



(21) 申请号 202411096678.4

(22) 申请日 2024.08.12

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 118640936 A

(43) 申请公布日 2024.09.13

(73) 专利权人 浙江吉利控股集团有限公司

地址 310051 浙江省杭州市滨江区江陵路

1760号

专利权人 杭州朗歌科技有限公司

(72) 发明人 魏娜 杨勇占

(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 赵瑞雪 臧建明

(51) Int. Cl.

G01C 25/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 109141446 A, 2019.01.04

CN 117367458 A, 2024.01.09

CN 115393319 A, 2022.11.25

审查员 许玉姗

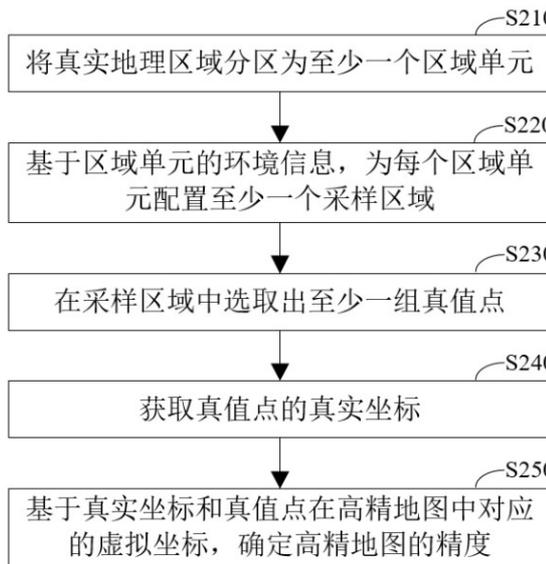
权利要求书2页 说明书14页 附图5页

(54) 发明名称

高精地图精度验证方法、装置、设备和可读存储介质

(57) 摘要

本申请提供一种高精地图精度验证方法、装置、设备和可读存储介质,涉及自动驾驶技术领域,该方法包括:将真实地理区域分区为至少一个区域单元;基于所述区域单元的环境信息,为每个区域单元配置至少一个采样区域;在所述采样区域中选取至少一组真值点;获取所述真值点的真实坐标;基于所述真实坐标和所述真值点在高精地图中对应的地图坐标,确定所述高精地图的精度。该方案能够保证真值点选取更具有代表性,从而使得后续在进行数据比对时,实现对高精地图数据精度的全面准确评估。



1. 一种高精地图精度验证方法,其特征在于,包括:
 - 将真实地理区域分区为至少一个区域单元;
 - 基于所述区域单元的环境信息,为每个区域单元配置至少一个采样区域;
 - 在所述采样区域中选取至少一组真值点;
 - 获取所述真值点的真实坐标;
 - 基于所述真实坐标和所述真值点在高精地图中对应的地图坐标,确定所述高精地图的精度;
 - 所述基于所述区域单元的环境信息,为每个区域单元配置至少一个采样区域,包括:
 - 基于所述区域单元的环境信息,确定所述区域单元中是否存在满足设定条件的目标环境;
 - 若存在所述目标环境,则为每个目标环境配置至少一个采样区域。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述目标环境包括:山区、隧道、高速、城区中的一个或任意组合。
3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述为每个目标环境配置至少一个采样区域,包括:
 - 选取所述目标环境的路段出口或入口处,作为所述采样区域。
4. 根据权利要求1-3任一项所述的方法,其特征在于,所述一组真值点包括:水平验证点、高程验证点、相对精度验证点中的至少一个。
5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述基于所述真实坐标和所述真值点在高精地图中对应的地图坐标,确定所述高精地图的精度,包括:
 - 若所述一组真值点中包括所述水平验证点,则基于所述水平验证点的真实坐标和所述水平验证点在所述高精地图中对应的地图坐标,确定所述高精地图的绝对精度;
 - 若所述一组真值点中包括所述高程验证点,则基于所述高程验证点的真实坐标和所述高程验证点在所述高精地图中对应的地图坐标,确定所述高精地图的绝对精度;
 - 若所述一组真值点中包括所述相对精度验证点,则基于至少两个相对精度验证点的真实坐标和每个相对精度验证点在所述高精地图中对应的地图坐标,确定所述高精地图的相对精度。
6. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述在所述采样区域中选取至少一组真值点,包括:
 - 若所述一组真值点中包括所述水平验证点,则基于所述采样区域的出口或入口的导流带尖角、所述采样区域的出口或入口的合并分离点、所述采样区域中的特定位置点中的至少一个位置,选取至少一个水平验证点;
 - 若所述一组真值点中包括所述高程验证点,则获取所述水平验证点周围存在的路牌,并基于所述路牌,选取至少一个高程验证点;
 - 若所述一组真值点中包括所述相对精度验证点,则获取目标环境中的道路指示标识,并在所述道路指示标识的边界线中确定出至少两个位置点,作为至少两个相对精度验证点。
7. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述基于至少两个相对精度验证点的真实坐标和每个相对精度验证点在所述高精地图中对应的地图坐标,确定所述高精地图的相对

精度,包括:

获取每个相对精度验证点与所述相对精度验证点在所述高精地图中对应的地图坐标之间的精度误差;

基于至少两个所述精度误差,确定所述高精地图的相对精度。

8.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

根据采样间隔距离,确定所述真实地理区域所需的真值点总组数;

根据所述真值点总组数和每个区域单元的采样区域的数量,确定每个区域单元的真值点的组数。

9.一种高精地图精度验证装置,其特征在于,包括:

区域划分模块,用于将真实地理区域分区为至少一个区域单元;

采样配置模块,用于基于所述区域单元的环境信息,为每个区域单元配置至少一个采样区域;

点值选取模块,用于在所述采样区域中选取至少一组真值点;

坐标获取模块,用于获取所述真值点的真实坐标;

精度验证模块,用于基于所述真实坐标和所述真值点在高精地图中对应的地图坐标,确定所述高精地图的精度;

所述采样配置模块,具体用于基于所述区域单元的环境信息,确定所述区域单元中是否存在满足设定条件的目标环境;若存在所述目标环境,则为每个目标环境配置至少一个采样区域。

10.一种电子设备,其特征在于,包括:处理器,以及与所述处理器通信连接的存储器;

所述存储器存储计算机执行指令;

所述处理器执行所述存储器存储的计算机执行指令,以实现如权利要求1-8中任一项所述的方法。

11.一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质中存储有计算机执行指令,所述计算机执行指令被处理器执行时用于实现如权利要求1至8任一项所述的方法。

12.一种计算机程序产品,包括计算机程序,其特征在于,该计算机程序被处理器执行时实现权利要求1-8中任一项所述的方法。

高精地图精度验证方法、装置、设备和可读存储介质

技术领域

[0001] 本申请涉及自动驾驶技术领域,尤其涉及一种高精地图精度验证方法、装置、设备和可读存储介质。

背景技术

[0002] 随着自动驾驶技术的发展,高精度地图作为自动驾驶车辆感知环境的重要工具,其数据精度直接关系到车辆行驶的安全性和稳定性。然而由于激光雷达测量误差、惯导系统误差、时间同步误差、标定误差、运动畸变误差以及惯导的姿态定位误差等因素的影响,高精地图在生产过程中不可避免地会产生误差。

[0003] 现有技术中,主要依赖于传统的全球导航卫星系统、实时动态载波相位差分 and 全站仪等测量工具来采集特定位置点的空间坐标,然后与高精地图中对应坐标做对比,由此确定高精地图的精度。

[0004] 但是,现有的这种方式,对高精地图的误差评估不精准。

发明内容

[0005] 本申请提供一种高精地图精度验证方法、装置、设备和可读存储介质,用于解决现有高精地图误差评估不精准的问题。

[0006] 第一方面,本申请实施例提供一种高精地图精度验证方法,包括:

[0007] 将真实地理区域分区为至少一个区域单元;

[0008] 基于所述区域单元的环境信息,为每个区域单元配置至少一个采样区域;

[0009] 在所述采样区域中选取至少一组真值点;

[0010] 获取所述真值点的真实坐标;

