于为采集车提供基站GPS数据;基站侧便携采集终端,基站侧便携采集终端用于运行基站侧协同采集作业平台,通过网络协议实时获取采集车及基站的采集数据及状态信息;所述基站侧协同采集作业平台用于通过移动网络与其他终端上的协同采集作业平台实现帐号连接与数据通信;以及用于根据基站位置及有效覆盖范围设置电子围栏,并对临界或越界于电子围栏的情况进行预警、报警及记录事件。

[0010] 相应地,本发明公开的外业数据采集系统包括:至少一辆上述任一技术方案公开的自动驾驶地图数据采集车和移动采集基站,所述采集车与所述移动采集基站通过移动互联网进行通信连接,分别在采集车侧和基站侧运行的协同采集作业平台通过帐号系统进行连接,并进行数据传输与信息通信,实现自动驾驶地图外业数据的协同采集。

[0011] 基于上述各技术方案,本发明公开的地图数据评测系统包括:上述任一技术方案公开的地图数据评测装置和外业数据采集系统;其中,所述自动驾驶地图数据采集车和所述移动采集基站通过移动互联网与所述地图数据评测装置连接,所述采集车在外业数据采集过程中将激光实时轨迹数据、全景相机实时轨迹数据、组合导航数据以及里程计数据实时传输到所述地图数据评测装置,并按照一定采样频率将激光扫描原始数据和全景相机原始数据传输到所述地图数据评测装置。同时,基站侧采集终端将基站GPS数据实时传输到所述地图数据评测装置。所述地图数据评测装置生成评测分析报告,并将所述评测分析报告反馈给所述外业数据采集系统。

[0012] 与现有技术相比,本发明上述公开的技术方案具有以下优点:

[0013] 上述公开的技术方案中,通过搭建移动互联网环境,采集车和测量基站实时将外业采集数据传输至地图数据评测装置,利用计算机集群,实时对相机轨迹、激光轨迹、全景成像质量、激光与全景数据配准精度等内容进行评测计算和快速分析,实现对自动驾驶地图外业采集数据质量进行深层的精细的实时评估,能够及时发现与反馈外业数据集中的质量问题,同时基于互信息的自动化激光点云数据与全景影像数据配准精度检查,对基于网络的数据采集问题进行实时分析与反馈,从而将内业所需要的质量检测问题提前到外业采集过程中完成,使外业数据采集员能及时发现问题,减少内业作业时间,提高生产效率。同时,也极大地降低由于数据质量问题而重测的工作量,将数据质量异常所带来的损失降低到最小。

## 附图说明

[0014] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本发明的一部分,本发

明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

- [0015] 图1为本发明实施例提供的地图数据评测装置的组成框图;
- [0016] 图2为本发明实施例提供的外业采集系统的组成框图;
- [0017] 图3为本发明实施例中通信接口的组成框图;
- [0018] 图4为本发明实施例提供的地图数据评测系统的组成框图;
- [0019] 图5为本发明实施例提供的地图数据评测作业示意图;
- [0020] 图6为本发明实施例提供的地图数据评测的处理流程示意图。

### 具体实施方式

[0021] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0022] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0023] 如在说明书及权利要求当中使用了某些词汇来指称特定组件。本领域技术人员应可理解,硬件制造商可能会用不同名词来称呼同一个组件。本说明书及权利要求并不以名称的差异来作为区分组件的方式,而是以组件在功能上的差异来作为区分的准则。如在通篇说明书及权利要求当中所提及的“包含”为一开放式用语,故应解释成“包含但不限于”。“大致”是指在可接收的误差范围内,本领域技术人员能够在一定误差范围内解决所述技术问题,基本达到所述技术效果。说明书后续描述为实施本发明的较佳实施方式,然所述描述乃以说明本发明的一般原则为目的,并非用以限定本发明的范围。本发明的保护范围当视所附权利要求所界定者为准。

[0024] 参照图1,其为本发明实施例提供的一种地图数据评测装置的组成框图,该地图数据评测装置包括:数据获取模块300、分析判断模块301、质量评测模块302及配准精度计算模块303,其中:

[0025] 数据获取模块300用于通过移动网络实时获取自动驾驶地图外业采集数据;自动驾驶地图外业采集数据包括采集基站数据、激光实时轨迹数据、全景相机实时轨迹数据、组合导航数据以及里程计数据、激光扫描原始数据以及全景相机原始数据。分析判断模块301与数据获取模块300连接,用于分析并判断自动驾驶地图外业采集数据是否存在缺失,并输出分析结果。质量评测模块302与数据获取模块300连接,用于进行全景影像质量检查,并输出检查结果。配准精度计算模块303与数据获取模块300连接,用于针对激光扫描原始数据以及全景相机原始数据进行全景相机与激光点云轨迹分析,并基于互信息的激光扫描数据与全景影像数据配准精度检测,并输出配准误差。

[0026] 作为一个可选的实施方式,上述地图数据评测装置还包括反馈修正模块304,该反馈修正模块304与分析判断模块301、质量评测模块302及配准精度检查模块303连接,根据各模块的评测结果生成并输出评测分析报告。

[0027] 可选地,基于前述任一实施例,上述分析判断模块可进一步包括:第一分析单元、第二分析单元及第三分析单元,其中:

[0028] 第一分析单元用于分析全景相机实时轨迹,依据设定的全景采集间隔分析全景相机的轨迹数据及全景影像的帧数,来判断全景影像是否漏拍,并输出判断结果;

[0029] 第二分析单元用于分析全景相机实时轨迹,结合任务规划中的采集路线,判断是否存在数据采集范围缺失的问题,并输出判断结果;

