



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108450034 B

(45) 授权公告日 2022.02.11

(21) 申请号 201680073314.1

(22) 申请日 2016.12.14

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108450034 A

(43) 申请公布日 2018.08.24

(30) 优先权数据
14/970,251 2015.12.15 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.06.14

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2016/066632 2016.12.14

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/106327 EN 2017.06.22

(73) 专利权人 本田技研工业株式会社
地址 日本东京都

(72) 发明人 B·海斯勒 A·塔利米

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

代理人 刘迎春 王春俏

(51) Int.Cl.
G06V 20/64 (2022.01)
G06V 20/56 (2022.01)
G06V 10/44 (2022.01)
G06T 7/73 (2017.01)
G06T 17/05 (2011.01)
G01C 21/28 (2006.01)

(56) 对比文件
WO 2014091877 A1, 2014.06.19
CN 102529975 A, 2012.07.04
CN 104374376 A, 2015.02.25
CN 102252859 A, 2011.11.23
CN 104007760 A, 2014.08.27
US 2012050489 A1, 2012.03.01

审查员 宋鹏飞

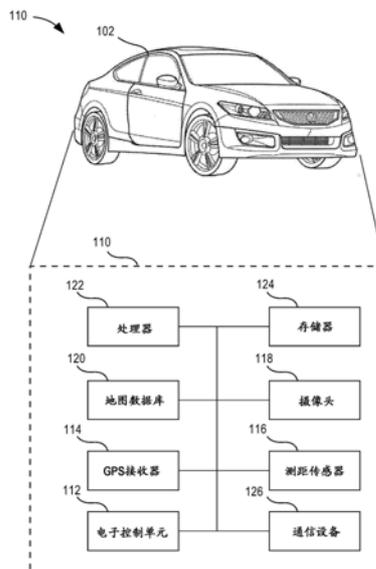
权利要求书3页 说明书9页 附图14页

(54) 发明名称

基于图像的车辆测位系统及方法

(57) 摘要

本发明提供用于确定车辆定位和姿态的方法及系统。车辆测位系统可以确定车辆的估计定位和姿态。所述系统可以基于所述估计定位和姿态检索三维的地图数据。所述系统可以从车载摄像头获取摄像头图像。所述系统可以基于所述估计定位和姿态,将所述三维的地图数据投影在所述摄像头图像上。所述系统可以比较投影的三维的地图数据与所述摄像头图像。之后,所述系统可以基于所述比较确定所述车辆定位和姿态。



1. 一种用于确定车辆定位和姿态的方法,包括:
 - 确定车辆的估计定位和姿态;
 - 基于所述估计定位和姿态检索三维的地图数据;
 - 从车载摄像头获取摄像头图像;
 - 基于所述估计定位和姿态,将所述三维的地图数据投影在所述摄像头图像上;
 - 比较投影的三维的地图数据与所述摄像头图像;以及
 - 基于所述比较确定所述车辆定位和姿态,其中,将所述三维的地图数据投影在所述摄像头图像上包括:
 - 将所述三维的地图数据从地图坐标系转换至车辆坐标系;
 - 将所述地图数据从所述车辆坐标系转换至摄像头坐标系;以及
 - 将所述摄像头坐标系的三维的地图数据投影在所述摄像头图像上,
 - 其中,比较所述投影的三维的地图数据与所述摄像头图像包括:匹配所述摄像头图像的边缘与所述投影的三维的地图数据的边缘,其包括:
 - 在所述摄像头图像上进行边缘检测,以确定所述摄像头图像的一组边缘;以及
 - 确定所述摄像头图像的所述一组边缘中的每个边缘与所述投影的地图数据的边缘之间的最短距离,其中所述摄像头图像的边缘的第一边缘的朝向在相对于所述投影的三维的地图数据的边缘的第一边缘的阈值角度内。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,基于摄像头校准将所述地图数据从所述车辆坐标系转换至摄像头坐标系。
3. 根据权利要求1所述的方法,还包括:
 - 针对所述车辆的估计定位和姿态生成多个质点,其中,比较所述投影的三维的地图数据与所述摄像头图像包括:
 - 确定每个质点的匹配度量;以及
 - 选择具有最佳匹配度量的质点。
4. 根据权利要求3所述的方法,其中,所述匹配度量为倒角距离度量。
5. 根据权利要求1所述的方法,还包括:向所述三维的地图数据或所述摄像头图像中的一者或两者施加遮盖,所述遮盖减少用于所述比较的边缘的数量。
6. 根据权利要求1所述的方法,其中,将所述三维的地图数据投影在所述摄像头图像上包括:
 - 确定在所述投影的地图数据中的线的梯度;
 - 将所述梯度沿所述线分配至任意像素;以及
 - 利用所述梯度将所述线延长至所述摄像头图像的边缘。
7. 一种用于确定车辆定位和姿态的系统,包括:
 - 全球定位系统接收器,其构造为确定车辆的估计定位和姿态;
 - 地图数据库,其构造为基于所述估计定位和姿态提供三维的地图数据;
 - 车载摄像头,其构造为获取摄像头图像;
 - 处理器,其通信地联接至存储器,所述处理器构造为:
 - 基于所述估计定位和姿态,将所述三维的地图数据投影在所述摄像头图像上;
 - 比较投影的三维的地图数据与所述摄像头图像;以及

基于所述比较确定所述车辆定位和姿态,其中,为了投影所述三维的地图数据,所述处理器构造为:

将所述三维的地图数据从地图坐标系转换至车辆坐标系;

将所述地图数据从所述车辆坐标系转换至摄像头坐标系;以及

将所述摄像头坐标系的三维的地图数据投影在所述摄像头图像上,以及

其中,比较所述投影的三维的地图数据与所述摄像头图像,所述处理器还被构造为:

匹配所述摄像头图像的边缘与所述投影的三维的地图数据的边缘,其包括:

在所述摄像头图像上进行边缘检测,以确定所述摄像头图像的一组边缘;以及

确定所述摄像头图像的所述一组边缘中的每个边缘与所述投影地图数据的边缘之间的最短距离,其中所述摄像头图像的边缘的第一边缘的朝向在相对于所述投影的三维的地图数据的边缘的第一边缘的阈值角度内。

8. 根据权利要求7所述的系统,其中,所述处理器构造为基于摄像头校准将所述地图数据从所述车辆坐标系转换至所述摄像头坐标系。

9. 根据权利要求7所述的系统,其中,所述处理器进一步构造为:

针对所述车辆的估计定位和姿态生成多个质点,

确定每个质点的匹配度量;以及

选择具有最佳匹配度量的质点。

10. 根据权利要求9所述的系统,其中,所述匹配度量为倒角距离度量。

11. 根据权利要求7所述的系统,其中,所述处理器进一步构造为向所述三维的地图数据或所述摄像头图像中的一者或两者施加遮盖,所述遮盖减少用于所述比较的边缘的数量。

12. 一种储存用于确定车辆定位和姿态的计算机可执行代码的非暂时性计算机可读介质,所述非暂时性计算机可读介质包括:

用于确定车辆的估计定位和姿态的代码;

用于基于所述估计定位和姿态检索三维的地图数据的代码;

用于从车载摄像头获取摄像头图像的代码;

用于基于所述估计定位和姿态将所述三维的地图数据投影在所述摄像头图像上的代码;

用于比较所述投影的三维的地图数据与所述摄像头图像的代码;以及

用于基于所述比较确定所述车辆定位和姿态的代码,其中,将所述三维的地图数据投影在所述摄像头图像上包括:

将所述三维的地图数据从地图坐标系转换至车辆坐标系;

将所述地图数据从所述车辆坐标系转换至摄像头坐标系;以及将所述摄像头坐标系的三维的地图数据投影在所述摄像头图像上,以及

其中,比较所述投影的三维的地图数据与所述摄像头图像包括:

匹配所述摄像头图像的边缘与所述投影的三维的地图数据的边缘,其包括:

在所述摄像头图像上进行边缘检测,以确定所述摄像头图像的一组边缘;以及

确定所述摄像头图像的所述一组边缘中的每个边缘与所述投影地图数据的边缘之间的最短距离,其中所述摄像头图像的边缘的第一边缘的朝向在相对于所述投影的三维的地

图数据的边缘的第一边缘的阈值角度内。

基于图像的车辆测位系统及方法

[0001] 相关专利申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2015年12月15日提交的美国专利申请14/970,251号的优先权,该专利申请的公开内容整体以引用方式并入本文。

背景技术

[0003] 车辆导航系统通常利用基于卫星的定位系统确定车辆定位。当没有卫星信号或卫星信号较弱时,此类系统的定位具有众所周知的缺点。

[0004] 已经提出将基于图像的测位作为另一种确定车辆定位的方法。之前基于图像的车辆测位技术已经使用逆透视映射(IPM)将车载摄像头的摄像头图像转换为俯视图像或鸟瞰图像。之后,可以将俯视图像与已知的车道标记相比较,以确定车辆定位。

[0005] 由于IPM依赖已知或假定的特征,基于IPM的测位技术可能存在一些缺点。例如,IPM技术假定道路是平坦的,并且假定摄像头的俯仰和平移是已知的。这些假定在现实世界驾驶条件中可能并不成立。此外,IPM图像只能与平面特征(如车道标记)相比较,而车道标记并不总是有或足够多。

发明内容

[0006] 根据一个方案,本公开提供一种确定车辆定位和姿态的方法。所述方法可以包括确定车辆的估计定位和姿态。所述方法可以进一步包括基于所述估计定位和姿态检索三维的地图数据。所述方法还可以包括从车载摄像头获取摄像头图像。所述方法还可以包括基于所述估计定位和姿态,将所述三维的地图数据投影在所述摄像头图像上。所述方法还可以包括比较投影的所述三维的地图数据与所述摄像头图像。所述方法还可以包括基于所述比较确定所述车辆定位和姿态。

[0007] 在另一方案中,本公开提供一种确定车辆定位和姿态的系统。所述系统可以包括全球定位系统接收器,其构造为确定车辆的估计定位和姿态。所述系统还可以包括地图数据库,其构造为基于所述估计定位和姿态提供三维的地图数据。所述系统还可以包括车载摄像头,其构造为获取摄像头图像。所述系统还可以包括处理器,其通信地联接至存储器。所述处理器可以构造为基于所述估计定位和姿态,将所述三维的地图数据投影在所述摄像头图像上。所述处理器还可以构造为比较投影的所述三维的地图数据与所述摄像头图像。所述处理器还可以构造为基于所述比较确定所述车辆定位和姿态。