[0011] 基于所述真实坐标和所述真值点在高精地图中对应的地图坐标,确定所述高精地图的精度。

[0012] 在第一方面的一种可能设计中,所述基于所述区域单元的环境信息,为每个区域单元配置至少一个采样区域,包括:

[0013] 基于所述区域单元的环境信息,确定所述区域单元中是否存在满足设定条件的目标环境;

[0014] 若存在所述目标环境,则为每个目标环境配置至少一个采样区域。

[0015] 在第一方面的另一种可能设计中,所述目标环境包括:山区、隧道、高速、城区中的一个或任意组合。

[0016] 在第一方面的再一种可能设计中,所述为每个目标环境配置至少一个采样区域,包括:

[0017] 选取所述目标环境的路段出口或入口处,作为所述采样区域。

[0018] 在第一方面的又一种可能设计中,所述一组真值点包括:水平验证点、高程验证点、相对精度验证点中的至少一个。

[0019] 在第一方面的又一种可能设计中,所述基于所述真实坐标和所述真值点在高精地图中对应的地图坐标,确定所述高精地图的精度,包括:

[0020] 若所述一组真值点中包括所述水平验证点,则基于所述水平验证点的真实坐标和所述水平验证点在所述高精地图中对应的地图坐标,确定所述高精地图的绝对精度;

[0021] 若所述一组真值点中包括所述高程验证点,则基于所述高程验证点的真实坐标和所述高程验证点在所述高精地图中对应的地图坐标,确定所述高精地图的绝对精度;

[0022] 若所述一组真值点中包括所述相对精度验证点,则基于至少两个相对精度验证点的真实坐标和每个相对精度验证点在所述高精地图中对应的地图坐标,确定所述高精地图的相对精度。

[0023] 在第一方面的又一种可能设计中,所述在所述采样区域中选取至少一组真值点,包括:

[0024] 若所述一组真值点中包括所述水平验证点,则基于所述采样区域的出口或入口的导流带尖角、所述采样区域的出口或入口的合并分离点、所述采样区域中的特定位置点中的至少一个位置,选取至少一个水平验证点。

[0025] 若所述一组真值点中包括所述高程验证点,则获取所述水平验证点周围存在的路牌,并基于所述路牌,选取至少一个高程验证点。

[0026] 若所述一组真值点中包括所述相对精度验证点,则获取所述目标环境中的道路指示标识,并在所述道路指示标识的边界线中确定出至少两个位置点,作为至少两个相对精度验证点。

[0027] 在第一方面的又一种可能设计中,所述基于至少两个相对精度验证点的真实坐标和每个相对精度验证点在所述高精地图中对应的地图坐标,确定所述高精地图的相对精度,包括:

[0028] 获取每个相对精度验证点与所述相对精度验证点在所述高精地图中对应的地图坐标之间的精度误差;

[0029] 基于至少两个所述精度误差,确定所述高精地图的相对精度。

[0030] 在第一方面的又一种可能设计中,所述方法还包括:

[0031] 根据采样间隔距离,确定所述真实地理区域所需的真值点总组数;

[0032] 根据所述真值点总组数和每个区域单元的采样区域的数量,确定每个区域单元的真值点的组数。

[0033] 第二方面,本申请实施例提供高精地图精度验证装置,包括:

[0034] 区域划分模块,用于将真实地理区域分区为至少一个区域单元;

[0035] 采样配置模块,用于基于所述区域单元的环境信息,为每个区域单元配置至少一个采样区域;

[0036] 点值选取模块,用于在所述采样区域中选取至少一组真值点;

[0037] 坐标获取模块,用于获取所述真值点的真实坐标;

[0038] 精度验证模块,用于基于所述真实坐标和所述真值点在高精地图中对应的地图坐标,确定所述高精地图的精度。

[0039] 第三方面,本申请实施例提供一种电子设备,包括:处理器,以及与所述处理器通信连接的存储器;所述存储器存储计算机执行指令;所述处理器执行所述存储器存储的计

计算机执行指令,以实现如上所述的方法。

[0040] 第四方面,本申请实施例提供一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质中存储有计算机执行指令,所述计算机执行指令被处理器执行时用于实现如上述的方法。

[0041] 第五方面,本申请实施例提供一种计算机程序产品,包括计算机程序,该计算机程序被处理器执行时实现上述的方法。

[0042] 本申请实施例提供的高精地图精度验证方法、装置、设备和可读存储介质,通过对真实地理区域进行分区,并根据分区后的区域单元中轨迹周边环境的不同,对应选取不同类型的采样区域,能够保证真值点选取更具有代表性,后续进行数据比对时,可实现对高精地图数据精度的全面准确评估。

附图说明

[0043] 此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分,示出了符合本申请的实施例,并与说明书一起用于解释本申请的原理;

[0044] 图1为本申请实施例提供的高精地图精度验证的场景示意图;

[0045] 图2为本申请实施例提供的高精地图精度验证方法的流程示意图;

[0046] 图3为本申请实施例提供的采样区域确定方法的流程示意图;

[0047] 图4为本申请实施例提供的高精地图精度验证方法的整体框架流程图;

[0048] 图5为本申请实施例提供的高精地图精度验证装置的结构示意图;

[0049] 图6为本申请实施例提供的电子设备的结构示意图。

[0050] 通过上述附图,已示出本申请明确的实施例,后文中将有更详细的描述。这些附图和文字描述并不是为了通过任何方式限制本申请构思的范围,而是通过参考特定实施例为本领域技术人员说明本申请的概念。

具体实施方式

[0051] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,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,都属于本申请保护的范围。

[0052] 随着自动驾驶技术的发展,高精度地图(简称为高精地图)作为自动驾驶车辆感知环境的重要工具,其数据精度直接关系到车辆行驶的安全性和稳定性。然而由于雷达测量误差、惯导系统误差、时间同步误差、标定误差、运动畸变误差以及惯导的姿态定位误差等因素的影响,高精地图在生产过程中不可避免地会产生误差。因此,如何准确评估地图数据的误差分布,确保地图数据的精度,成为高精地图生产质量监控的关键问题。

[0053] 在相关技术中,针对高精地图精度评价方法主要依赖于传统的全球导航卫星系统(Global Navigation Satellite System,GNSS)、实时动态载波相位差分(Real-time kinematic)和全站仪等测量工具,通过对地图上特定特征点的空间坐标进行测量,与地图数据中的对应坐标进行比较,从而评估地图数据的精度。然而这些方法往往存在采样点选取不够科学、全面,误差评估不够精准等问题,难以满足高精度地图生产的需求。

[0054] 针对上述问题,本申请提供了一种高精地图精度验证方案,该方案通过将真实地理区域分区为区域单元,然后在每个区域单元进行采样区域的选取,并根据轨迹周边环境的不同,对应选取不同类型的验证点进行数据比对,以实现高精地图数据绝对精度的全面、准确评估,为地图生产质量监控和地图产品的使用提供可靠的技术支持。

[0055] 示例性的,图1为本申请实施例提供的高精地图精度验证的场景示意图,如图1所示,在对高精地图进行验证时,可以通过在现场采集一些验证点的真实坐标(例如图1中车道合并点的坐标),然后将该真实坐标与在高精地图中对应的地图坐标进行比对,通过比对两个坐标之间的差异,即可掌握该高精地图的精度是否可靠,实现对高精地图精度的评估。

[0056] 下面,通过具体实施例对本申请的技术方案进行详细说明。需要说明的是,下面这几个具体的实施例可以相互结合,对于相同或相似的概念或过程可能在某些实施例中不再赘述。

[0057] 图2为本申请实施例提供的高精地图精度验证方法的流程示意图,该方法可以应用于电子设备(例如图1中的计算机),以电子设备作为执行主体为例,该方法具体可以包括如下步骤:

[0058] 步骤S210:将真实地理区域分区为至少一个区域单元。

[0059] 在本实施例中,真实地理区域代表的是实际空间环境,对应的,高精地图中也有对应的地理区域,但高精地图中的地理区域通常是基于相应的比例尺对真实地理区域进行缩放形成的。