[0030] 第三分析单元用于分析激光实时轨迹,结合任务规划中的采集路线,判断是否存在数据采集范围缺失,并输出判断结果。

[0031] 可选地,基于前述任一实施例,上述质量评测模块可进一步包括:影像拼接单元、清晰度检查单元及定量评测单元,其中,影像拼接单元用于进行全景影像拼接,清晰度检查单元用于检查拼接全景影像,判断拼接影像是否成像清晰,定量评测单元用于计算全景影像的颜色直方图,定量评价影像的曝光情况。

[0032] 可选地,基于前述任一实施例,上述配准精度计算模块可进一步包括:第一解算单元、第二解算单元、转换单元以及配准精度检测单元,其中:

[0033] 第一解算单元用于对基站数据、车载组合导航数据、里程计数据进行紧耦合解算,得到精确采集车轨迹数据;

[0034] 第二解算单元用于结合精确采集车轨迹数据与激光扫描仪外标定参数,对激光扫描原始数据进行解算,得到WGS84三维投影坐标系下的激光点云;

[0035] 转换单元用于结合精确采集车轨迹数据与全景相机外标定参数,获得全景影像在WGS84三维投影坐标系下的位姿参数,并根据全景影像的位姿参数,计算激光点云对应的点云深度图;

[0036] 配准精度检测单元用于以互信息作为相似性度量,检测激光点云对应的点云深度图与全景影像之间的配准情况,当点云深度图与全景影像配准的互信息值小于预设的阈值时,激光扫描数据与全景影像数据配准精度不满足要求。

[0037] 本实施例中,通过点云深度图与全景影像配准的互信息值大小来评价全景影像与其对应深度图的配准情况,即实现了对激光扫描数据与全景影像数据配准精度的检查。

[0038] 参照图2所示,本发明实施例提出外业数据采集系统,该外业数据采集系统包括:至少一辆的自动驾驶地图数据采集车和移动采集基站,采集车与移动采集基站通过移动互联网进行通信连接,分别在采集车侧和基站侧运行的协同采集作业平台通过帐号系统进行连接,并进行数据传输与信息通信,实现自动驾驶地图外业数据的协同采集。

[0039] 另外,本发明实施例还提出一种地图数据采集车,该采集车配置有车载测量传感系统100、联网设备105、协同采集作业平台121以及车载计算机120,其中,车载测量传感系统100用于获取车辆实时位置信息及测绘地理信息数据。联网设备105用于搭建车载网络及通信环境,并用于建立通信连接。车载计算机120配置有协同采集作业平台121,连接并控制车载测量传感系统及联网设备,还用于获取所述车载测量传感系统的状态信息以及接收、解析并存储车载测量传感系统获取的数据。其中协同采集作业平台121与车载测量传感系统100、联网设备105及车载计算机120连接,用于通过联网设备接入网络,控制车载测量传感系统协同作业并获取车载测量传感系统采集的数据,以及用于监测车辆实时位置信息并判断车辆是否超出有效测量范围,在超出有效测量范围时进行越界报警并记录该越界报警事件。

[0040] 作为一种可选的实施方式,上述联网设备105可进一步包括WIFI路由器及通信接



口,其中:WIFI路由器用于将有线网络信号和移动网络信号转换成无线网络信号,将接收的数据发送至目的地址。

[0041] 如图3所示,通信接口可包括:路由交换模块305、网口模块310、无线模块315、串口/网口模块320、USB接口/网口模块325、串口模块330、USB接口模块335等,分别用于基于相应的通信协议进行接收或发送数据。各个不同接口的传感器经转换后统一接入网络,与协同采集作业平台121以及车载计算机120等实时进行信息交互。绝大多数传感器支持网口或经接口转换后接入网口,本实施例的通信接口将所有接口网络化,基于TCP/IP协议的网口通信,其传输速率高、数据可靠性高,可扩展性好,能随时方便的接入新设备。

[0042] 需要说明的是,上述实施例中,路由交换模块将接收的数据发送至目的地址;网口模块利用TCP/IP通信协议接收或发送数据;无线模块利用无线通信协议接收或发送数据;串口/网口转换模块将按照串口通信协议形成的数据转换为按照TCP/IP通信协议形成的数据或者将按照TCP/IP通信协议形成的数据转换为按照串口通信协议形成的数据;串口模块按照串口通信协议发送或者接收数据;USB/网口转换模块将按照USB通信协议形成的数据转换为按照TCP/IP通信协议形成的数据或者将按照TCP/IP通信协议形成的数据转换为按照USB通信协议形成的数据;USB接口按照USB通信协议接收或发送数据。

[0043] 在一可选实施例中,上述车载测量传感系统可进一步包括:车载激光扫描仪、全景相机、组合导航设备及其他测量传感器,分别与车载计算机连接,分别用于获取激光点云数据、全景影像数据、组合导航数据以及车辆实时信息。其中,组合导航设备包括车载GPS和惯性测量系统。

[0044] 作为一种可选的实施方式,上述车载计算机120还可包括控制系统122,该控制系统125与车载测量传感系统连接,用于产生时空同步控制信号,该同步控制信号用于记录实时时空信息和驱动车载测量传感系统进行时空同步的数据采集,并对车载测量传感系统采集的数据进行时空融合处理。其中,传感采集系统100进一步用于在采集作业中按照控制系统同步控制信号的触发进行测绘地理信息数据和车辆实时信息采集。

[0045] 作为一种可选的实施方式,上述协同采集作业平台可进一步包括:账号登录系统、数据模块、协同模块及监控模块。其中:账号登录系统用于登录协同采集作业平台,数据模块用于存储有定期更新的地图底图数据,协同模块用于与其他终端的协同作业平台协同作业,进行数据传输与信息共享。监控模块用于根据协同模块获取的信息,监测车辆实时位置信息并判断车辆是否超出有效测量范围及作业异常情况,并进行预警、报警及事件记录。