[0008] 在另一方案中,本公开提供一种非暂时性的计算机可读介质,其储存用于确定车辆定位和姿态的计算机可执行代码。所述计算机可读介质可以包括:用于确定估计定位和姿态的代码;用于基于所述估计定位和姿态检索三维的地图数据的代码;用于从车载摄像头获取摄像头图像的代码;用于基于所述估计定位和姿态将所述三维的地图数据投影在所述摄像头图像上的代码;用于比较投影的所述三维的地图数据与所述摄像头图像的代码;以及用于基于所述比较确定车辆定位和姿态的代码。

附图说明

[0009] 被认为是本公开特征的新颖特征在所附权利要求书中列出。在以下描述中,类似部件在整个说明书和附图中分别用相同编号标记。附图不一定按比例绘制,并且清楚和简洁起见,某些附图可能以放大或概略的形式示出。但是,当结合附图阅读时,通过参考以下详细描述的本公开的说明性方案,可以最好地理解本公开本身及其优选使用方式、进一步的目的和优点,在附图中:

- [0010] 图1示出测位系统的示例性操作环境的示意图;
- [0011] 图2示出测位系统的示例性实施例可以使用的示例性方法的流程图;
- [0012] 图3示出用于将三维的地图数据投影在摄像头图像上的示例性方法的流程图;
- [0013] 图4示出用于比较投影的三维的地图数据与摄像头图像的示例性方法的流程图;
- [0014] 图5示出地图坐标系中的三维的地图数据的实例;
- [0015] 图6示出车辆坐标系中的三维的地图数据的实例;
- [0016] 图7示出摄像头坐标系中的三维的地图数据的实例;
- [0017] 图8示出与图5-7所示的地图数据相对应的摄像头图像的实例;
- [0018] 图9示出将地图数据投影在摄像头图像上的实例;
- [0019] 图10示出遮盖了的摄像头图像和延长的地图数据的实例;
- [0020] 图11示出地图数据在摄像头图像上的不同投影的另一实例;
- [0021] 图12示出基于朝向匹配边缘的实例;
- [0022] 图13示出用于根据本公开各方案的各种硬件构件及其它特征的示例性系统图;以及
- [0023] 图14示出根据本公开各方案的各种示例性系统构件的框图。

具体实施方式

[0024] 以下包括本文中使用的选定术语的定义。定义包括术语范围内并且能够用于实施的构件的各种实例和/或形式。实例并非限定性的。

[0025] 本文所使用的术语“定位”可以表示物体在空间内的位置。定位可以用坐标系表示。例如,定位可以用经纬度表示。在另一方案中,定位可以包括高度。

[0026] 本文所使用的术语“姿态”可以表示物体在空间内的朝向。例如,姿态可以包括物体的俯仰、平移及滚转。

[0027] 术语“测位”可以表示确定物体的定位和/或姿态。

[0028] 在本文中,“处理器”处理信号并执行一般的计算和算术功能。由处理器处理的信号可以包括数字信号、数据信号、计算机指令、处理器指令、消息、比特、比特流或其它能够接收、发送和/或检测的计算。

[0029] 在本文中,“总线”表示可操作地连接以在单个或多个系统中的计算机构件之间传递数据的互连的架构。总线可以是存储器总线、存储器控制器、外围总线、外部总线、纵横开关、和/或局部总线,等等。总线也可以是利用诸如控制器局域网(CAN)、局域互连网(LIN)等协议将车辆内部的构件相互连接的车辆总线。

[0030] 在本文中,“存储器”可以包括易失性存储器和/或非易失性存储器。非易失性存储器可以包括,例如,ROM(只读存储器)、PROM(可编程只读存储器)、EPROM(可擦除PROM)及

EEPROM (电可擦除PROM)。易失性存储器可以包括,例如,RAM (随机存取存储器)、同步RAM (SRAM)、动态RAM (DRAM)、同步DRAM (SDRAM)、双倍数据速率SDRAM (DDR SDRAM) 及直接RAM总线RAM (DRRAM)。

[0031] 在本文中,“可操作的连接”可以包括使实体可以“可操作地连接”的连接,在这种连接中可以收发信号、物理通信和/或逻辑通信。可操作连接可以包括物理接口、数据接口和/或电接口。

[0032] 在本文中,“车辆”是指能够承载一个或多个乘客,并由任意形式的能量提供动力的任意的运动车辆。术语“车辆”包括但不限于:汽车、卡车、厢式货车、小货车、SUV、摩托车、踏板摩托车、船、私人船艇及飞行器。在一些情况下,机动车包括一个或多个引擎。

[0033] 现在参见附图,为了说明性目的,图中示出本公开的一个或多个示例性方案,但其目的并非在于限定本公开。

[0034] 图1示出根据本公开一个方案的测位系统110及示例性方法的示例性操作环境100。例如,测位系统110可以设置在车辆102中。对于各种实施方式,测位系统110的构件以及本文讨论的其它系统、硬件架构和软件架构的构件可以组合、省略或组成不同的架构。然而,本文讨论的本公开的示例性方案关注如图1所示的环境100连同相应的系统构件和相关的方法。

[0035] 如图1所示,车辆102主要包括电子控制单元 (ECU) 112,其可操作地控制多个车辆系统。除了包括车辆HVAC系统、车辆音响系统、车辆视频系统、车辆资讯娱乐系统、车辆电话系统等之外外,车辆系统可以包括但不限于测位系统110。如下文中进一步详细所述,车辆测位系统110可以包括车辆GPS接收器114,其也可以连接至ECU 112以提供车辆102的估计定位和姿态。在替代方案中,测位系统110包括自身的与GPS接收器114、测距传感器116、摄像头118及地图数据库120通信以测位车辆102 (例如确定其定位和姿态) 的处理器122和存储器124。

[0036] ECU 112可以包括内部处理存储器、接口电路以及用于传送数据、发送指令并与车辆系统通信的总线。一般地,ECU 112包括处理器和存储器 (未示出)。车辆102还可以包括用于在测位系统110的多个构件之间内部地发送数据的总线。车辆102还可以包括通信设备126 (如无线调制解调器),用于利用各种协议提供有线或无线的计算机通信,从而内部地向车辆102内的特征和系统发送/接收电信号及向外部设备发送/接收电信号。一般地,这些协议包括无线系统 (如IEEE 802.11、IEEE 802.15.1 (Bluetooth.RTM.))、近场通信系统 (NFC) (例如ISO 13157)、局域网 (LAN)、和/或点对点系统。此外,车辆102的通信设备通过总线 (例如控制器局域网 (CAN) 或局域互连网 (LIN) 协议总线) 可操作地连接以用于内部的计算机通信,从而便于在电子控制单元112与车辆特征和系统之间进行数据输入和输出。

[0037] 车辆102还包括测距传感器116,其可以控制并提供关于车辆运动的数据。例如,测距传感器可以包括引擎控制单元 (未示出),其提供车速、怠速及发动机节气门位置。在本公开的一个方案中,测距传感器116还可以包括变速器控制单元 (未示出),以关于车辆变速 (即传动系) 系统的数据。例如,引擎控制单元和/或变速器控制单元可以向电子控制单元112和/或车辆系统 (例如测位系统110) 提供关于车辆102是否处于运动状态的数据。

[0038] 测距传感器116还可以包括但不限于车速传感器 (如轮速传感器) 及制动信号传感器。车速传感器提供车辆102运行时与车辆102相关的速度数据。换言之,车速传感器向电子

控制单元112和/或测位系统110提供关于车辆102是否处于运动状态的数据。制动信号传感器可以感测车辆制动系统和/或刹车灯开关发送的信号,以确定驾驶员何时啮合/分离车辆制动器。制动信号传感器还可以包括刹车片传感器,其提供每次使用车辆102的刹车片以实现车辆制动时的致动数据。制动信号传感器还可以提供关于车辆102何时不处于运动状态的信息。

[0039] 车辆102还包括摄像头118,用于获取车辆102周围环境的摄像头图像。在一个方案中,摄像头118以朝前的定向安装,以从与驾驶员的视角相似的视角获取图像。例如,摄像头118可以安装在车辆102的前挡风玻璃的顶部附近。摄像头118可以是能够获取高品质数字图像或视频的电子摄像头。在一个方案中,摄像头118可以参照车辆102校准。例如,摄像头118可以通过使用摄像头118获取尺寸已知的图案(如棋盘图案)的图像来校准。校准摄像头118可以提供关于摄像头118的姿态与车辆102的姿态之间的关系的信息。

[0040] 车辆102可以包括地图数据库120。在本公开的一个方案中,地图数据库120可以是储存三维的地图数据的计算机可读存储介质。三维的地图数据可以经由通信设备126下载或更新。例如,测位系统110可以与地图服务器(未示出)通信,以获取三维的地图数据进而储存在地图数据库120中。在一个方案中,三维的地图数据可以包括与各种特征相对应的数据点。上述特征既可以包括平面(如扁平)特征,也可以包括具有垂直分量的特征。例如,三维的地图数据可以包括但不限于如下特征:连续的虚线车道标记、路缘、人行横道、道路标记及交通标志。数据点可以对应于在由三维坐标限定的特定的定位处的现实世界特征。三维的地图数据可以进一步包括标明该特征和/或提供多组数据点的注解。

[0041] 现在参见图2,示出了测位系统110的一个示例性方案可以使用的示例性方法。

[0042] 在框210中,方法200可以包括确定车辆102的估计定位和姿态。在一个方案中,估计定位和姿态可以基于从GPS接收器114接收到的数据。例如,估计定位和姿态可以是由GPS接收器114确定的GPS坐标。在一个方案中,估计定位和姿态可能不具有针对定位和姿态每个可能自由度的因子。例如,估计定位和姿态可能不包括俯仰或滚转值,或可以假定默认值。在另一方案中,估计定位和姿态可以基于之前确定的定位和姿态。上述估计可以通过应用与从测距传感器116获取的车辆运动有关的信息确定。