[0060] 示例性的,以真实地理区域为区域Q为例,通过对该区域Q进行测绘之后形成该区域Q对应的高精地图。其中,该高精地图由于在生产过程中不可避免的会产生误差,误差如果过大则可能影响自动驾驶车辆的安全性,即如果自动驾驶车辆基于该高精地图作为导航依据,在区域Q中行驶,如果高精地图的误差很大,是有可能导致自动驾驶车辆碰撞到障碍物等危险情况的。

[0061] 在本实施例中,可以直接通过每个区域单元划分其所占范围,以实现将真实地理区域进行分区,例如为每个区域单元配置合理的尺寸,即可实现对真实地理区域进行分化。具体的,以车辆在真实地理区域中的某个点作为原点,朝不同方向每行驶n公里(n为正整数),得到多个方向上的边界点,然后将这些边界点相连,即得到了一个区域单元。

[0062] 在另一些实施例中,还可以通过环境信息来对真实地理区域进行分区,例如在进行分区时,需要保证每个区域单元中都有一些特定的地貌环境(例如山区、隧道、高速、城区等)。其中,这些特定的地貌环境通常作为影响因素,导致高精地图在生产过程中产生误差(例如有些地貌环境会影响采集车的信号接收,导致采集车的数据不准确,由此使得高精地图在生产过程中产生误差)。

[0063] 其中,通过在每个区域单元中配置一些特定的地貌环境,其更具有代表性,能够在后续验证出高精地图在这些地貌环境是否存在误差。

[0064] 步骤S220:基于区域单元的环境信息,为每个区域单元配置至少一个采样区域。

[0065] 在本实施例中,采样区域是指在区域单元中,后续需要现场采样的区域。采样区域相对于整个区域单元范围更小,这样便于后续的现场采样,以选取出真值点。

[0066] 其中,环境信息可以是指区域单元中道路轨迹环境信息,处于这些环境中时,比较容易影响测绘的准确性,导致高精地图在生产过程中产生的误差。

[0067] 示例性的,环境信息可以包括山区、高速、隧道、城区等。

[0068] 在本实施例中,每个区域单元可能包括有多个这样的环境信息,例如区域单元A中既包括有隧道,又包括有山区。每个这样的环境信息都可以配置一个采样区域,以保证后续数据(即真值点)选取的完整性,进一步提高后续验证准确性。

[0069] 步骤S230:在采样区域中选取至少一组真值点。

[0070] 步骤S240:获取真值点的真实坐标。

[0071] 在本实施例中,真值点的真实坐标可以是由测量人员在现场对真值点进行坐标测量得到的,其真实坐标的准确性更高。而高精地图中的坐标通常是由相应设备(例如采集车)利用相应的仪器测量得到的,其准确性较差,从而容易导致高精地图在生产时出现误差。

[0072] 在本实施例中,可以在采样区域中选取一些有代表性的位置点作为真值点,例如可以选取隧道入口或出口处的特定位置点,也可以选取高速入口或出口处的特定位置点,作为真值点。

[0073] 其中,为了保证数据更加全面,真值点的组数可以尽量多一些,这样在后续对高精地图的精度进行验证的时候,也可以保证验证结果的准确性。

[0074] 另外,当真值点的总组数固定的时候,需要为各个区域单元合理分配相应组数的真值点。具体的,在一些实施方式中,可以结合真实地理区域所占的实际空间面积和设定的采样间隔距离(例如150-200千米),确定出验证该真实地理区域对应的高精地图所需的真值点总组数,然后再结合每个区域单元中是否包含满足条件的目标环境,进一步确定每个区域单元的采样区域的数量,最后基于每个区域单元的采样区域的数量和真值点的总组数,均匀的为每个区域单元配置若干组真值点。

[0075] 具体的,以采样间隔距离为150千米为例,假设在真实地理区域中,间隔150千米需要选取出一组真值点,总共需要选取1250组真值点,那么需要结合每个区域单元中包含的目标环境的数量,将这1250组真值点均匀分配到各个区域单元(这样以便于后续验证每个区域单元在高精地图中的精度)。

[0076] 其中,以真实地理区域划分为区域单元A、区域单元B和区域单元C为例,若区域单元A包括有山区、隧道和高速,区域单元B包含有隧道和高速,区域单元C只包含有高速,那么区域单元A需要分配更多组真值点。示例性的,区域单元A、区域单元B和区域单元C的真值点组数之比为3:2:1。

[0077] 本实施方式通过对真实地理区域进行分区,这样便于根据真值点总组数,为每个区域单元均匀的分配所需选取的真值点组数,以便于更好的去验证每个区域单元对应的高精地图的准确性。

[0078] 步骤S250:基于真实坐标和真值点在高精地图中对应的地图坐标,确定高精地图的精度。

[0079] 在本实施例中,真实坐标和地图坐标均可以包括有(x,y,z)三个方向的值(即水平横轴坐标值、水平纵轴坐标值和竖直方向坐标值),通过对比真实坐标和地图坐标的(x,y,z)三个值的差异,即可以确定出高精地图的精度。

[0080] 示例性的,以真实坐标的坐标为(x1,y1,z1),地图坐标的坐标为(x2,y2,z2)为例,若两坐标点的位置距离差距大于1米,则说明高精地图的精度较差。

[0081] 本申请实施例通过对真实地理区域进行分区,并根据分区后的区域单元中轨迹周边环境的不同,对应选取不同类型的采样区域,能够保证后续真值点的选取更具有代表性,后续进行数据比对时,可以实现对高精地图数据精度的全面、准确评估。

[0082] 下面通过一些实施例对如何选取采样区域进行详细说明。

[0083] 图3为本申请实施例提供的采样区域确定方法的流程示意图,如图3所示,该方法包括如下步骤:

[0084] 步骤S310:基于区域单元的环境信息,确定区域单元中是否存在满足设定条件的目标环境。

[0085] 在本实施例中,区域单元中可能包括有各种不同的环境,将不会影响高精地图精度的环境称为正常环境(例如开阔道路),将会影响高精地图精度的环境称为非正常环境(例如山区、隧道等),那么目标环境就可以是指这些非正常环境。即设定条件可以是指:会影响高精地图精度的环境。

[0086] 上文提到了对区域单元进行划分时,可以直接通过配置每个区域单元所占范围,对真实地理区域进行分区。如此分区得到的区域单元中可能包括有上述的正常环境和非正常环境,也可能只包括有正常环境。其中,当只包括有正常环境时,则只能在正常环境中确定采样区域,以进行后续真值点的选取。而在本实施例中,当区域单元中存在非正常环境(即目标环境)时,则可以在非正常环境中确定出采样区域,这样后续选取出的真值点就更具有代表性,进一步提高高精地图验证的准确性。

[0087] 示例性的,在一些实施例中,目标环境可以包括:山区、隧道、高速、城区中的一个或任意组合。

[0088] 其中,在实际应用中,高精地图制作时需要依赖采集车进行数据采集,而采集车在这些目标环境进行数据采集时,很可能由于这些环境因素的影响导致信号弱或者无法接收到,这就会使得最终生产出的高精地图可能存在误差。另外,若高精地图主要用于自动驾驶,那么上述的目标环境中至少应当包含有车道,后续可以基于车道周围区域存在的相应特征位置,实现真值点的选取。

[0089] 具体的,以山区为例,由于地形起伏较大,卫星信号可能会被建筑物、树木或岩石等物体所阻挡,导致信号弱或无法接收到。又例如高速附近可能存在大面积水域:水体表面的反射会导致多径效应的发生,并且由于水体具有较高的反射率,反射信号的强度可能会超过直接信号,使得接收器难以分辨。又例如城区高速是在高楼或密集的高层建筑物旁、山谷、峡谷等地,GPS信号可能受到阻碍,形成定位盲区。同时这些目标环境中还可能在大面积信号塔、发电站、变电站、高压电缆、雷达等可能会产生电磁干扰,干扰GPS信号的传输和接收。

[0090] 进一步的,基于上述情况,在一些实施方式中,在确定采样区域时,可以选取目标环境的路段出口或入口处,作为采样区域。

[0091] 示例性的,若区域单元中存在有山区,那么可以选取山区的路段出口或入口处,作为山区的采样区域,而若区域单元中存在隧道,则可以选取隧道的路段出口或入口处,作为隧道的采样区域;最后若区域单元中存在高速,则可以选取高速的路段出口或入口处,作为高速的采样区域。