[0046] 作为一种可选的实施方式,上述车载计算机120可进一步包括连网模块124和显示模块123,其中:连网模块124用于通过联网设备接入互联网,通过协同采集作业平台的账号登录系统与其他登录协同采集作业平台的终端进行通信连接。显示模块123用于显示账号登录系统的界面以登录协同采集作业平台,以及用于在地图底图上显示登录协同采集系统的其他终端的位置信息、任务执行情况、数据采集状态以及有效测量的覆盖范围。

[0047] 相应地,本发明实施例还提供一种移动采集基站,该移动采集基站包括:GPS测量基站200以及基站侧便携采集终端205,其中,GPS测量基站200架设于待采集区域内,用于为采集车提供基站GPS数据。根据测量基站GPS数据和车载GPS数据获得高精度的差分GPS数据。

[0048] 其中,基站侧便携采集终端205安装有协同采集作业平台210,协同采集作业平台

210用于通过移动网络与其他终端上的协同采集作业平台实现帐号连接与数据通信,以及用于根据基站位置及有效覆盖范围设置电子围栏,并对临界或越界于电子围栏的情况进行预警、报警及记录事件。基站侧采集终205用于运行基站侧协同采集作业平台210,通过网络协议实时获取采集车及基站的采集数据及状态信息。

[0049] 需要指出的是,上述任一采集车和任一测量基站可组成一个外业数据采集系统,其中协同采集作业平台可用于调用地图底图并在其上实时显示各平台登录终端的位置信息、任务执行情况、数据采集状态以及基站有效覆盖范围,并对超出有效测量范围的越界事件进行预警、报警及事件记录。

[0050] 可选地,各平台登录终端之间通过协同采集作业平台进行文字或语音通讯,实现采集车与基站之间的实时信息共享及采集作业流程协同推进。

[0051] 这里,移动互联网网络可选用4G通信网络为例,对上述外业数据采集系统作进一步说明:

[0052] 本实施例中,自动驾驶地图数据外业采集系统通过车载WIFI路由器建立4G网络来实现基站与采集车间的信息共享与协同作业。车载计算机通过千兆网口或USB3.0接口与车载测量传感器连接,并获取传感器的实时采集数据及状态信息;基站采用智能手机作为便携采集终端,通过网络协议实时获取基站GPS的采集数据及状态信息。而车载计算机与基站采集终端之间通过4G网络实现二者之间信息共享,并在运行于各自协同采集平台中实时显示对方的位置信息、任务执行情况、数据采集状态以及基站覆盖范围,并对临界或异常情况给与及时的预警、报警及事件记录。

[0053] 下面对外业数据采集过程,举例说明如下:

[0054] 1) 采集车中搭载激光扫描仪、全景相机等多种测量传感器以实现测绘地理信息数据的采集,而GPS测量基站架设在待采集区域内,为采集车提供基站GPS数据。GPS基站有一定的有效覆盖范围,采集车只有在基站有效覆盖范围内作业才能保证数据采集的精度。车载便携计算机通过千兆网口或USB3.0接口与车载测量传感器连接,并获取传感器的实时采集数据及状态信息;GPS基站手机采集终端通过网络协议实时获取基站GPS的采集数据及状态信息。车载便携计算机与基站手机采集终端分别运行协同采集平台,二者通过4G网络实现帐号连接与数据通信;

[0055] 2) 采集车端协同采集平台使用离线地图数据作为底图,地图上对以下内容做可视化:

[0056] A、基站状态;

[0057] B、采集车实时位置;

[0058] C、基站位置,并以该位置绘制以覆盖范围为半径的圆;

[0059] D、以基站位置及覆盖范围形成电子围栏,对临界或越界情况进行预警、报警及记录事件;

[0060] E、下一个基站点的设计位置及其覆盖范围。

[0061] 3) 基站手机端协同采集平台使用网络地图作为底图,地图上对以下内容做可视化:

[0062] A、采集车采集状态;

[0063] A、基站的位置,并以该位置绘制以覆盖范围为半径的圆;

[0064] B、以基站位置及覆盖范围形成电子围栏,对临界或越界情况进行预警、报警及记录事件;

[0065] D、采集车实时位置;

[0066] E、下一个基站点的设计位置及其覆盖范围。

[0067] 4) 采集车作业人员与基站作业员可通过两端协同采集平台进行文字或语音通讯。

[0068] 从上述各实施例可以看出,本发明公开的自动驾驶地图数据采集协同作业系统、采集车、基站,通过各自的采集终端通过移动网络实现二者之间信息共享,并在各自的协同采集平台中显示对方的位置信息、任务执行情况、数据采集状态以及基站覆盖范围,并对临界或异常情况给与及时的预警、报警及事件记录。由此构建自动驾驶地图数据采集车与GPS基站之间的协同作业系统,实现采集系统的有效沟通与高效作业,并通过协同采集作业平台实现二者之间实时且直观的信息共享、高效率沟通、工作流程协同推进。因此,上述各实施例公开的自动驾驶地图数据采集协同作业系统有效地减轻了人力负担,优化了作业流程,提升了外业数据采集的效率和质量。

[0069] 基于上述各实施例的发明构思,本发明实施例还提出一种地图数据协同采集方法,该方法采用上述任一实施例所述的自动驾驶地图数据协同采集系统,该地图数据协同采集方法包括:

[0070] 移动采集测量基站布设完成后,分别在采集车侧和基站侧运行协同采集作业平台,通过帐号登录系统进行通信连接。

[0071] 在采集车端,通过协同采集作业平台调用地图底图,并在其上显示基站状态、采集车实时位置、基站位置及以该基站位置和覆盖范围形成的电子围栏、以及下一个基站点的设计位置及其覆盖范围。采集车端接收到基站开始正常工作的信号后,开始正式进行数据采集工作。并对临界或越界情况进行预警、报警及记录事件。