[0043] 在框220中,方法200可以包括基于估计定位和姿态来检索三维的地图数据。在一个方案中,例如,可以基于估计定位和姿态从地图数据库120检索三维的地图数据。例如,地图数据库120可以提供所有包含在估计定位的阈值距离内的定位的数据点。在一个方案中,数据点也可以基于估计姿态选定。例如,可以基于平移值检索只在车辆前方的定位的数据点。

[0044] 在框230中,方法200可以包括从车载摄像头获取摄像头图像。在一个方案中,例如,摄像头118可以获取摄像头图像。摄像头图像可以是由摄像头118例如在生成估计定位和姿态时生成的当前图像。

[0045] 在框240中,方法200可以可选地包括针对车辆的估计定位和姿态生成多个质点。在一个方案中,例如,每个质点可以代表车辆102或摄像头118的可能的定位和姿态的假设。也就是说,每个质点可以代表摄像头有效位置的北、东、下、平移、俯仰及滚转坐标。可能性可以与每个质点有关。质点可以基于估计定位和姿态、车辆测距信息、定位和姿态的噪声及变化、和/或随机或伪随机因子生成。例如,处理器122可以从之前的定位和姿态及车辆测距

信息确定在估计定位和姿态中的所估计的变化。之后,处理器122可以将随机或伪随机比例因子应用于该估计的变化,以生成关于车辆的新定位和姿态的多个合理的假设。

[0046] 在框250中,方法200可以包括基于估计定位和姿态将三维的地图数据投影在摄像头图像上。在一个方案中,例如,处理器122可以基于估计定位和姿态将三维的地图数据投影在摄像头图像上。一般地,将三维的地图数据投影在摄像头图像上可以包括:确定摄像头图像的像素,其中,与三维的地图数据点相对应的特征应当出现在基于估计定位和姿态的图像中。正如下文中结合图3进一步详细描述,投影的三维的地图数据可能涉及将数据点从地图空间或坐标系转换至摄像头空间或坐标系。上述投影可以使用在校准期间确定的固有摄像头参数。例如,摄像头参考系内坐标为 $XX_c = [X_c; Y_c; Z_c]$ 的点P的投影可以通过下述方程投影为点P(x_p, y_p):

$$[0047] \quad \begin{cases} x_p = fc(1) (x_d(1) + alpha_c * x_d(2)) + cc(1) \\ y_p = fc(2) x_d(2) + cc(2) \end{cases} \quad (1)$$

[0048] 其中,“fc”可以是表示焦距参数的 2×1 矢量。“alpha_c”可以是偏差系数。“cc”可以是主点。“x_d”可以是在如下述方程提供的变形后的标准化图像投影:

$$[0049] \quad x_d = \begin{bmatrix} x_d(1) \\ x_d(2) \end{bmatrix} = (1 + kc(1)r^2 + kc(2)r^4 + kc(5)r^6) x_n + dx \quad (2)$$

[0050] “r”可以通过 $r^2 = x^2 + y^2$ 定义。“x(n)”可以是标准化图像投影。“dx”可以是由下述方程限定的切向失真矢量:

$$[0051] \quad dx = \begin{bmatrix} 2 kc(3) x y + kc(4) (r^2 + 2x^2) \\ kc(3) (r^2 + 2y^2) + 2 kc(4) x y \end{bmatrix}$$

[0052] “x_n”可以是由下述方程限定的标准化图像投影:

$$[0053] \quad x_n = \begin{bmatrix} X_c / Z_c \\ Y_c / Z_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

[0054] 在框260中,方法200可以包括比较投影的三维的地图数据与摄像头图像。在一个方案中,例如,处理器122可以比较投影的三维的地图数据与摄像头图像。在一个方案中,上述比较可以用倒角匹配技术来比较三维的地图数据的边缘与摄像头图像的边缘。上述比较还可以包括:确定表示投影的三维的地图数据与摄像头图像的匹配度或相关度的匹配度量。

[0055] 在框270中,方法200可以包括基于上述比较确定车辆定位和姿态。在一个方案中,例如,处理器122可以确定车辆定位和姿态。在本公开的一个方案中,确定车辆定位和姿态可以包括选择具有最佳匹配度量的质点。在替代方案中,确定车辆定位和姿态可以包括基于上述比较来确定对估计定位和姿态的校正。

[0056] 现在参见图3,示出了可以由用于将三维的地图数据投影在摄像头图像上的测位系统110的示例性变型使用的示例性方法300。在一个方案中,方法300可以对应于方法200

的框250。

[0057] 在框310中,方法300可以包括将三维的地图数据从地图坐标系转换成车辆坐标系。在本公开的一个方案中,三维的地图数据可以根据全球坐标系储存。例如,三维的地图数据的每个数据点可以包括北、东和下(NED)坐标。NED坐标可以基于固定的全球原点。车辆导航系统可以使用不同坐标系。例如,车辆导航系统可以具有在车辆102的起始位置处或车辆102的当前位置处的原点。处理器122可以通过基于不同的原点应用变换将接收到的三维的地图数据转换至车辆坐标系中。

[0058] 在框320中,方法300可以包括将地图数据从车辆坐标系转换至摄像头坐标系。在本公开的一个方案中,摄像头坐标系可以相对于车辆坐标系旋转。例如,车辆坐标系一般可以是俯视或鸟瞰视角,而摄像头坐标系一般可以是向前观察的视角。相应地,车辆坐标系内的高度可以对应于摄像头坐标系内的纵坐标,并且可以取决于摄像头118关于车辆102的俯仰。类似地,北和东坐标可以取决于摄像头118关于车辆102的姿态。车辆坐标系与摄像头坐标系之间的关系可以通过利用已知位置的已知图案的图像校准摄像头118来建立。之后,处理器122可以将车辆坐标系内的地图数据转换至摄像头坐标系中。

[0059] 在框330中,方法300可以包括将摄像头坐标系的三维的地图数据投影在摄像头图像上。投影的三维的地图数据可以将三维的地图数据转换为二维的点(例如像素)。投影是基于摄像头的估计定位和姿态。在本公开的一个方案中,每个质点可以代表定位和姿态的一个假设,并且投影可以针对每个质点进行。在本公开的另一方案中,可以使用单个假设估计器,如Kalman滤波器。应当注意的是,框310、320和330中描述的两种及更多的转换可以在数学上进行组合以形成单一转换。

[0060] 在框340中,方法300可以可选地包括基于梯度延长在三维的地图数据内的投影线。在本公开的一个方案中,三维的地图数据可以表示作为一系列数据点的线。当数据点投影在摄像头图像中时,数据点可以是不相连的。处理器122可以基于两个及更多的投影数据点(例如像素)确定梯度。之后,处理器122可以通过基于梯度确定额外的像素来延长该线。在一个方案中,线可以基于梯度延长至摄像头图像的边界。

[0061] 现在参见图4,示出了在可以由用于比较投影的三维的地图数据投影与摄像头图像的测位系统110的示例性实施方式使用的示例性方法400。在一个方案中,方法400可以对应于方法200的框260。

[0062] 在框410中,方法400可以包括在摄像头图像上进行边缘检测。边缘检测的各种方法和算法是图像处理领域已知的,并且可以通过处理器122执行以检测摄像头图像的边缘。一般地,边缘检测算法可以确定相邻像素之间的性质变化以识别边缘。在一个方案中,进行边缘检测产生边缘组及相关朝向。在本公开的一个方案中,可以使用通用边缘检测器,如Canny边缘检测器。在另一方案中,可以对边缘检测器进行微调以例如使用方向可调滤波器来沿着道路标记或路缘检测边缘。在另一方案中,边缘检测还可以包括应用极大值抑制来去除异常值。也可以应用滞后阈值来选择相连的边缘。

[0063] 在框420中,方法400可以可选地包括向三维的地图数据和摄像头图像中的一者或两者施加遮盖。遮盖可以减少用于比较的边缘的数量。例如,遮盖可以移除由局部极小导致的边缘。作为另一实例,施加遮盖可以包括识别遮挡对象并对遮挡对象施加遮盖。例如,如果在图像中检测到另一车辆,可以在图像的被另一车辆挡住的部分上施加遮盖,从而不会

将另一车辆的边缘与投影的三维的地图数据进行比较。

[0064] 在框430中,方法400可以包括确定摄像头图像的边缘与投影的地图数据的边缘之间的最短距离。最短距离也可以称为倒角距离。在一个方案中,处理器122可以比较摄像头图像的边缘的像素坐标与最近的投影的地图数据点的像素坐标。在一个方案中,可以基于朝向匹配边缘。例如,边缘可以只能匹配具有相似朝向的边缘(例如,匹配的边缘的朝向可以在阈值角度内)。在一个方案中,边缘之间的倒角距离可以测量为曼哈顿距离(即水平距离与垂直距离之和)。

[0065] 在框440中,方法400可以包括确定投影的地图数据的匹配度量。匹配度量可以是表示摄像头图像的边缘与投影地图数据的边缘之间的相似度的任意度量。在一个方案中,匹配度量可以是匹配边缘之间的倒角距离之和。在一个方案中,匹配度量可以基于边缘的部分(如最近的90%)以排除异常值。此外,在确定匹配度量时,摄像头图像和/或投影的地图数据的遮盖的部分可以排除。如上所述,匹配度量可以在方法200的框270中使用,以选择最佳质点作为车辆102或摄像头118的当前定位和姿态。

[0066] 现在参见图5-7,下面将描述转换三维的地图数据的坐标系的实例。图5示出了根据一个方案储存在地图数据库中的三维的地图数据的实例。三维的地图数据包括路口或两个多车道道路。路缘、车道标记和人行横道作为三维的地图数据中的数据点包含在内。如图所示,北坐标可以与x轴相关联,东坐标可以与y轴相关联,下坐标可以与z轴相关联。在图示的实例中,道路可以不是正北或正东地延伸。

[0067] 图6示出车辆坐标系中的三维的地图数据的实例。如图6所示,车辆102可以位于坐标系的原点。此外,坐标系的轴可以与车辆102的轴对齐。因此,如图所示,道路可以与坐标系的各轴对齐(假定汽车沿该道路行驶)。例如,车辆102的x轴可以表示在车辆102前方的距离,y轴可以表示与车辆102的侧方的距离,z轴可以表示在车辆102上方或下方的距离。图7示出摄像头坐标系中的该三维的地图数据。这种情况下,摄像头位置(可以与车辆位置相同)可以位于坐标系的原点。摄像头坐标系可以是向前观察的视角而非鸟瞰视角。例如,如图所示,x轴可以对应于到摄像头的侧方的距离,y轴可以对应于摄像头上方或下方的距离,z轴可以对应于在摄像头前方的距离。坐标系之间的转换可以由处理器122基于所使用的具体坐标系利用线性转换确定。