[0092] 在本实施方式中,路段或隧道的出口或入口的位置是否准确,对高精地图的精度

影响较大,当出口或入口位置不准确时,可能导致自动驾驶车辆有很大的安全风险,为此通过将路段或隧道的出口或入口作为采样区域,在后续真值单选取时,能够进一步提高真值点的代表性,进一步提高高精地图验证的准确性。

[0093] 本实施方式通过将目标环境设置为山区、隧道、高速中的一个或任意组合,并将山区路段的入口或出口、隧道的入口或出口、高速路段的出口或入口作为采样区域,这样可以确定多种不同类型的采样区域,保证了后续在选取真值点时数据的充分性和合理性。

[0094] 步骤S320:若存在目标环境,则为每个目标环境配置至少一个采样区域。

[0095] 在本实施例中,目标环境可以配置多个采样区域,示例性的,以目标区域为隧道为例,在隧道的入口处可以配置一个采样区域,在隧道的出口处也可以配置一个采样区域,如此在后续可以提高真值点选取的数量,从而进一步提高后续高精地图验证的准确性。

[0096] 本申请实施例通过优先为目标环境配置采样区域,这样在后续从采样区域中能够选取更加具有代表性的真值点,以更加准确的验证出高精地图是否存在误差。

[0097] 下面通过一些实施例对真值点和真值点的选取进行详细说明。

[0098] 在一些实施例中,一组真值点可以包括水平验证点、高程验证点、相对精度验证点中的至少一个。水平验证点和高程验证点用于确定高精地图的绝对精度,相对精度验证点用于确定高精地图的相对精度。

[0099] 其中,水平验证点可以是路面上的特征点,例如路面指示标识上的某个位置的特征点,高程验证点可以是路上的路牌上的某个位置特征点,其中,路牌高程可以为5米,路牌高程具体是指路牌相对于地面的高度,根据实际需要和道路设计设置。高程验证点可以是隧道的隧道标牌,隧道标牌通常设置在隧道入口前和隧道内,用于提供隧道长度、限速、禁止超车等信息。

[0100] 在一些实施方式中,真值点的选取可以有如下两种可以提高后续精度校验效果较好的方式:

[0101] 方式(1)在采样区域中选取至少一个水平验证点和至少一个高程验证点,作为一组真值点;

[0102] 方式(2)在采样区域中选取至少一个水平验证点、至少一个高程验证点和至少两个相对精度验证点,作为一组真值点。

[0103] 在一些实施例中,为了提高后精度验证的准确性,每组真值点中至少应当包含水平验证点和高程验证点,另外相对精度验证点可以根据实际情况选择是否缺省。

[0104] 在本实施例中,在区域单元中,真值点的分布应当尽可能的均匀,以保证后续对高精地图验证的准确性。例如可以每间隔250-300千米,在区域单元中采集一组真值点。

[0105] 进一步的,在进行真值点选取时,不同类型的验证点(即水平验证点、高程验证点和相对精度验证点)对应的选取方式不同,具体包括如下方式:

[0106] 方式一:若一组真值点中包括水平验证点,则基于采样区域的出口或入口的导流带尖角、采样区域的出口或入口的合并分离点、采样区域的特定位置点中的至少一个位置,选取至少一个水平验证点。

[0107] 方式二:若一组真值点中包括高程验证点,则获取水平验证点周围存在的路牌,并基于路牌,选取至少一个高程验证点。

[0108] 方式三:若一组真值点中包括相对精度验证点,则获取目标环境中的道路指示标

识,并在道路指示标识的边界线中确定出至少两个位置点,作为至少两个相对精度验证点。

[0109] 其中,在进行上述验证点选取时,应当选择清晰且密度较高的出口或入口(包括路段和隧道的出口或入口)。进一步的,在选取高程验证点时,应当选出口或入口处尽量满足有导流带且低于5米的路牌,以保证真值点选取的合理性和准确性。

[0110] 针对方式一:

[0111] 在本实施例中,出入口导流带尖角是指高速的出口或入口的三角地带常设有导流带,其中尖角部分用于引导车辆按照指定路线行驶。导流带尖角通常呈现为V形或斜纹线区域,其尺寸根据具体路口地形设置。其中,可以选取导流带尖角的位置作为一个水平验证点,另外也可以再在导流带尖角附近选择其他相邻或相近的位置,作为水平验证点。

[0112] 在本实施例中,出口或入口的合并分离点可以是指的高速的出口或入口处,车辆需要进行合并或分离操作,这些点即为合并分离点。其中,可以选取这些合并分离点作为一个水平验证点,另外也可以再在合并分离点附近选择其他相邻或相近的位置,作为水平验证点。

[0113] 在本实施例中,若采样区域为隧道,那么采样区域的特征位置点可以是隧道的前特征点或后特征点。其中,隧道前特征点或后特征点指的是隧道入口前和出口后的特定位置,通常用于设置警示标志或限速标志。

[0114] 针对方式二:

[0115] 在本实施例中,路牌可以是指竖直设立在路段上的指示牌,其用于指示当前所处路段、前方可供选择的路段等。路牌高程指的是路牌相对于地面的高度,根据实际需要和道路设计设置。若采样区域为隧道,那么路牌可以是指隧道标牌,隧道标牌通常设置在隧道入口前和隧道内,用于提供隧道长度、限速、禁止超车等信息。

[0116] 针对方式三:

[0117] 由于相对精度验证点是用于验证高精地图的相对精度(即两点之间的距离是否存在误差),故而至少需要选取出两个以上的相对精度验证点。其中,由于在车辆行驶过程中,通常存在有地面线、路牌、纵向长度指示线、导向箭头、隧道内特征物等道路指示标识,为此可以从这些道路指示标识中选取出相对精度验证点。

[0118] 示例性的,地面线是具有长宽尺寸的,由此若在地面线前后或左右分别选择一个相对精度验证点,那么就可以确定这两个相对精度验证点之间的实际距离,从而用于验证高精地图中这两个相对精度验证点之间的距离是否与实际距离存在误差。

[0119] 其中,高速公路地面线包括分道线、车距确认线等,其长宽对于确保行车安全和提供视觉指引具有重要作用。示例性的,分道线白色虚线每根长6米,两条线之间的距离为9米,两根白线加中间的距离总共是21米。

[0120] 同理,路牌也有长宽,高速公路上的路牌用于提供方向指示、距离提示等信息,其长宽根据实际需要设置。路牌的设计应确保驾驶员在高速行驶时能够清晰辨认,提前做出反应。另外,在某些情况下,高速公路上会设置纵向的100米长度标志,用于提示驾驶员与前车保持安全距离。导向箭头也有长宽,导向箭头用于指示车辆行驶方向,其长度根据实际需要和道路宽度设置。隧道内可能存在的特征物包括紧急停车区、消防设备、监控摄像头等,其长宽根据实际需要设置。

[0121] 其中,在通过上述方式一至方式三进行真值点选取的时候,需要对环境因素进行

考量,例如有的采样区域的环境因素相对较为恶劣,可能会对真值点坐标采集的准确性产生影响,为此需要特别对这些恶劣环境下采集的真值点的坐标进行标记,在后续进行高精地图的验证的时候,这些恶劣环境下采集的真值点的坐标可以考虑作为极值点,与正常环境下采集的真值点的坐标进行区分。

[0122] 其中,如果在某些正常环境下采集的真值点坐标与高精地图中对应的坐标的误差很大,那么可能说明在高精地图制作的过程中可能出现了采集车故障等问题,导致用于制作高精地图的原始数据出现了问题。另外,在一些恶劣环境下采集的真值点坐标与高精地图中对应的坐标的误差范围可以适当放宽,以排除环境因素的影响。

[0123] 其中,在确定了真值点之后,可以利用GNSS、RTK及全站仪等测量工具,对选取的真值点进行精确测量,获取其真实的空间坐标,作为上述真实坐标。

[0124] 示例性的,下面列举如下三个验证点选取示例:

[0125] 示例一:以区域单元A,选取的采样区域为区域单元A中的山区高速公路为例,水平验证点可以选取山区高速公路的一个清晰、密度较高的路段入口,该处路面平整,无遮挡物,适合进行水平精度验证。高程验证点可以在距离入口不远处选择一个低于5米的路牌,该路牌位于开阔地带,便于测量其高程精度。另外由于山区地形复杂,相对精度验证点(可缺省)可选取隧道前的一个明显特征点,如隧道口前的警示标志。

[0126] 其中,山区高速由于穿越山区,地形起伏大,周围树木茂密,对卫星信号接收有一定影响,故而选取山区高速作为采样区域,能够更具有代表性。

[0127] 示例二:以区域单元B为例,选取城市C1与城市C2之间的城市郊区高速公路作为采样区域,该路段位于城市郊区,周围有部分建筑物和树木,但总体上对卫星信号接收影响较小。水平验证点可以选取郊区高速公路的一个直道路段出口,该处路段视野开阔,车流量适中,点云数据清晰。高程验证点可以在出口附近选择一个带有导流带、低于5米的路牌,该路牌位于空旷地带,便于进行高程精度验证。相对精度验证点(可缺省)可以选择出口处附近的一个弯道,弯道上的车道线清晰,可作为相对精度验证点。

[0128] 示例三:以区域单元C为例,选取区域单元C中城市C3的市区普通道路作为采样区域,该路段位于城市中心区域,周围高楼林立,车辆和行人众多,对卫星信号接收有一定影响,有可能存在电磁干扰和信号遮挡问题。其中,水平验证点可以选取城市普通道路的一个十字路口入口,该处交通繁忙,但点云数据仍较为清晰,可用于水平精度验证。高程验证点可在十字路口附近选择一个带有交通指示信息的路牌,该路牌位于开阔地带,高度适中,便于进行高程精度验证。由于城市普通道路缺乏明显的相对精度验证点,此处可缺省。

[0129] 另外,在一些实施方式中,为例保证在高精地图验证时的数据来源准确性,可以自行对真值点的数据精度进行验证,以排除掉不精确的真值点数据,确保后续对高精地图评估的客观性和公正性。

[0130] 本申请实施例通过划分出区域单元,并以区域单元为单位均匀抽取真值点,确保了真值点的全面性和代表性。同时,根据轨迹周边环境和道路特征,选取不同类型的采样区域,保证了采样的充分性和合理性。另外,通过详细的真值点选取标准,包括清晰且密度较高的路段出口或入口、路段出入口处的导流带和路牌等,以及各类道路特征点,如隧道前/后特征点、地面线长宽、路牌长宽等,确保了真值点的准确性和有效性。最后,在选取真值点时充分考虑了环境因素对GPS信号的影响,如山区、水域、电磁干扰等,从而提高了真值点的

可靠性。

[0131] 下面通过一些实施例详细说明如何验证高精地图的精度。

[0132] 上文已经提到一组真值点可以包括有水平验证点、高程验证点、相对精度验证点中的至少一个。其中,水平验证点和高程验证点可用于验证高精地图的绝对精度,相对精度验证点可用于验证高精地图的相对精度。具体提供如下三种示例情况:

[0133] 情况①:若一组真值点中包括水平验证点,则基于水平验证点的真实坐标和水平验证点在高精地图中对应的地图坐标,确定高精地图的绝对精度;

[0134] 情况②:若一组真值点中包括高程验证点,则基于高程验证点的真实坐标和高程验证点在高精地图中对应的地图坐标,确定高精地图的绝对精度;

[0135] 情况③:若一组真值点中包括相对精度验证点,则基于至少两个相对精度验证点的真实坐标和每个相对精度验证点在高精地图中对应的地图坐标,确定高精地图的相对精度。

[0136] 针对情况①和情况②,可以设置如下公式:

$$[0137] \quad \text{绝对精度} = \sqrt{(X_{p1_点云} - X_{p1_GCP})^2 + (Y_{p1_点云} - Y_{p1_GCP})^2 + (Z_{p1_点云} - Z_{p1_GCP})^2}$$

[0138] 合格率=(小于阈值的点数/样本量)*100%

[0139] 上式中, $X_{p1_点云}$ 、 $Y_{p1_点云}$ 、 $Z_{p1_点云}$ 分别为真值点p1在点云上的X轴、Y轴、Z轴上的真实坐标, X_{p1_GCP} 、 Y_{p1_GCP} 、 Z_{p1_GCP} 分别为真值点p1在高精地图上对应点的X轴、Y轴、Z轴上的地图坐标,阈值为设定值(例如1米),小于阈值的点数是指绝对精度D小于阈值对应的真值点的数量,样本量为选取出来的真值点的总量。

[0140] 针对情况③,在确定高精地图的相对精度时,需要获取获取每个相对精度验证点与相对精度验证点在高精地图中对应的地图坐标之间的精度误差,然后在基于至少两个精度误差,确定高精地图的相对精度。

[0141] 示例性的,以第一相对精度验证点和第二相对精度验证点为例,可以先通过上述的绝对精度计算公式,计算出第一相对精度验证点的绝对精度、第二相对精度验证点的绝对精度,然后再基于这两个绝对精度,去进一步确定高精地图的相对精度。

[0142] 示例性的,高精地图的相对精度可以通过如下公式计算得到:

$$[0143] \quad XD = \sqrt{(X_{j1_点云} - X_{j2_点云})^2 + (Y_{j1_点云} - Y_{j2_点云})^2} - \sqrt{(X_{j1_GCP} - X_{j2_GCP})^2 + (Y_{j1_GCP} - Y_{j2_GCP})^2}$$

[0144] 合格率=(小于阈值的点数/样本量)*100%

[0145] 上式中, $X_{j1_点云}$ 、 $Y_{j1_点云}$ 分别为第一相对精度验证点在点云上的X轴和Y轴上的真实坐标; $X_{j2_点云}$ 、 $Y_{j2_点云}$ 分别为第二相对精度验证点在点云上的X轴和Y轴上的真实坐标; X_{j1_GCP} 、 Y_{j1_GCP} 分别为第一相对精度验证点在高精地图上对应的X轴和Y轴上的地图坐标; X_{j2_GCP} 、 Y_{j2_GCP} 分别为第二相对精度验证点在高精地图上对应的X轴和Y轴上的地图坐标,阈值为设定值(例如10米),小于阈值的点数是指相对精度小于阈值对应的真

值点的数量,样本量为选取出来的真值点的总量。

[0146] 其中,由于相对精度验证点通常选取的是真实场景中的水平面上的位置点,故而上述相对精度计算公式中省去了相对精度验证点在点云上的z轴上的真实坐标。需要说明的是,在一些特殊情况下,若相对精度验证点具有在点云上的z轴上的真实坐标,也可以参考上述相对精度计算公式的形式,重新构建新的相对精度计算公式,以计算出相对精度。

[0147] 其中,根据以上公式计算得出结果集,满足一定质量要求即可判定合格,示例性的,绝对精度的质量要求定义为 $98\% \leq 1m$ 。

[0148] 本申请实施例通过利用水平验证点、高程验证点和相对精度验证点的真实坐标,可以实现对高精地图的绝对精度和相对精度的验证,能够使得验证更加充分准确。

[0149] 图4为本申请实施例提供的高精地图精度验证方法的整体框架流程图,如图4所示,其整体上分为4个大步骤:

[0150] 步骤(一):选点。

[0151] 步骤(二):真值获取。

[0152] 步骤(三):数据对比。

[0153] 步骤(四):精度评估。

[0154] 在本实施例中,通过步骤(1)在各个区域单元中均匀选取出真值点,并保证真值点能够包含各种不同环境下的特征点,然后通过步骤(二)利用GNSS、RTK及全站仪等测量工具,对选取的真值点进行精确测量,获取其空间坐标作为真实坐标之后,通过步骤(三)将测量得到的真实坐标与高精地图数据中对应点的地图坐标进行比较,计算两者之间的误差值。最后通过步骤(四)根据误差值的大小和分布情况,对高精地图数据的精度进行评估,并生成相应的评估报告。通过以上步骤,本方案能实现对高精地图数据绝对精度、相对精度的全面准确评估,为地图生产质量监控和地图产品使用提供可靠支持。