[0072] 在基站侧,基站采集终端上运行协同采集作业平台,调用地图底图并显示采集车采集状态、采集车实时位置、基站的位置及以该基站位置和覆盖范围形成的电子围栏、下一个基站点的设计位置及其覆盖范围,并对临界或越界情况进行预警、报警及记录事件。以及在收到采集车侧结束采集任务消息时,对基站进行迁移。

[0073] 从上述各实施例可以看出,本发明公开的自动驾驶地图数据采集协同作业方法,通过各自的采集终端通过移动网络实现二者之间信息共享,并在各自的协同采集平台中显示对方的位置信息、任务执行情况、数据采集状态以及基站覆盖范围,并对临界或异常情况给与及时的预警、报警及事件记录。由此构建自动驾驶地图数据采集车与GPS基站之间的协同作业系统,实现采集系统的有效沟通与高效作业,并通过协同采集作业平台实现二者之间实时且直观的信息共享、高效率沟通、工作流程协同推进。因此,上述各实施例公开的自动驾驶地图数据采集协同作业系统有效地减轻了人力负担,优化了作业流程,提升了外业数据采集的效率和质量。

[0074] 参照图4,其为本发明实施例提供的一种地图数据评测系统的组成框图,该地图数据评测系统包括:前述任一实施例提供的地图数据评测装置和前述任一实施例提供的外业数据采集系统。

[0075] 其中,所述数据评测装置搭建有计算机集群,所述自动驾驶地图数据采集车和所述移动采集测量基站通过移动互联网络与所述地图数据评测装置的计算机集群进行连接,

所述采集车在外业数据采集过程中将激光实时轨迹数据、全景相机实时轨迹数据、组合导航数据以及里程计数据实时传输到所述地图数据评测装置,并按照一定采样频率将激光扫描原始数据和全景相机原始数据传输到所述地图数据评测装置。同时,基站侧采集终端将基站GPS数据实时传输到所述地图数据评测装置。

[0076] 地图数据评测装置生成评测分析报告,并将所述评测分析报告反馈给所述外业数据采集系统。

[0077] 作为一种可选的实施方式,上述地图数据评测系统还可包括:

[0078] 自动驾驶地图数据采集车和/或移动采集测量基站根据评测分析报告,进一步用于查找问题并判断是否需要问题数据进行快速重测。

[0079] 上述各实施例中,基于车载移动互联网通信及地图数据评测装置,通过构建的自动驾驶地图外业采集数据的质量实时评测系统,对包含基站GPS数据在内的更丰富的待评测数据进行实时、深层次的评测及问题反馈,不仅能够数据采集过程中进行深度全面的质量评测,将内业所需要的质量检测问题提前到外业采集过程中完成,减少内业作业时间,提高生产效率,还极大地减少由于数据质量问题而重测的工作量,由此将数据质量异常所带来的损失降低到最小。

[0080] 下面结合图5和图6所示的实例,对上述地图数据评测系统的评测过程进行举例说明:

[0081] 图5为本实施例提供的地图数据评测作业示意图,图6为本实施例提供的地图数据评测的处理流程示意图。本实施例中,预先在室内数据评测中心搭建计算机集群,组建地图数据评测装置,用以自动驾驶地图外业采集数据的接收、解算与质量评测。本实施例中自动驾驶地图外业数据采集车搭载激光扫描仪、全景相机、组合导航(车载GPS及惯导)、里程计等测量传感器,激光扫描仪、全景相机等设备通过加固USB3.0或千兆网接口与车载计算机进行连接,采集数据实时由传感器传输并存储到车载计算机中。采集车内安装车载WIFI路由器,路由器中插入电信运营商(移动、电信或联通)4G SIM卡,车载计算机通过车载WIFI的4G网络连接到互联网,车载计算机通过4G网络与数据评测中心建立稳定有效的数据通信连接,自动驾驶地图外业数据采集车进行数据采集过程中,将激光实时轨迹数据、全景实时相机轨迹数据、组合导航数据(GPS+IMU)以及里程计数据实时传输到数据评测中心。GPS基站手机采集终端通过GPS设备内部通信协议可实时获取基站GPS数据,并通过4G电信网络将基站原始卫星观测数据实时传输到数据评测中心。

[0082] 其中,自动驾驶地图外业数据采集车数据采集过程中,以一定采样频率将激光扫描原始数据以及全景相机原始数据传输到数据评测中心,该采样频率依据传感器数据采集速率、网络数据传输速率以及数据评测中心计算效率来确定,原则上保证数据传输完整以及数据计算流畅。例如且不限于:每隔1km上传1帧全景影像原始数据,同时上传距离该全景影像拍摄位置前后各20m的激光扫描原始数据。

[0083] 本实施例中,数据评测中心利用移动网络获取的实时外业采集数据评测,并对接收的自动驾驶地图外业采集数据进行解算评测,包括基于互信息的激光扫描数据与全景影像数据配准精度检查,数据评测中心与外业采集人员基于网络的数据采集问题进行实时分析与反馈。该解算评测过程包含以下步骤:

[0084] S1:分析全景相机实时轨迹,依据设定的全景采集间隔比如15米,来判断全景影像

是否漏拍。

[0085] 其中,漏拍是指采集车每行驶15米后,车载同步器给全景相机一个拍照触发信息并记录该时刻的轨迹点,然而全景相机因为快门未响应或存储失败等原因并没有获得一张全景影像,由此构成了全景影像漏拍。本步骤通过分析全景相机的轨迹数据及全景影像的帧数,可判断全景影像是否漏拍。