[0068] 现在参见图8-10,将描述边缘匹配的实例。图8示出摄像头图像800的实例。摄像头图像800可以从摄像头118获取,并且可以来自与车辆102的驾驶员的视角相似的视角。在一个方案中,图8中的摄像头图像可以是图5-7所示的三维的地图数据中的相同路口的图像。

[0069] 图9示出根据第一质点或第一估计定位和姿态,投影在摄像头图像800上的三维的地图数据。如图所示,三维的地图数据的投影的数据点900可以作为单个像素投影在摄像头图像内。

[0070] 图10示出经过遮盖和线延长之后的摄像头图像800和投影的数据点900的实例。例如,遮盖1010可以去除摄像头图像800中因道路裂痕导致的局部极小。作为另一实例,遮盖1020可以去除道路上的另一车辆(不会出现在地图数据中)。此外,投影的数据点900的各个点可以通过将线延长相连。如图10所示,投影的数据点900可以与摄像头图像800中的道路标记和路缘大体对齐。相反地,图11示出基于不同的质点或不同的估计定位和姿态的另一组投影数据点1100。如图11所示,投影数据点1100可以大体向前并向摄像头图像800的地标

和路缘左方运动。因此,基于匹配度量,处理器122可以确定对应于投影的数据点900的质点优于对应于投影的数据点1100的质点。因此,处理器122可以确定,对应于投影的数据点900的质点的定位和姿态是车辆102或摄像头118的当前的定位和姿态。

[0071] 图12示出基于边缘的朝向的边缘匹配的实例。在该实例的左侧,可以在不考虑朝向的情况下匹配边缘。相应地,可以基于最短距离将模板边缘点与对应的图像边缘点匹配。在不考虑朝向的情况下匹配可能会导致多个模板点与同一图像边缘点匹配,并导致匹配度量的普遍低估。在该实例的右侧,可以考虑朝向地匹配边缘。相应地,可以将每个模板边缘点与具有相似朝向的对应图像边缘点匹配。例如,多个边缘的朝向可以在彼此的阈值角度内。如该实例右侧所示,具有相似朝向的对应的图像边缘点可以比最近边缘点更远。然而,该实例右侧示出的距离可以是用于确定模板边缘与图像边缘的关联的更准确的度量。

[0072] 本发明的各方案可以用硬件、软件或其组合实现,并且可以在一个或多个计算机系统或其它处理系统中实现。在一个方案中,本公开针对能够执行本文所述功能的一个或多个计算机系统。此类计算机系统1300的实例在图13中示出。

[0073] 图13示出在根据本公开一个方案中使用的各种硬件构件及其它特征的系统图的实例。本发明的各方案可以用硬件、软件或其组合实现,并且可以在一个或多个计算机系统或其它处理系统中实现。在一个示例性变型中,本公开的各方案针对能够执行本文所述功能的一个或多个计算机系统。此类计算机系统1300的实例在图13中示出。

[0074] 计算机系统1300包括一个或多个处理器,例如处理器1304。处理器1304连接至通信基础设施1306(如通信总线、交叉杆(cross-over bar)或网络)。针对该示例性计算机系统描述各种软件方案。阅读本说明后,如何利用其它计算机系统和/或架构实现本公开的各方案对于相关领域技术人员来说将是显而易见的。

[0075] 计算机系统1300可以包括显示接口1302,其转发来自通信基础设施1306(或来自未示出的帧缓冲器)的图表、文本和其它数据以显示在显示单元1330上。计算机系统1300还包括主存储器1308,优选随机存取存储器(RAM),并且还可以包括二级存储器1310。二级存储器1310可以例如包括硬盘驱动器1312和/或表示软盘驱动器、磁带驱动器、光盘驱动器等的可移动存储驱动器1314。可移动存储驱动器1314以已知的方式读取和/或写入可移动存储单元1318。可移动存储单元1318表示由可移动存储驱动器1314读取和写入的软盘、磁带、光盘等。应当理解的是,可移动存储单元1318包括计算机软件和/或数据储存在其中的计算机可用存储介质。

[0076] 在替代方案中,二级存储器1310可以包括其它类似设备以允许计算机程序或其它指令被加载至计算机系统1300内。此类设备可以包括,例如,可移动存储单元1322及接口1320。此类设备的实例可以包括(例如视频游戏设备中的)程序盒式存储器和盒式存储器接口、可移动存储芯片(例如可擦可编程只读存储器(EPROM)或可编程只读存储器(PROM))及相关插口、以及允许将软件和数据从可移动存储单元1322传送至计算机系统1300的其它可移动存储单元1322和接口1320。

[0077] 计算机系统1300还可以包括通信接口1324。通信接口1324允许软件和数据在计算机系统1300与外部设备之间被传送。通信接口1324的实例可以包括调制解调器、网络接口(例如以太网卡)、通信端口、个人计算机存储卡国际协会(personal computer memory card international association,PCMCIA)槽和卡等。经由通信接口1324传送的软件和数

据为信号1328的形式,其可以是电信号、电磁信号、光信号或能够由通信接口1324接收的其它信号。这些信号1328经由通信路径(例如通道)1326提供给通信接口1324。该路径1326搭载信号1328并且可以利用电线或电缆、光纤、电话线、蜂窝链路、射频(RF)链路和/或其它通信通道实现。在本文中,术语“计算机程序介质”和“计算机可用介质”主要是指可移动存储驱动器1380、安装在硬盘驱动器1370内的硬盘及信号1328等介质。这些计算机程序产品为计算机系统1300提供软件。本公开的各方案针对此类计算机程序产品。

[0078] 计算机程序(也称计算机控制逻辑)储存在主存储器1308中和/或二级存储器1310中。计算机程序还可以经由通信接口1324接收。如本文所述,此类计算机程序在被执行时使计算机系统1300能够执行根据本公开各方案的各种特征。特别地,计算机程序在被执行时使处理器1310执行此类特征。因此,此类计算机程序代表计算机系统1300的控制器。

[0079] 在本公开的各方案用软件实现的变型中,软件可以储存在计算机程序产品中并且可以使用可移动存储驱动器1314、硬盘驱动器1312或通信接口1320被加载至计算机系统1300。如本文所述,控制逻辑(软件)在被处理器1304执行时使得处理器1304执行根据本公开各方案的功能。在另一变型中,各方案主要在硬件中利用例如专用集成电路(ASICs)的硬件构件实现。实施硬件状态机从而执行本文所述的功能对于相关领域的技术人员来说将是显而易见的。

[0080] 在又一示例性变型中,本公开的各方案利用硬件和软件的组合实现。

[0081] 图14是根据本公开一个方案的各种示例性系统构件的框图。图14示出可以根据本公开使用的通信系统1400。通信系统1400包括一个或多个访问器1460、1462(在本文中可以与一个或多个“用户”互换)及一个或多个终端1442、1466。在一个方案中,根据本公开的各方案使用的数据例如经由耦合至服务器1443的终端1442、1466通过访问器1460、1462输入和/或访问,终端1442、1466例如为个人计算机(PCs)、小型计算机、大型计算机、微型计算机、电话设备、或者例如个人数字助理(“PDA”)或手持无线设备的无线设备,服务器1443例如为PC、小型计算机、大型计算机、微型计算机、或具有处理器和数据库和/或例如经由诸如因特网或内联网的网络1444和耦合件1445、1446、1464的与数据库的连接的其它设备。耦合件1445、1446、1464例如包括有线、无线或光纤链路。在另一示例变型中,根据本公开的各方案的方法和系统在独立环境中运行、例如在单一终端上运行。

[0082] 本文中讨论的本公开的各方案还可以在储存计算机可执行指令的计算机可读存储介质的背景下描述并实施。计算机可读存储介质包括计算机存储介质和通信介质。例如,闪存驱动器、数字多功能光盘(DVDs)、光盘(CDs)、软盘、和磁带。计算机可读存储介质可以包括以任意的方法或技术实施的用于储存例如计算机可读指令的信息、数据结构、模块或其它数据的易失性和非易失性、可移动和不可移动的介质。

[0083] 应当理解的是,上述各种实施方式及其它特征和功能或其替代或变型可以根据需要组合至许多其它不同的系统或应用中。此外,本领域技术人员可能随后做出目前无法预见或未曾预料的各种替代、修改、变型或改进,这些也被所附权利要求书所涵盖。