[0155] 下述为本申请装置实施例,可以用于执行本申请方法实施例。对于本申请装置实施例中未披露的细节,请参照本申请方法实施例。

[0156] 图5为本申请实施例提供的高精地图精度验证装置的结构示意图,如图5所示,该高精地图精度验证装置500包括区域划分模块510、采样配置模块520、点值选取模块530、坐标获取模块540、精度验证模块550。

[0157] 其中,区域划分模块510用于将真实地理区域分区为至少一个区域单元。采样配置模块520用于基于区域单元的环境信息,为每个区域单元配置至少一个采样区域。点值选取模块530用于在采样区域中选取出至少一组真值点。坐标获取模块540用于获取真值点的真实坐标。精度验证模块550用于基于真实坐标和真值点在高精地图中对应的地图坐标,确定高精地图的精度。

[0158] 可选的,采样配置模块具体可以用于:基于区域单元的环境信息,确定区域单元中是否存在满足设定条件的目标环境;若存在目标环境,则为每个目标环境配置至少一个采样区域。

[0159] 可选的,目标环境包括:山区、隧道、高速、城区中的一个或任意组合。

[0160] 可选的,采样配置模块具体可以用于:选取目标环境的路段出口或入口处,作为采样区域。

[0161] 可选的,一组真值点包括:水平验证点、高程验证点、相对精度验证点中的至少一

个。

[0162] 可选的,精度验证模块具体可以用于:若一组真值点中包括水平验证点,则基于水平验证点的真实坐标和水平验证点在高精地图中对应的地图坐标,确定高精地图的绝对精度;若一组真值点中包括高程验证点,则基于高程验证点的真实坐标和高程验证点在高精地图中对应的地图坐标,确定高精地图的绝对精度;若一组真值点中包括相对精度验证点,则基于至少两个相对精度验证点的真实坐标和每个相对精度验证点在高精地图中对应的地图坐标,确定高精地图的相对精度。

[0163] 可选的,点值选取模块具体可以用于:若一组真值点中包括水平验证点,则基于采样区域的出口或入口的导流带尖角、采样区域的出口或入口的合并分离点、采样区域中的特定位置点中的至少一个位置,选取至少一个水平验证点。若一组真值点中包括高程验证点,则获取水平验证点周围存在的路牌,并基于路牌,选取至少一个高程验证点。若一组真值点中包括相对精度验证点,则获取目标环境中的道路指示标识,并在道路指示标识的边界线中确定出至少两个位置点,作为至少两个相对精度验证点。

[0164] 可选的,精度验证模块具体可以用于:获取每个相对精度验证点与相对精度验证点在高精地图中对应的地图坐标之间的精度误差;基于至少两个精度误差,确定高精地图的相对精度。

[0165] 可选的,还包括组数确定模块,用于根据采样间隔距离,确定真实地理区域所需的真值点总组数;根据真值点总组数和每个区域单元的采样区域的数量,确定每个区域单元的真值点的组数。

[0166] 本申请实施例提供的装置,可用于执行上述所示实施例中的方法,其实现原理和技术效果类似,在此不再赘述。

[0167] 需要说明的是,应理解以上装置的各个模块的划分仅仅是一种逻辑功能的划分,实际实现时可以全部或部分集成到一个物理实体上,也可以物理上分开。且这些模块可以全部以软件通过处理元件调用的形式实现;也可以全部以硬件的形式实现;还可以部分模块通过处理元件调用软件的形式实现,部分模块通过硬件的形式实现。例如,区域划分模块可以为单独设立的处理元件,也可以集成在上述装置的某一个芯片中实现,此外,也可以以程序代码的形式存储于上述装置的存储器中,由上述装置的某一个处理元件调用并执行以上区域划分模块的功能。其它模块的实现与之类似。此外这些模块全部或部分可以集成在一起,也可以独立实现。这里的处理元件可以是一种集成电路,具有信号的处理能力。在实现过程中,上述方法的各步骤或以上各个模块可以通过处理器元件中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。

[0168] 例如,以上这些模块可以是配置成实施以上方法的一个或多个集成电路,例如:一个或多个特定集成电路(application specific integrated circuit,ASIC),或,一个或多个微处理器(digital signal processor,DSP),或,一个或者多个现场可编程门阵列(field programmable gate array,FPGA)等。再如,当以上某个模块通过处理元件调度程序代码的形式实现时,该处理元件可以是通用处理器,例如中央处理器(central processing unit,CPU)或其它可以调用程序代码的处理器。再如,这些模块可以集成在一起,以片上系统(system-on-a-chip,SOC)的形式实现。

[0169] 图6为本申请实施例提供的电子设备的结构示意图。如图6所示,该电子设备600包

括:至少一个处理器601、存储器602、总线603及通信接口604。中,处理器、通信接口以及存储器通过总线完成相互间的通信。通信接口用于与其它设备进行通信。该通信接口包括用于进行数据传输的通信接口以及用于进行人机交互的显示界面或者操作界面等。处理器,用于执行计算机执行指令,具体可以执行上述实施例中所描述的方法中的相关步骤。

[0170] 处理器可能是中央处理器,或者是特定集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC),或者是被配置成实施本发明实施例的一个或多个集成电路。电子设备包括的一个或多个处理器,可以是同一类型的处理器,如一个或多个CPU;也可以是不同类型的处理器,如一个或多个CPU以及一个或多个ASIC。存储器用于存放计算机执行指令。存储器可能包含高速RAM存储器,也可能还包括非易失性存储器,例如至少一个磁盘存储器。

[0171] 本实施例还提供一种计算机可读存储介质,可读存储介质中存储有计算机指令,当电子设备的至少一个处理器执行该计算机指令时,电子设备执行上述的各种实施方式提供的方法。

[0172] 本实施例还提供一种计算机程序产品,该程序产品包括计算机指令,该计算机指令存储在可读存储电子设备的至少一个处理器可以从可读存储介质读取该计算机指令,至少一个处理器执行该计算机指令使得电子设备实施上述的各种实施方式提供的方法。

[0173] 上述可读存储介质可以由任何类型的易失性或非易失性存储设备或者它们的组合实现,如静态随机存取存储器(SRAM),电可擦除可编程只读存储器(EEPROM),可擦除可编程只读存储器(EPROM),可编程只读存储器(PROM),只读存储器(ROM),磁存储器,快闪存储器,磁盘或光盘。可读存储介质可以是通用或专用计算机能够存取的任何可用介质。

[0174] 一种示例性的可读存储介质耦合至处理器,从而使处理器能够从该可读存储介质读取信息,且可向该可读存储介质写入信息。当然,可读存储介质也可以是处理器的组成部分。处理器和可读存储介质可以位于专用集成电路(Application Specific Integrated Circuits,简称:ASIC)中。当然,处理器和可读存储介质也可以作为分立组件存在于设备中。

[0175] 单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,装置或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0176] 作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0177] 另外,在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备)执行本发明各个实施例方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动

硬盘、只读存储器 (ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器 (RAM, Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0178] 本申请中,“至少一个”是指一个或者多个,“多个”是指两个或两个以上。“和/或”,描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,A和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B的情况,其中A,B可以是单数或者复数。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系;在公式中,字符“/”,表示前后关联对象是一种“相除”的关系。“以下至少一项(个)”或其类似表达,是指的这些项中的任意组合,包括单项(个)或复数项(个)的任意组合。例如,a,b,或c中的至少一项(个),可以表示:a,b,c,a-b,a-c,b-c,或a-b-c,其中,a,b,c可以是单个,也可以是多个。

[0179] 可以理解的是,在本申请实施例中涉及的各种数字编号仅为描述方便进行的区分,并不用来限制本申请的实施例的范围。在本申请的实施例中,上述各过程的序号的大小并不意味着执行顺序的先后,各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定,而不应对本申请的实施例的实施过程构成任何限定。

[0180] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本申请的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本申请进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的范围。