[0086] S2:分析全景相机实时轨迹,结合任务规划中的采集路线,判断是否存在数据采集范围缺失的问题。

[0087] S3:分析激光实时轨迹,结合任务规划中的采集路线,判断是否存在数据采集范围缺失的问题。

[0088] 其中,任务规划中制定了待采集路线,激光实时轨迹代表了实际采集路线,将两条折线代表的轨迹进行对比,可判断是否存在数据采集范围的缺失。

[0089] S4:全景相机成像质量检查,该过程包含以下步骤:

[0090] S41:全景影像拼接;

[0091] S42:数据评测中心检查拼接全景影像,查看影像是否成像清晰,查看相机镜头是否被杂物污染;

[0092] 本步骤可通过图像识别工具查看图像清晰度来检查成像质量,也可以采用对图像成像质量进行定量评价的方法,如:均方误差、峰值信噪比、模糊系数、质量因素等评价指标等,也可以结合图像清晰度和定量考核的方式进行图像质量进行评价,以保证评测结果的准确性与可靠性。

[0093] S43:计算全景影像的颜色直方图,定量评价影像的曝光情况。

[0094] S5:基于互信息的激光扫描数据与全景影像数据配准精度检查,该过程包含以下步骤:

[0095] S51:由基站GPS数据、车载组合导航数据(GPS+IMU)、里程计数据(DMI)进行紧耦合解算,得到精确的采集车轨迹数据;

[0096] S52:结合精确轨迹与激光扫描仪外标定参数,将激光扫描原始数据解算得到WGS84三维投影坐标系下的激光点云;

[0097] S53:结合精确轨迹与全景相机外标定参数,获得全景影像在WGS84三维投影坐标系下的位姿参数,该位姿参数包含旋转矩阵 $R_p$ 与平移矢量 $t_p$ ;

[0098] S54:结合全景影像的位姿参数 $R_p$ 与 $t_p$ ,计算激光点云对应的深度图,由此,将激光点云与全景影像配准的3D-2D配准问题转换为点云深度图与全景影像配准的2D-2D配准问题,而二者之间的配准以互信息作为相似性度量;

[0099] S55:设 $p$ 为全景影像上的一个点, $q$ 为 $p$ 在深度图中的对应点,则二者的互信息:

[0100]  $I(p:q) = H(p) + H(q) - H(p, q)$

[0101] 其中, $H(p)$ 为全景影像熵, $H(q)$ 为深度图熵, $H(p, q)$ 为二者的联合熵。由二者互信息值大小来评价全景影像与其对应深度图的配准情况,即实现了对激光扫描数据与全景影像数据配准精度的检查。

[0102] 需要说明的是,关于基于互信息的激光扫描数据与全景影像数据配准精度检查,大致可采用以下三种方法:1)基于控制点的激光与全景数据配准精度检查,该类方法依靠已有的控制点;2)基于激光与全景影像的同名局部特征进行自动化配准检查,该类方法依

靠二者的局部点、线、面特征;3) 基于全局信息的配准,该类方法将激光点云转换为强度图或深度图,以互信息或者归一化互信息作为相似性度量,对激光点云及全景影像进行全局优化配准,该类方法仅依赖数据本身信息,自动化程度高,配准精度优高。本实施例使用的是基于互信息的全局配准方法进行激光扫描数据与全景影像数据配准精度检查。

[0103] S56:全景影像与深度图配准的互信息阈值可设置且不限于1.0;若二者的互信息值低于阈值,则激光扫描数据与全景影像数据配准精度不满足要求;

[0104] S57:对每一次采样获取的激光扫描数据及全景影像数据均执行以上步骤;

[0105] S6:若上步中任一个检查项目不满足质量要求,数据评测中心形成评测分析报告,并将问题与分析报告及时反馈给外业采集人员。

[0106] S7:外业采集人员依据数据评测中心的反馈查找解决问题,并根据具体情况判断是否需要问题数据进行快速重测。

[0107] 从上述各实施例可以看出,基于车载移动互联网通信及可远程布设在室内的地图数据评测装置,对包含基站GPS数据在内的更丰富的待评测数据进行评测,并且地图数据评测装置不仅能够提供更强大的计算能力,实现外业采集数据深层次、高效率的质量评测。

[0108] 进一步来讲,本发明实施例提供在采集车上搭载车载WIFI路由器以搭建移动互联网环境,测量基站的采集终端通过装载的协同采集平台可实时获取基站测量数据,并通过移动互联网上传到如室内数据评测中心的地图数据评测装置,利用计算机集群,实时对相机轨迹、激光轨迹、全景成像质量、激光与全景数据配准精度等内容进行评测计算,对数据进行快速分析,进而实现自动驾驶地图外业采集数据质量精细、实时评估,能够及时发现与反馈外业数据采集中的质量问题,同时基于互信息的自动化激光点云数据与全景影像数据配准精度检查,而且数据评测中心与外业采集人员基于网络的数据采集问题能够实时分析与反馈。

[0109] 综上,本发明实施例所构建的地图数据评测系统为自动驾驶地图外业采集数据质量实时评测系统,利用移动互联网及计算机集群,实时对外业采集数据质量进行深层次的评测及问题反馈,可在数据采集过程中进行深度全面的质量评测,将内业所需要的质量检测问题提前到外业采集过程中完成,使外业数据采集员能及时发现问题,减少内业作业时间,提高生产效率。同时,也避免问题的扩大,避免了隔天数据重测而带来的人员、车辆调度,避免了基站的重新布设,大大减少由于数据质量问题而重测的工作量,由此将数据质量异常所带来的损失降低到最小。

[0110] 本领域内的技术人员应明白,本发明的实施例可提供为方法、装置、或计算机程序产品。因此,本发明可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本发明可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0111] 上述说明示出并描述了本发明的若干具体实施例,但如前所述,应当理解本发明并非局限于本文所披露的形式,不应看作是对其他实施例的排除,而可用于各种其他组合、修改和环境,并能够在本文所述发明构想范围内,通过上述教导或相关领域的技术或知识进行改动。而本领域人员所进行的改动和变化不脱离本发明的精神和范围,则都应在本发明所附权利要求的保护范围内。