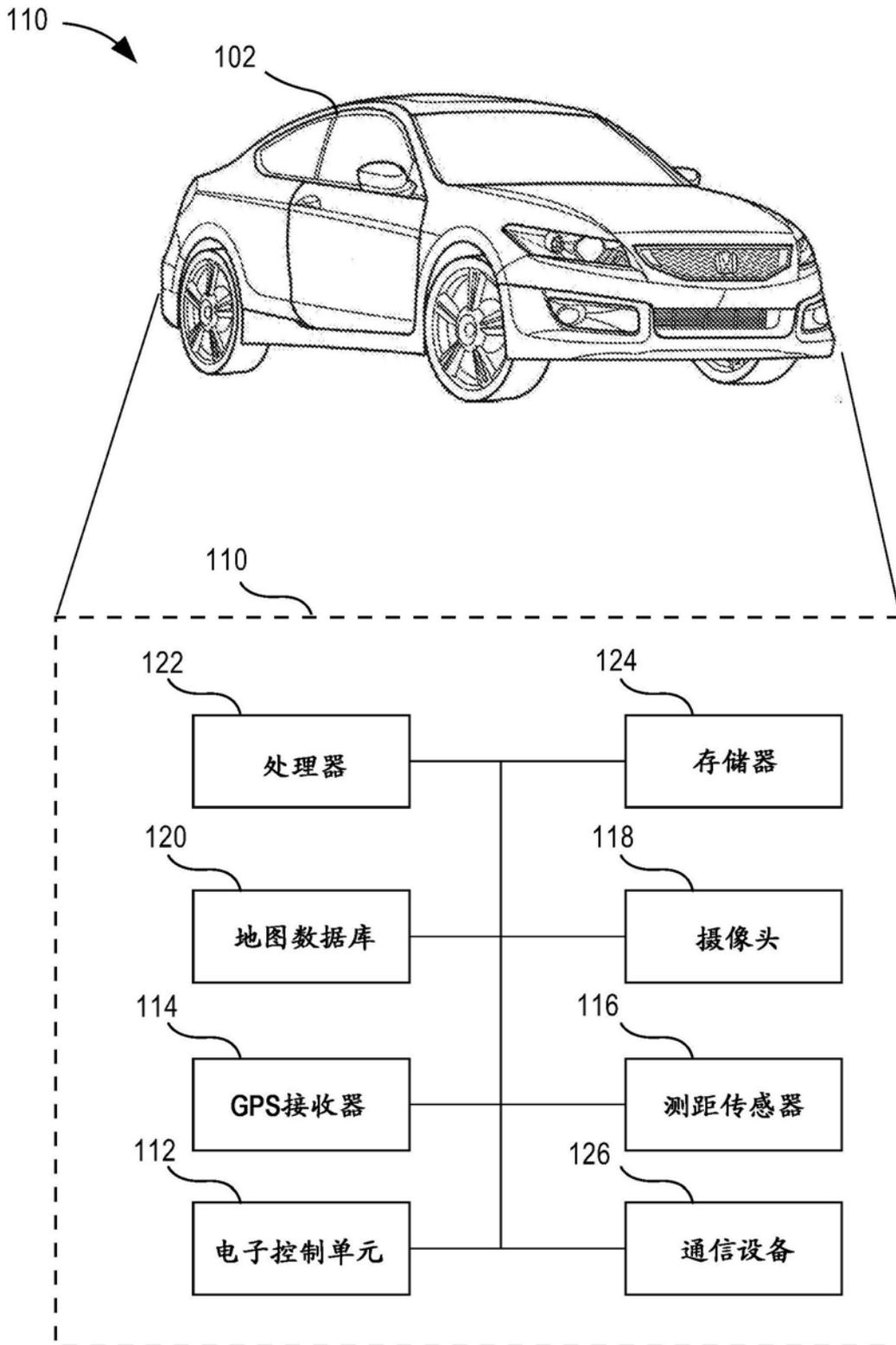


图1

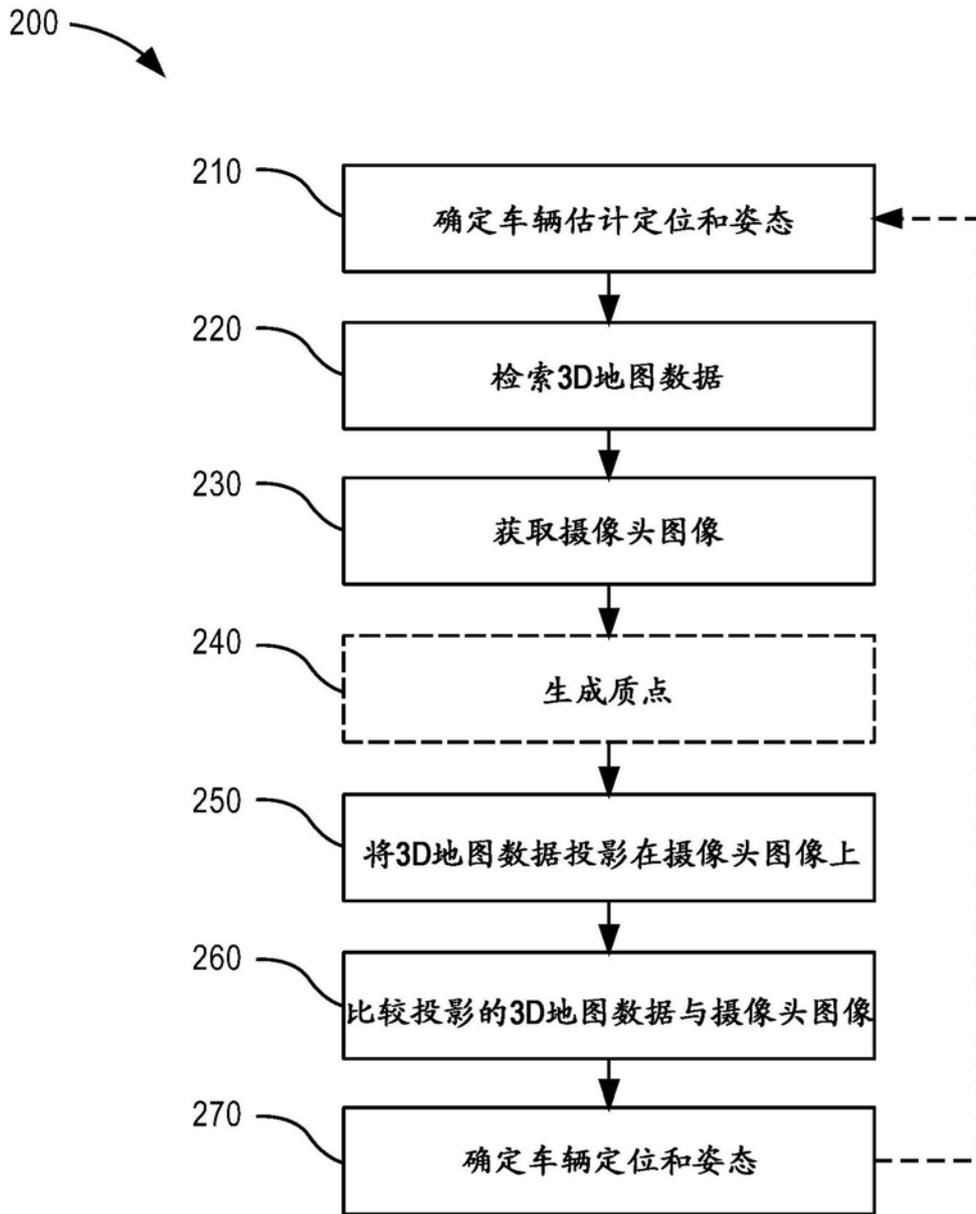


图2

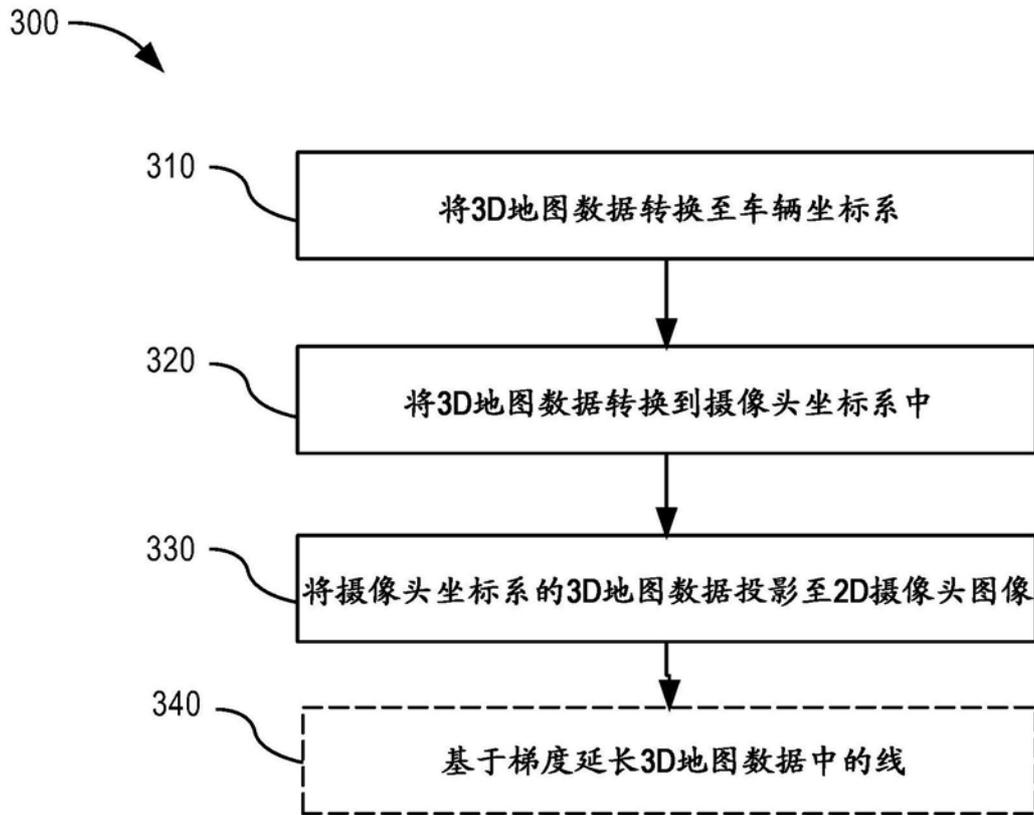


图3

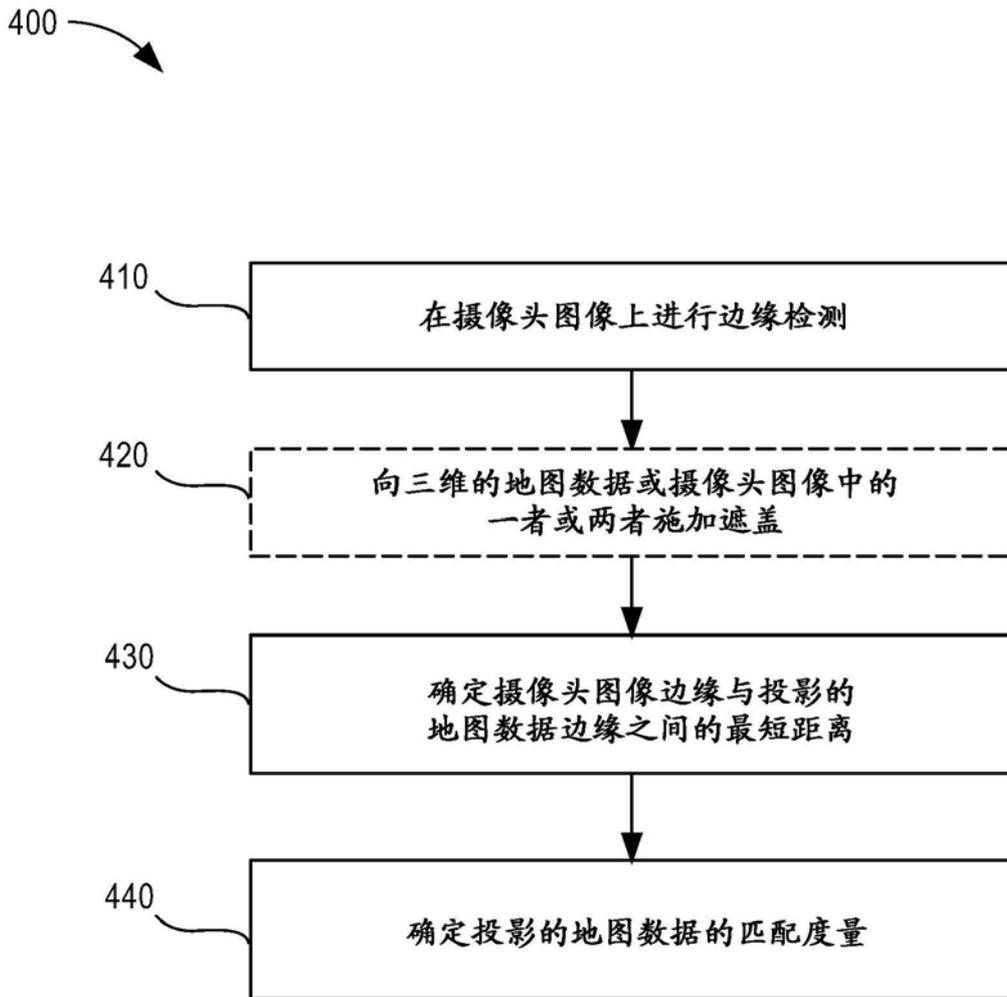