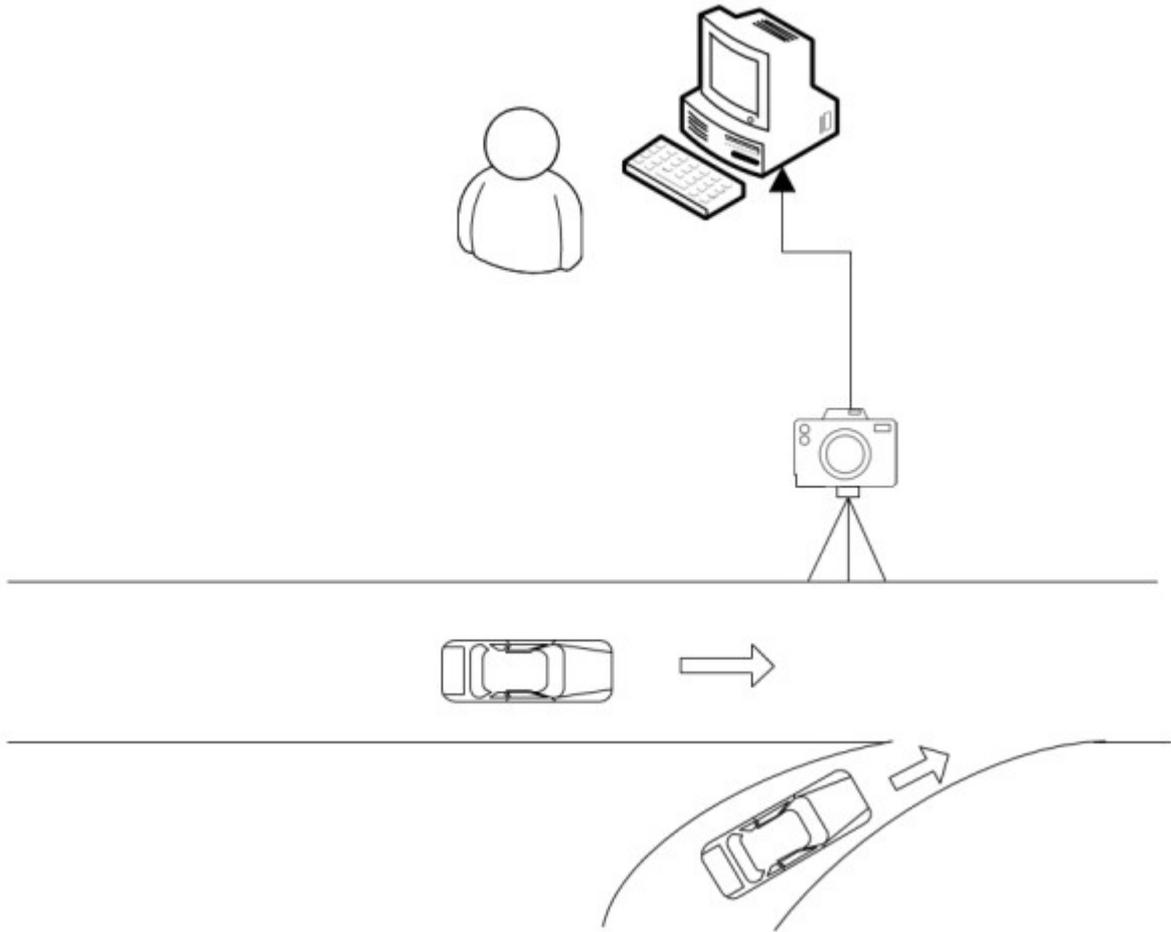


图 1

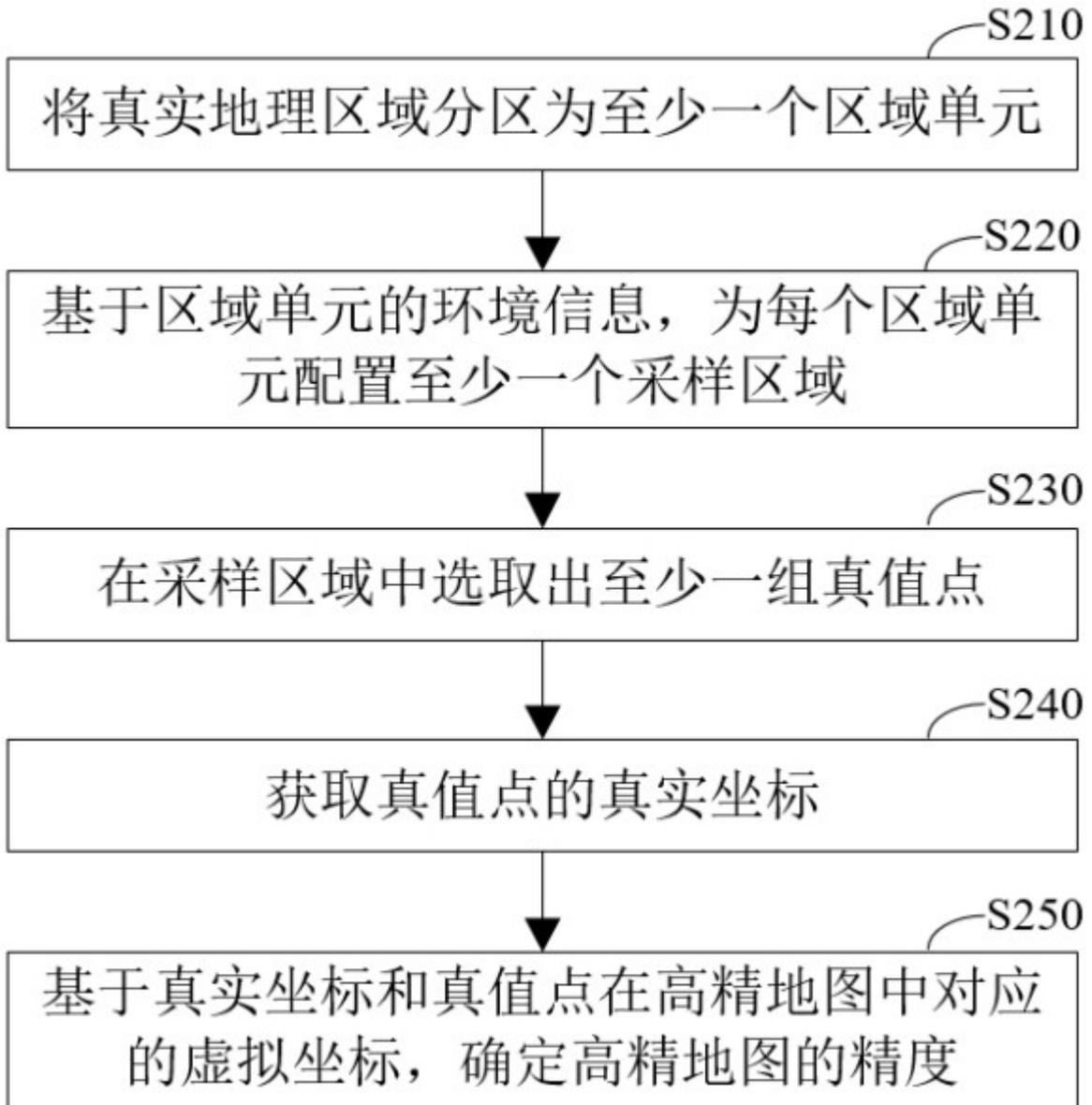


图 2

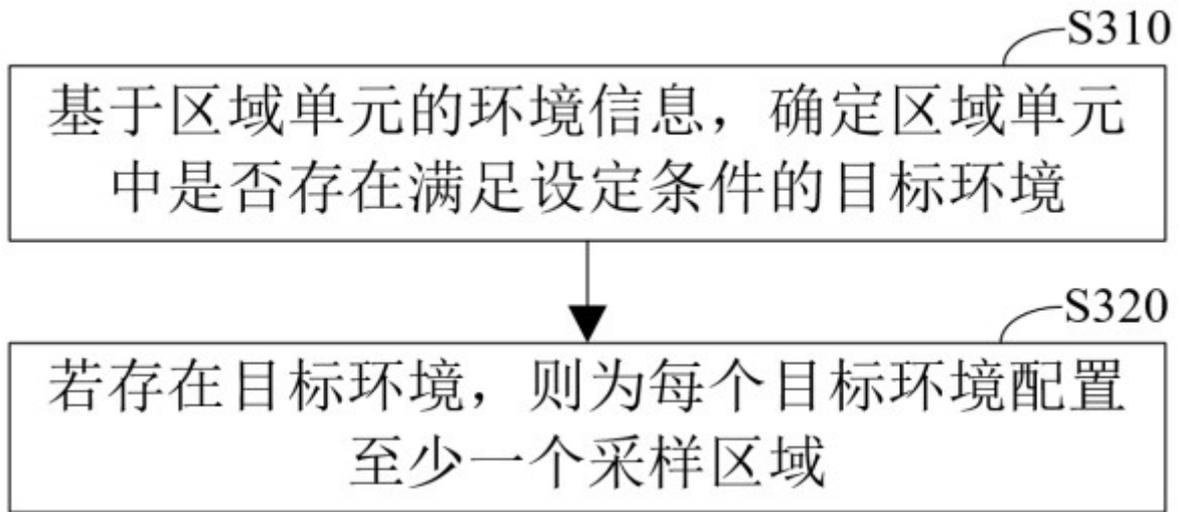


图 3