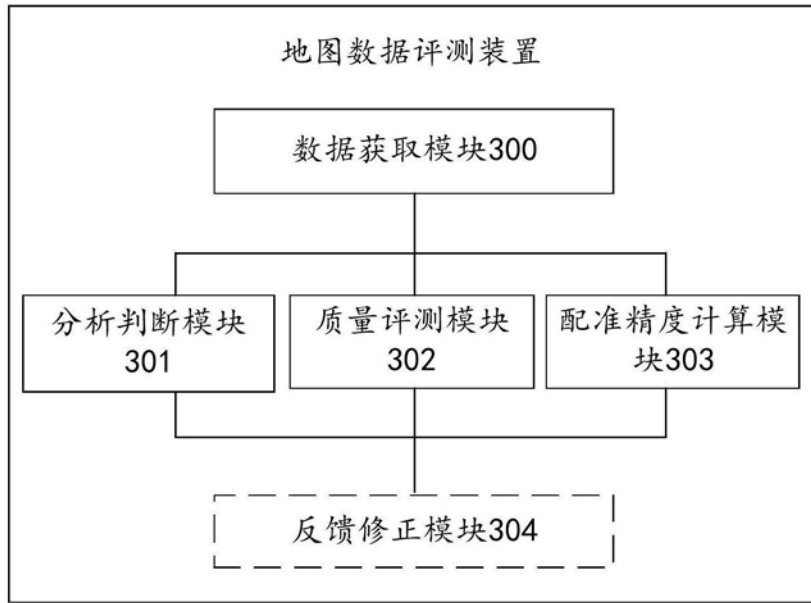


图1

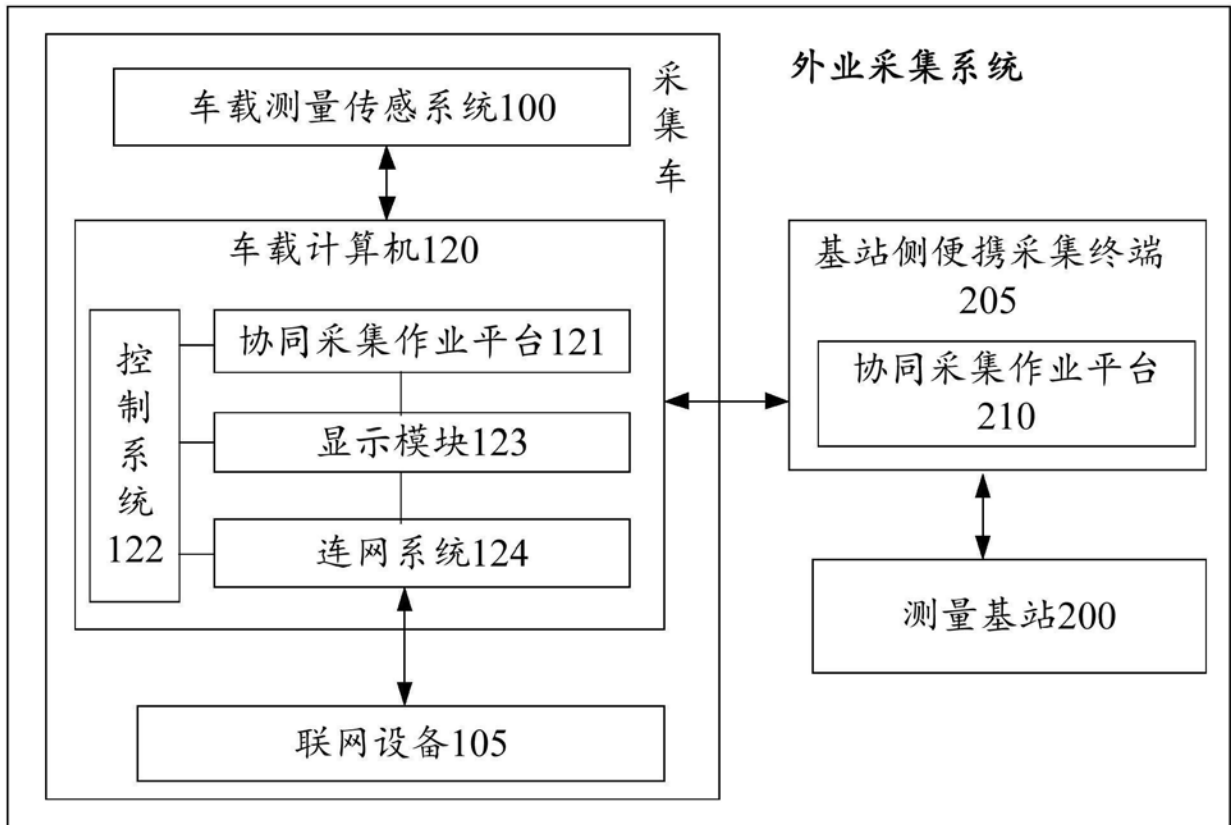


图2