图4

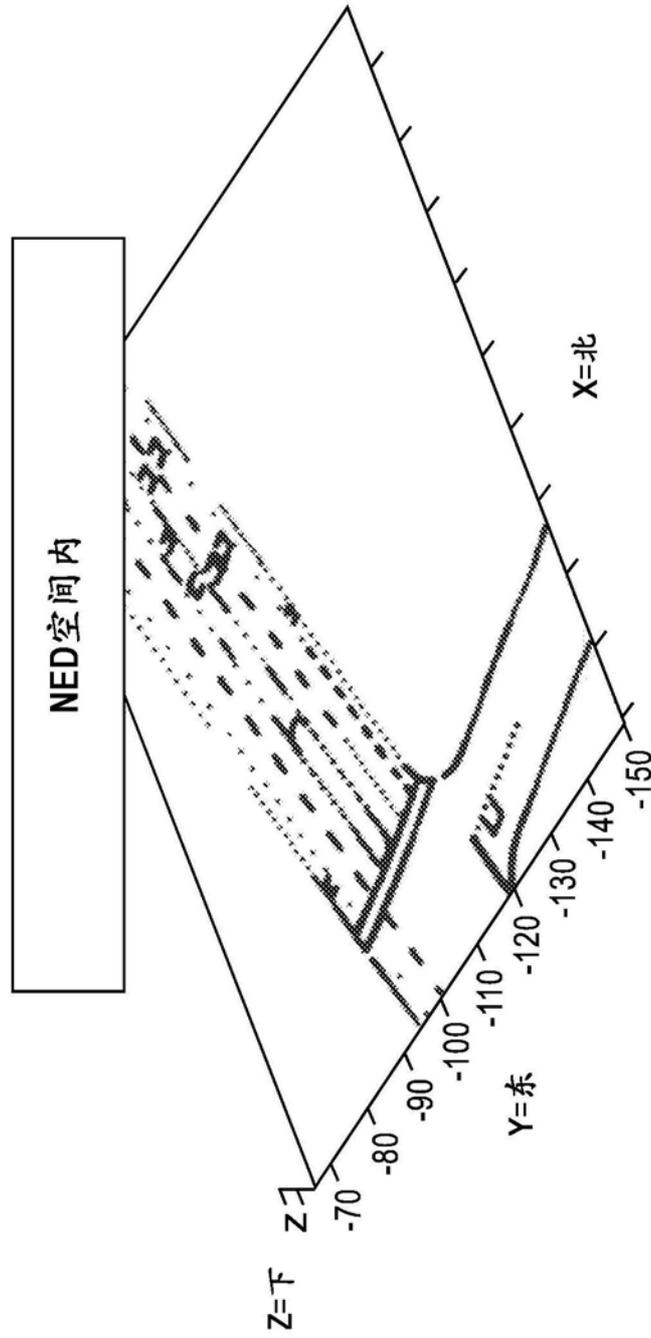


图5

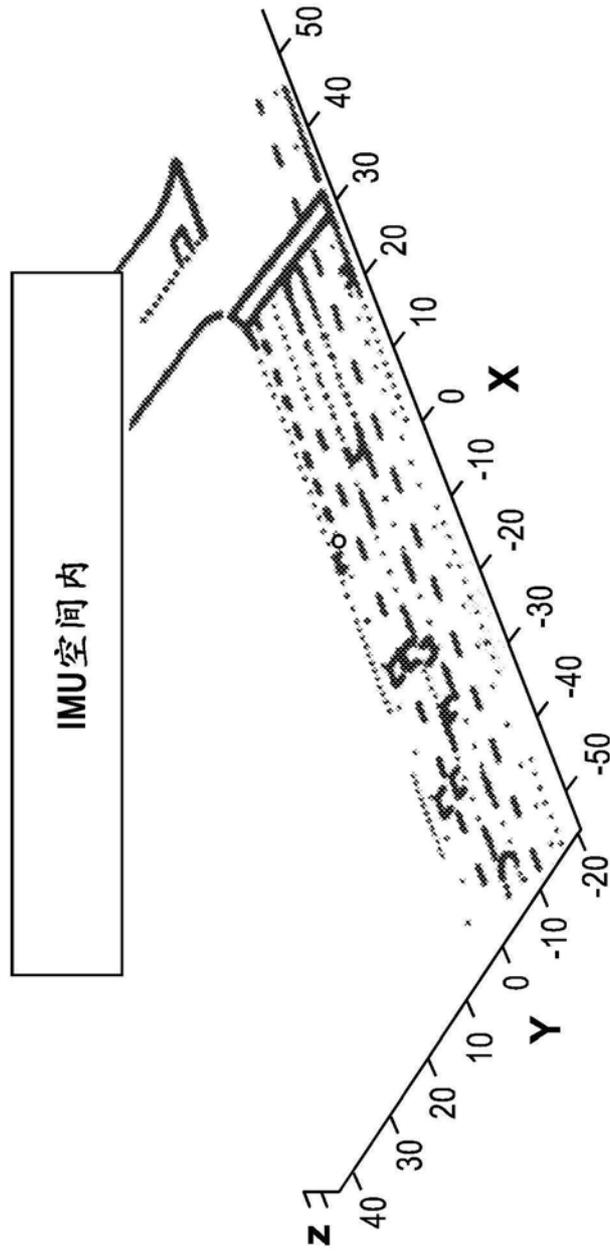


图6

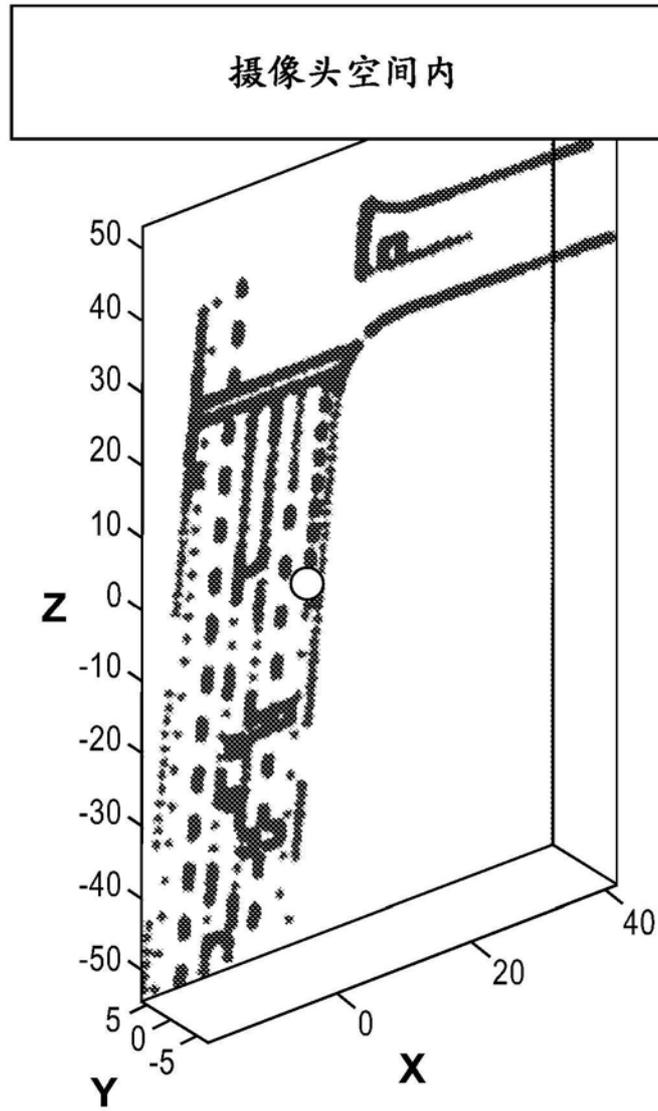


图7