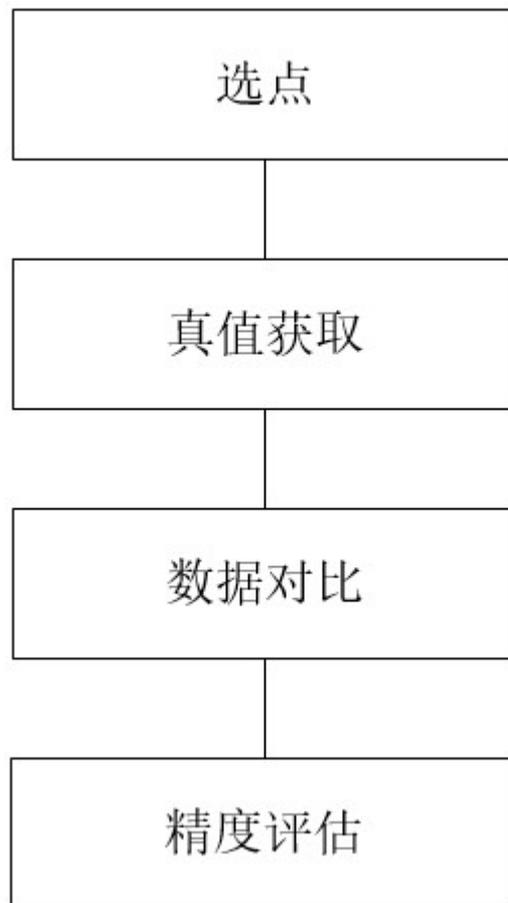


图 4

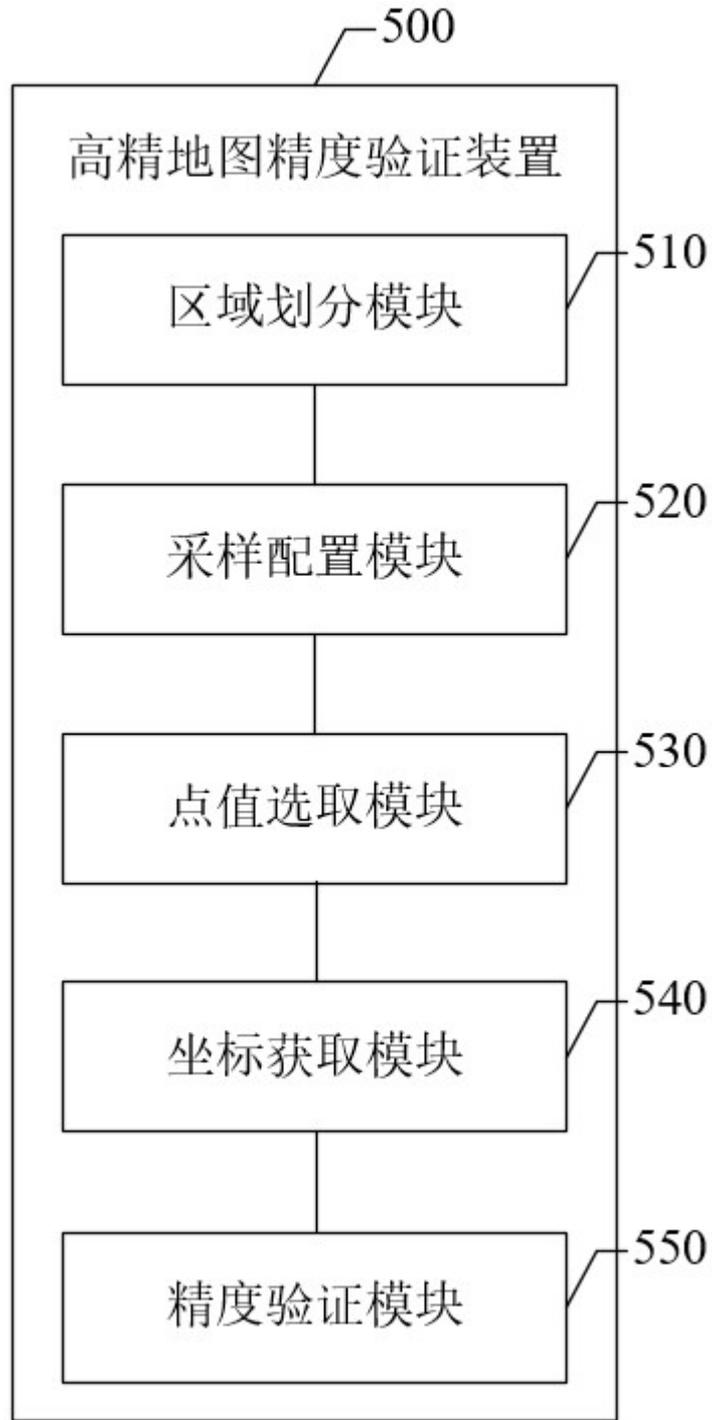


图 5

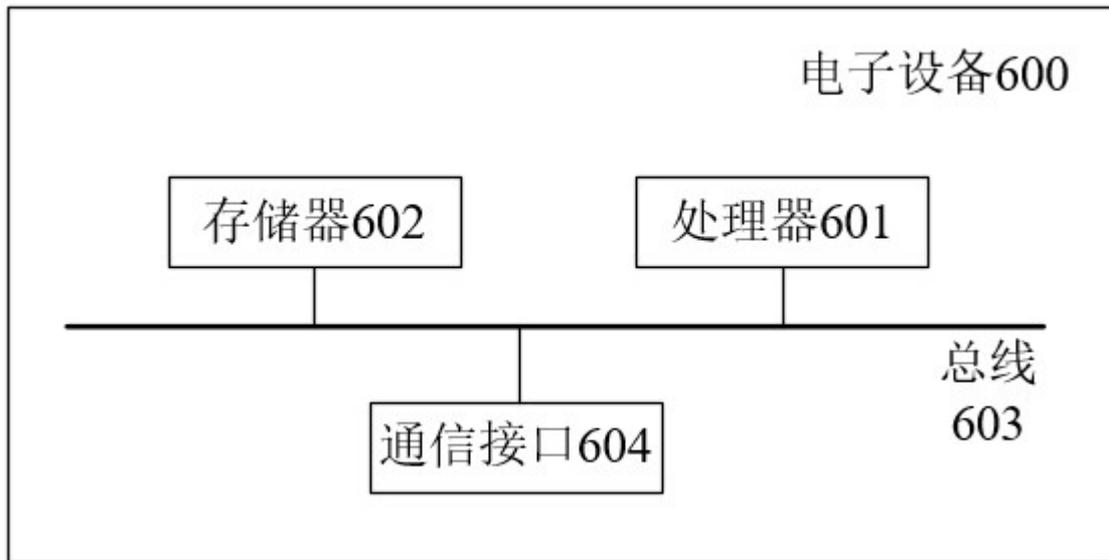


图 6