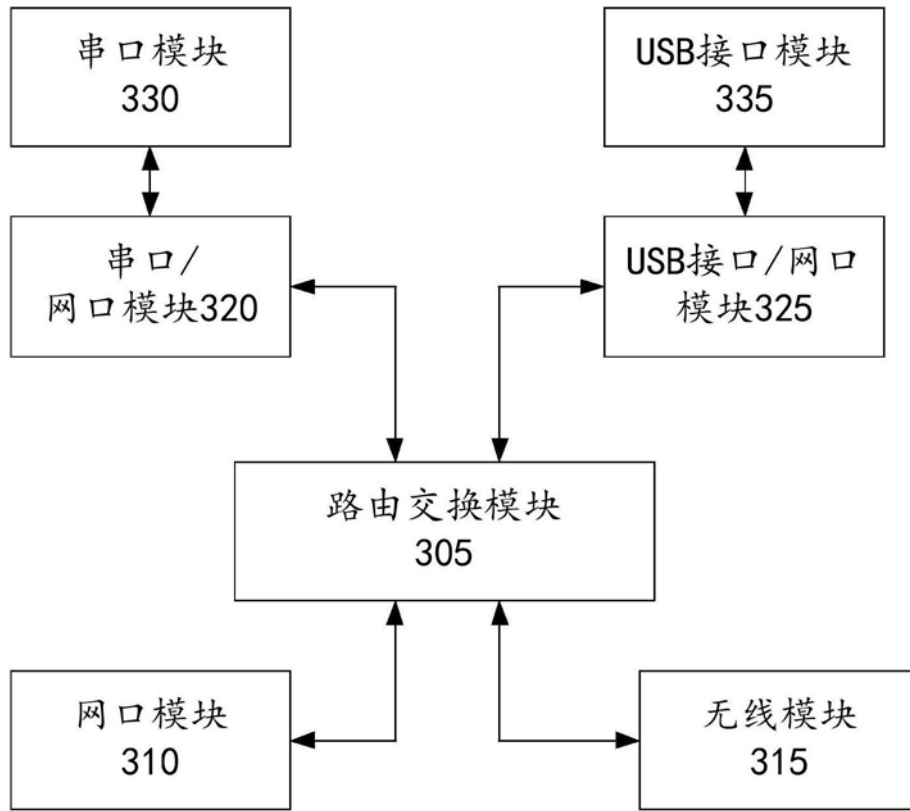


图3



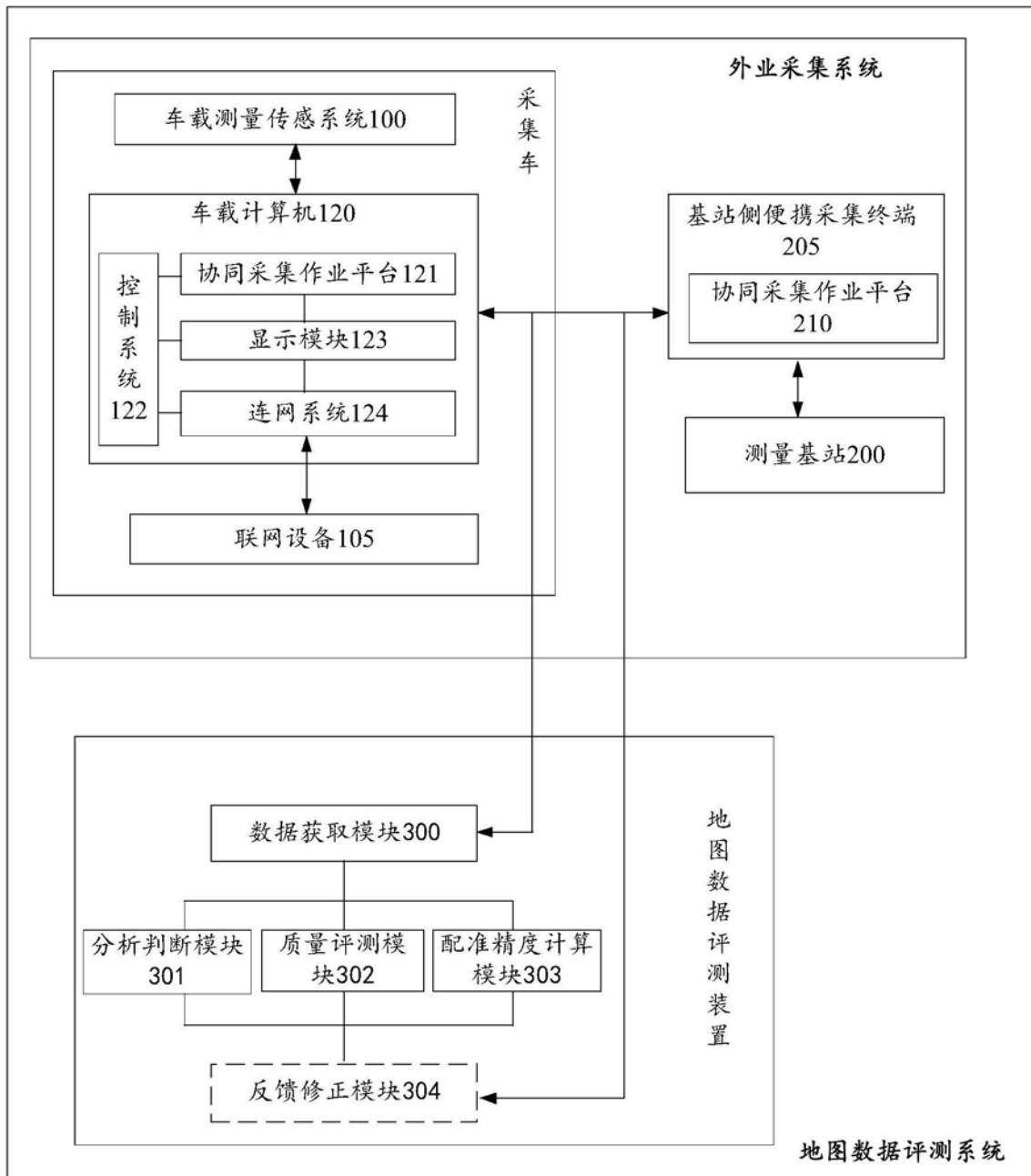