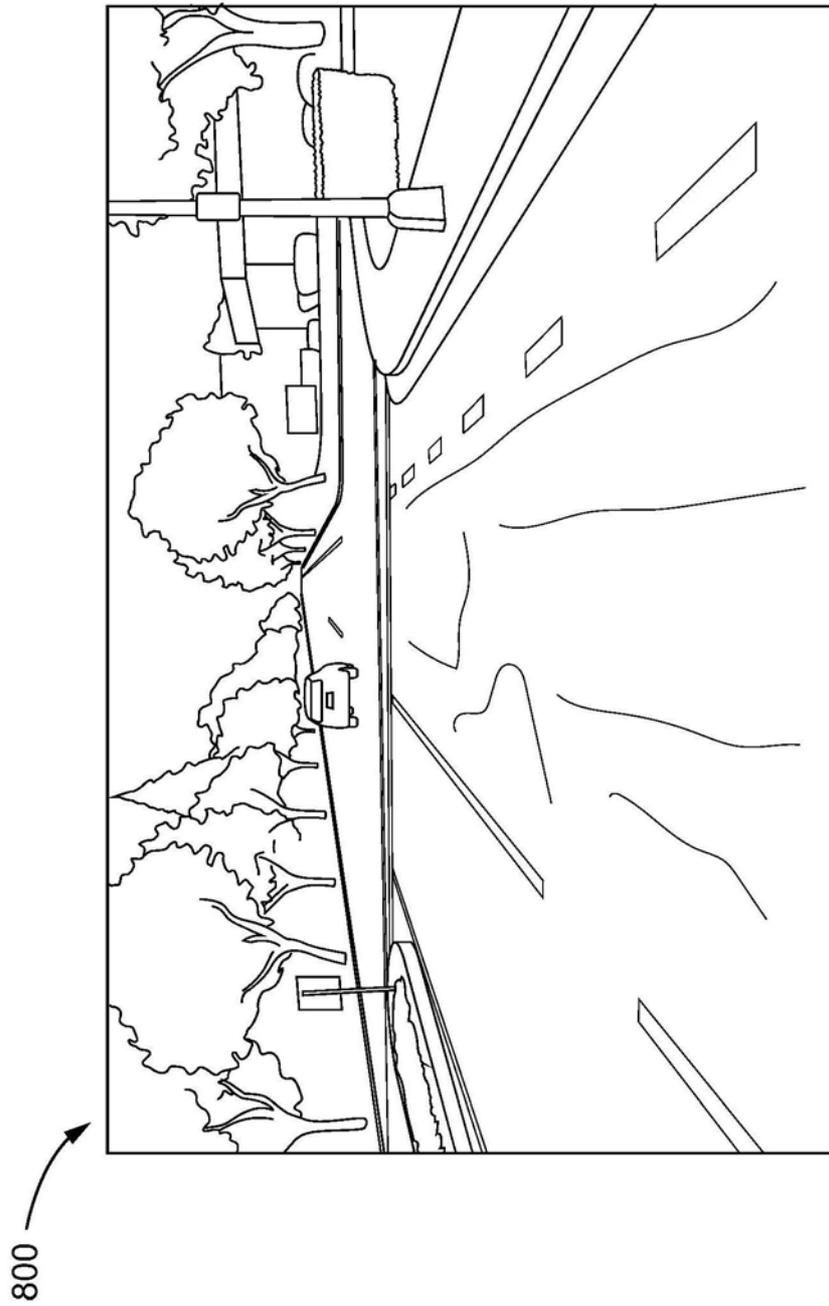


图8

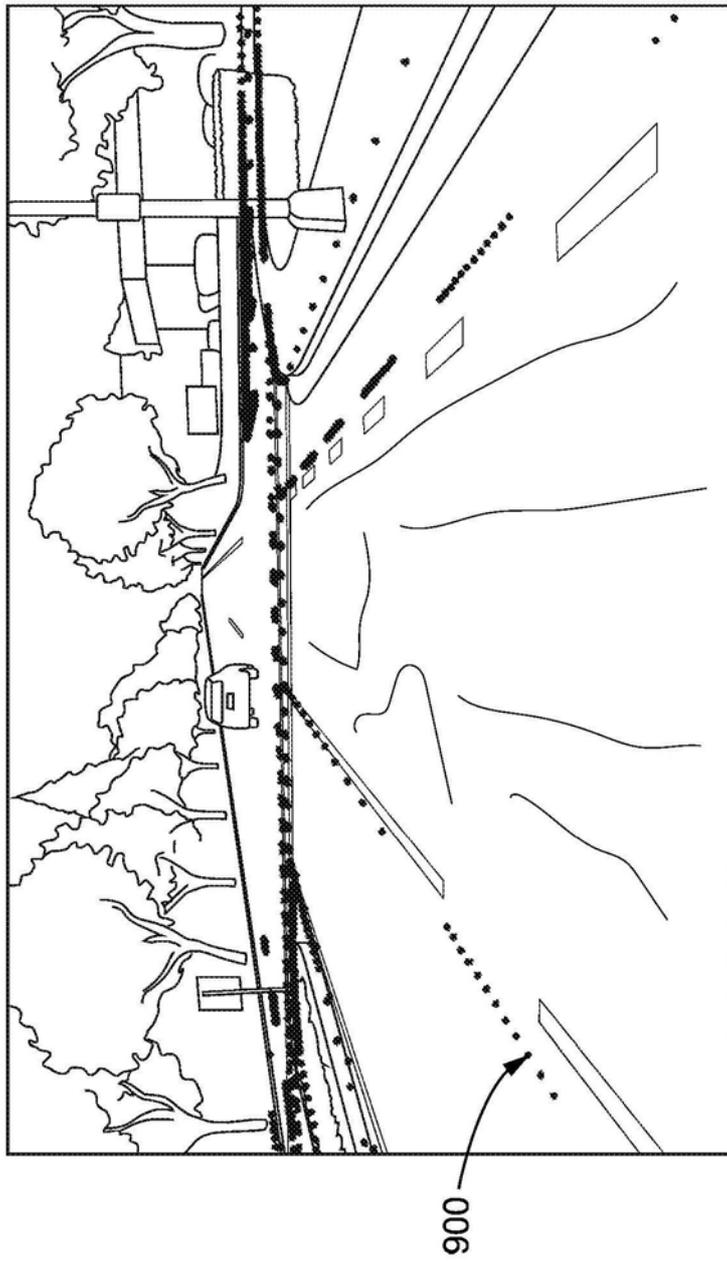


图9

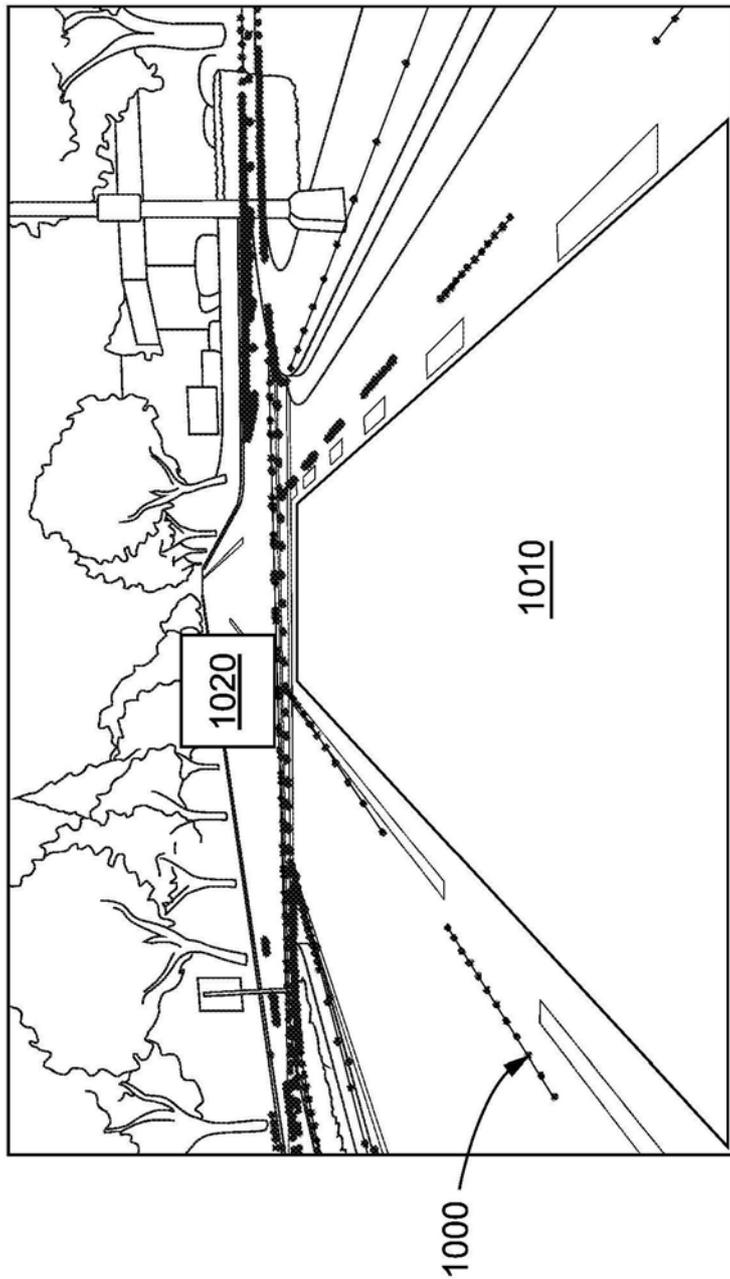


图10

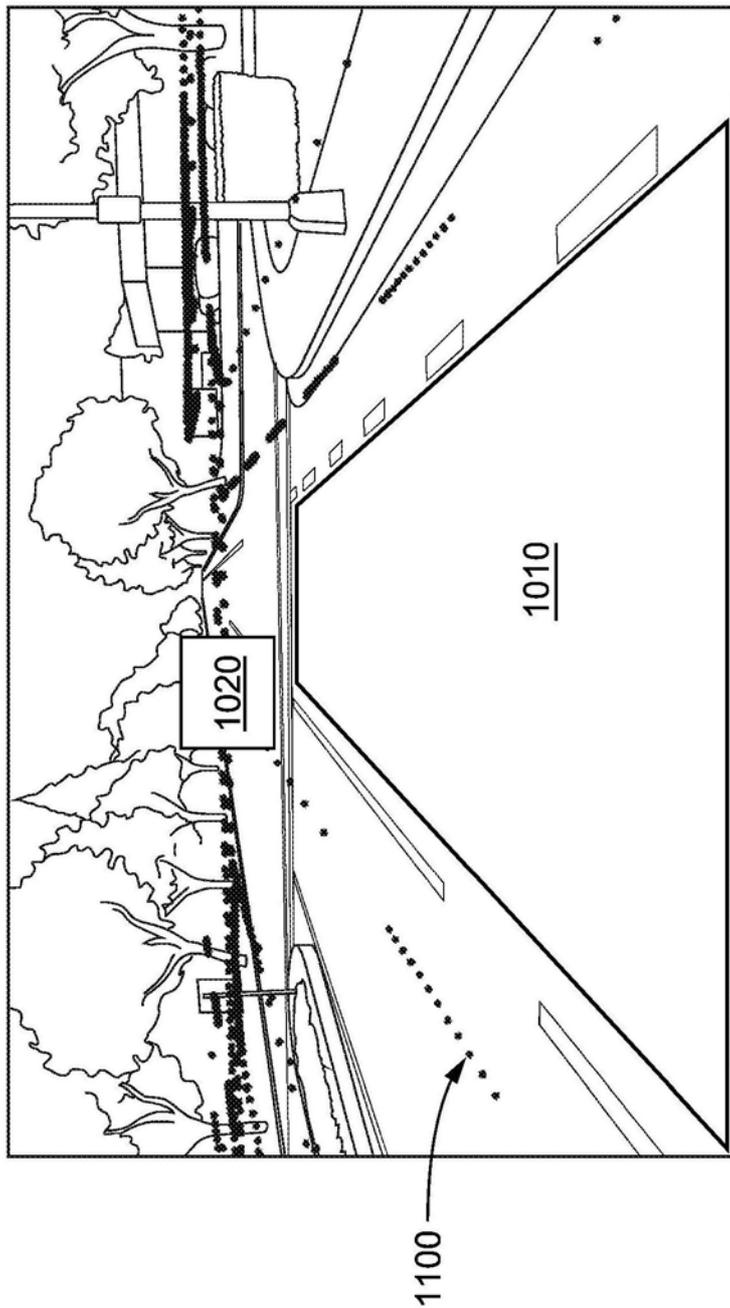


图11

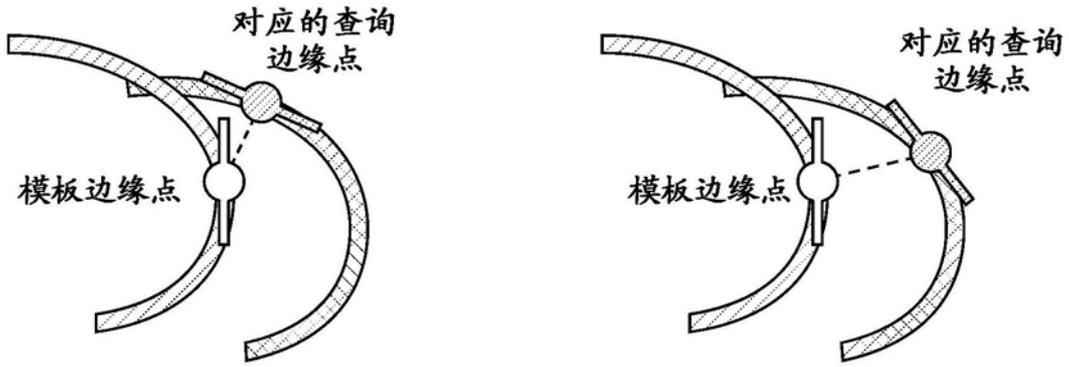


图12

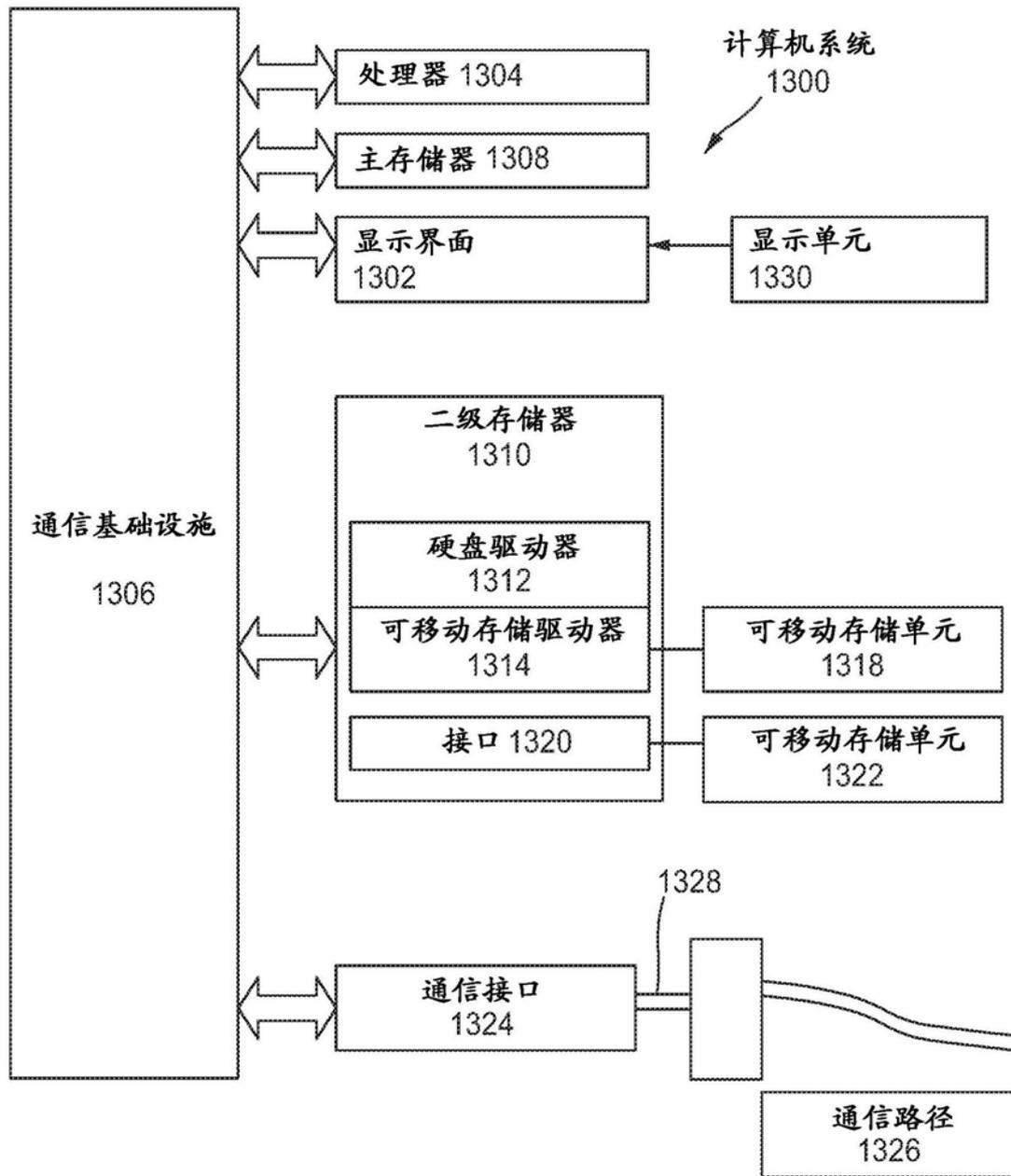


图13

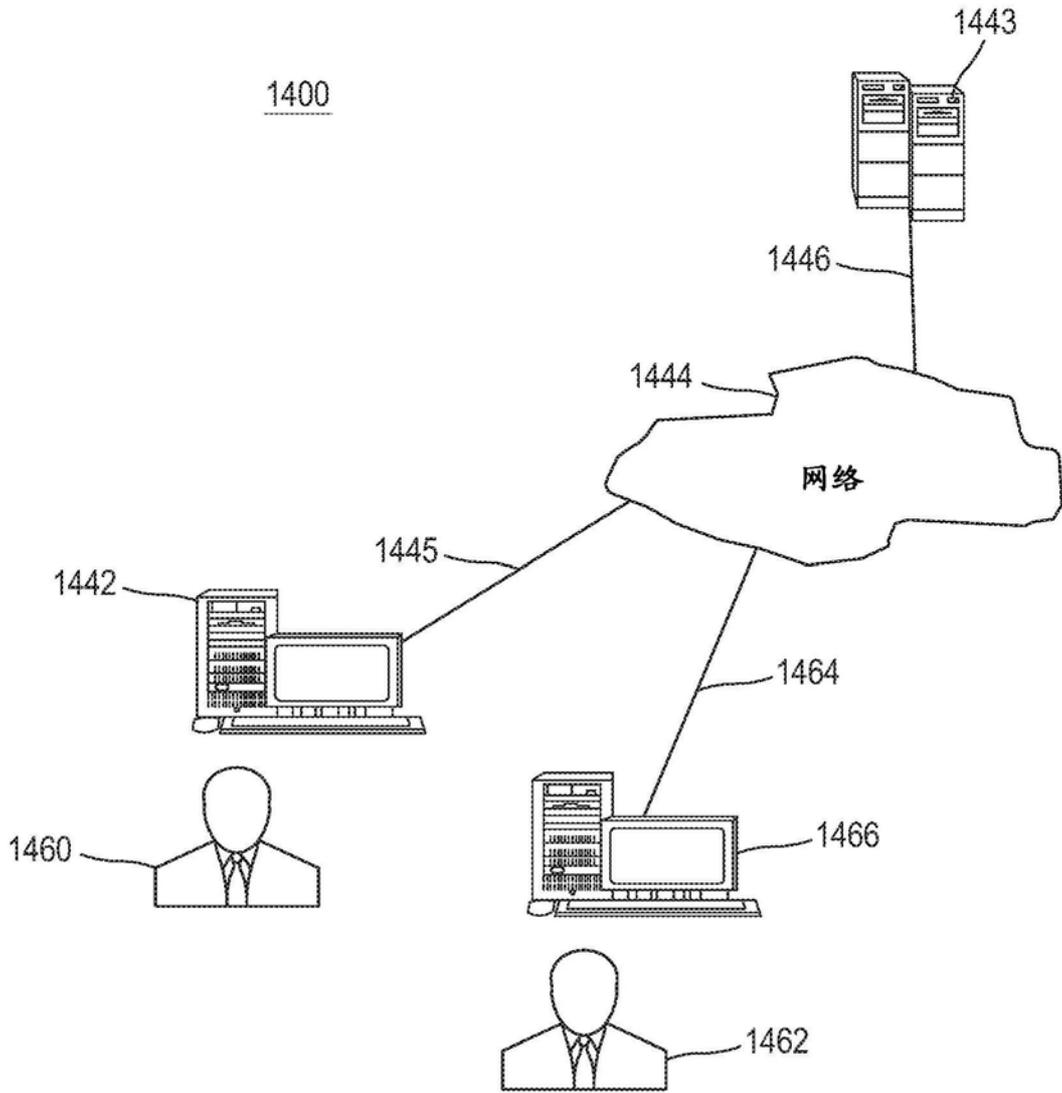


图14