图4

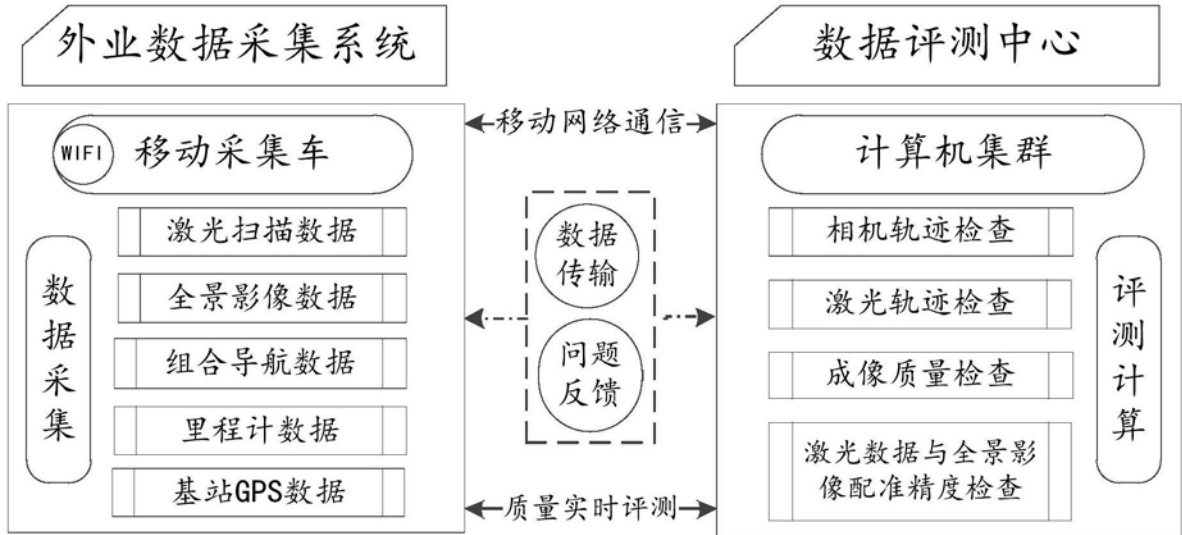


图5

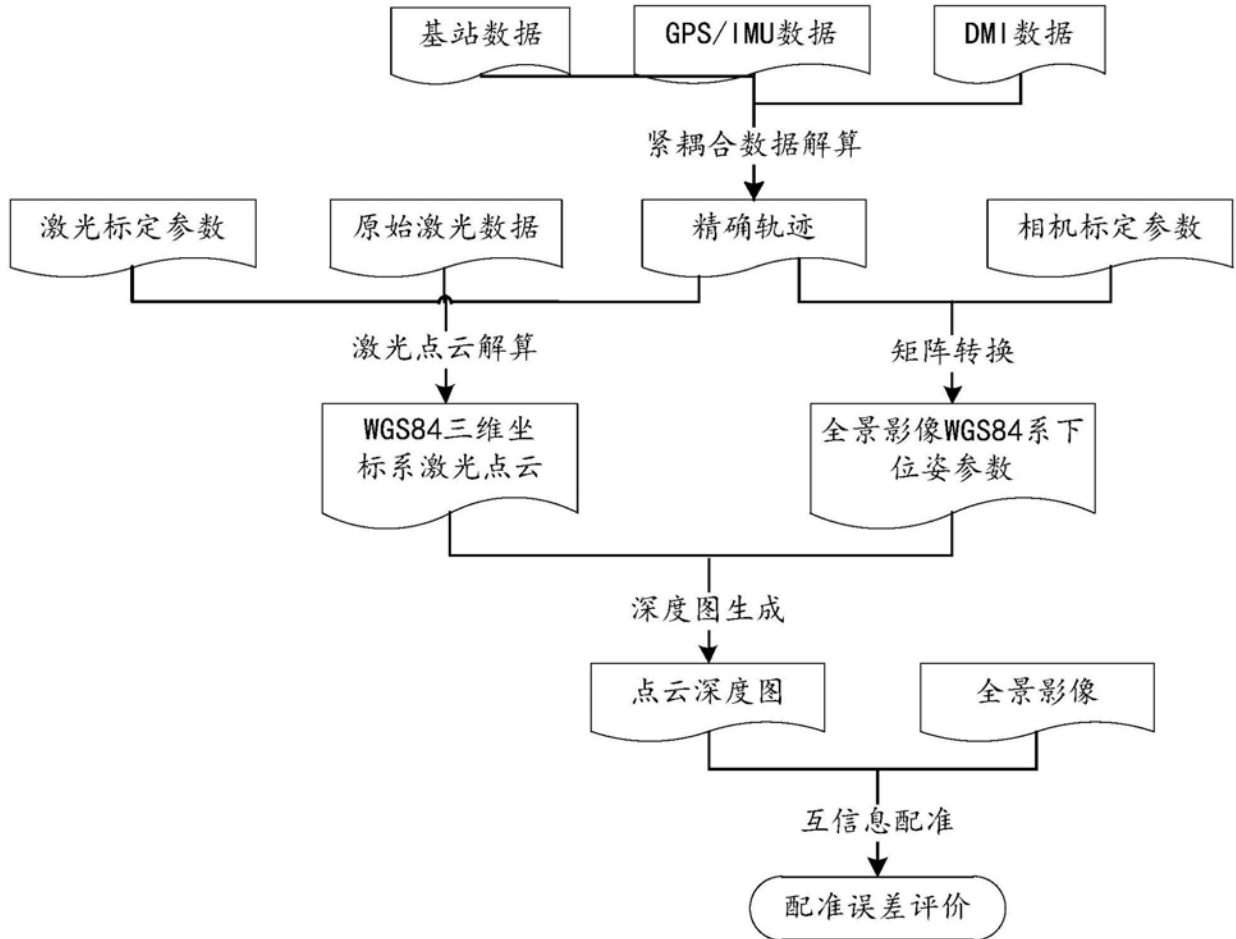


图6