



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110869702 A

(43)申请公布日 2020.03.06

(21)申请号 201880045525.3

(22)申请日 2018.07.04

(30)优先权数据

17181013.8 2017.07.12 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.01.07

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2018/068155 2018.07.04

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2019/025112 EN 2019.02.07

(71)申请人 维宁尔瑞典公司

地址 瑞典沃嘎尔达

(72)发明人 H·洪泽尔

(74)专利代理机构 北京信诺创成知识产权代理有限公司 11728

代理人 刘金峰

(51)Int.Cl.

G01C 21/16(2006.01)

G01C 21/30(2006.01)

G01S 19/45(2010.01)

G01S 19/48(2010.01)

G05D 1/02(2020.01)

G06K 9/00(2006.01)

G08G 1/16(2006.01)

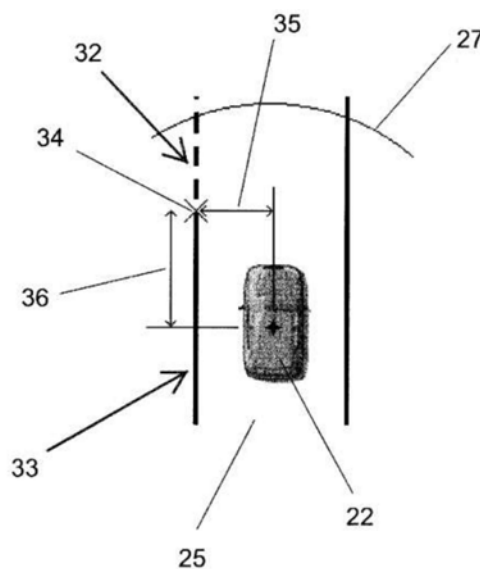
权利要求书2页 说明书10页 附图8页

(54)发明名称

驾驶员辅助系统和方法

(57)摘要

本发明提供了用于自主车辆(2)的驾驶员辅助系统(1)和用于驾驶员辅助系统(1)的方法。系统(1)被配置为基于对位于自主车辆(2)附近的静态特征(30)的检测来精细化粗略地理定位方法。系统(1)对位于自主车辆(2)附近的至少一个静态特征(30)中的每一者的视觉外观执行至少一次测量。使用至少一次测量来计算自主车辆相对于静态特征(30)的位置。识别静态特征(30)的真实世界位置。计算自主车辆(2)相对于静态特征的位置,其继而用于计算车辆位置的静态特征测量值。将粗略地理定位测量值和静态特征测量值组合以形成精细地理定位位置。通过组合测量值,可确定自主车辆(2)的更精确的位置。



1. 一种用于自主车辆 (22) 的驾驶员辅助系统, 所述系统用于精细化所述自主车辆 (22) 的位置的粗略地理定位测量值 (26), 所述系统被配置为:

对位于所述自主车辆 (22) 附近的至少一个静态特征 (30、34) 中的每一者的视觉外观执行至少一次测量;

使用所述至少一次测量来计算所述至少一个静态特征 (30、34) 和所述自主车辆 (22) 的相对位置;

使用地图来识别所述至少一个静态特征 (30、34) 中的每一者的真实世界位置;

使用所述静态特征 (30、34) 和所述自主车辆 (22) 的相对位置和所述至少一个静态特征 (30、34) 的真实世界位置来计算所述自主车辆 (22) 的所述位置的静态特征测量值;

将所述自主车辆 (22) 的所述位置的所述粗略地理定位测量值 (26) 与所述自主车辆 (22) 的所述位置的所述静态特征测量值相结合以形成精细地理定位位置。

2. 根据权利要求1所述的驾驶员辅助系统, 其中所述至少一个静态特征 (30、34) 中的每一者位于所述粗略地理定位测量值 (26) 的不确定性边界 (27) 内。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的驾驶员辅助系统, 其中所述系统被进一步配置为:

在所述自主车辆 (22) 的所述位置的所述静态特征测量值的计算中使用两个或更多个静态特征 (30、34) 中的每一者的所述至少一个测量值。

4. 根据任一前述权利要求所述的驾驶员辅助系统, 其中至少一个静态特征是在所述自主车辆 (22) 行驶的道路 (23) 的虚线标记区域 (32) 和实线标记区域 (33) 之间的过渡 (34)。

5. 根据任一前述权利要求所述的驾驶员辅助系统, 其中所述系统被进一步配置为:

使用所述精细地理定位位置来计算所述自主车辆 (22) 最可能沿其行驶的交通车道 (24、25)。

6. 根据任一前述权利要求所述的驾驶员辅助系统, 其中所述系统被进一步配置为:

确定所述地图的子区域, 在所述子区域中识别所述至少一个静态特征 (30、34) 中的每一者的真实世界位置。

7. 根据权利要求6所述的驾驶员辅助系统, 其中所述子区域基于所述粗略地理定位测量值 (26) 的不确定性边界 (27)。

8. 根据权利要求6或权利要求7所述的驾驶员辅助系统, 其中所述系统被进一步配置为:

确定所述至少一个静态特征 (30、34) 是否在所述地图的所述子区域内被唯一地识别。

9. 根据权利要求8所述的驾驶员辅助系统, 其中, 如果所述至少一个交通静态特征未被唯一地识别, 则所述系统被配置为:

等待接收位于所述自主车辆 (22) 附近的至少一个另外的静态特征中的每一者的视觉外观的至少一个测量值。

10. 根据任一前述权利要求所述的驾驶员辅助系统, 其中所述系统还包括惯性测量单元 (“IMU”), 所述惯性测量单元被配置为测量至少一个自主车辆运动参数。

11. 根据权利要求10所述的驾驶员辅助系统, 其中所述至少一个自主车辆运动参数用于在自从计算最静态特征测量值以来经过预定的时间段时确定所述自主车辆的位置。

12. 根据任一前述权利要求所述的驾驶员辅助系统, 其中所述粗略地理定位测量值

(26) 包括自主车辆纬度、自主车辆经度和自主车辆朝向。

13. 根据任一前述权利要求所述的驾驶员辅助系统,其中所述驾驶员辅助系统是自动驾驶系统。

14. 一种用于自主车辆 (22) 的驾驶员辅助系统的方法,所述方法用于精细化所述自主车辆的所述位置的粗略地理定位测量值,所述方法包括以下步骤:

对位于所述自主车辆 (22) 附近的至少一个静态特征 (30、34) 中的每一者的视觉外观执行至少一次测量;

使用所述至少一次测量来计算所述至少一个静态特征 (30、34) 和所述自主车辆 (22) 的相对位置;

使用地图来识别所述至少一个静态特征 (30、34) 中的每一者的真实世界位置;

使用所述静态特征 (30、34) 和所述自主车辆 (22) 的相对位置和所述至少一个静态特征 (30、34) 的所述真实世界位置来计算所述自主车辆 (22) 的所述位置的静态特征测量值;

将所述自主车辆 (22) 的所述位置的所述粗略地理定位测量值 (26) 与所述自主车辆 (22) 的所述位置的所述静态特征测量值相结合以形成精细地理定位位置。

驾驶员辅助系统和方法

[0001] 本发明涉及驾驶员辅助系统和方法,并且更具体地涉及用于改善自主车辆的地理定位测量的驾驶员辅助系统和方法。

[0002] 为了避免事故和遵守驾驶规则,驾驶车辆通常需要驾驶员长时间集中注意力。驾驶员注意力不集中会导致事故和/或不遵守法规的风险增加。越来越多地,能够执行辅助功能的驾驶员辅助系统安装在驾驶员车辆(下文称为“自主车辆”)中。例如,辅助功能可包括释放驾驶员的某些驾驶职责,或者可包括监控驾驶员行为,以便可预期和/或避免错误。

[0003] 另选地,辅助功能可引入一些通常不可用于驾驶员的附加功能。此类附加功能可允许驾驶员具有比他们通常具有的更多的信息,以便他们可以更容易地执行驾驶任务。例如,可在反转时向驾驶员提供视频馈送的面向后的照相机构成了此类附加功能的示例。在该示例中,视频馈送允许驾驶员更容易且安全地反向停车,但实际上并不一定监控驾驶员的行为或为他们执行一些任务。

[0004] 因此,驾驶员辅助系统减轻了自主车辆的驾驶员、其乘客和其他道路使用者的风险。最后,驾驶员辅助功能将被开发到它们可以控制驾驶自主车辆的大部分或所有方面的程度。在这种情况下,驾驶员辅助系统将是自动驾驶系统。

[0005] 驾驶员辅助系统可包括有源设备,该有源设备能够例如通过改变自主车辆的速度而主动地介入自主车辆的操作。另选地或另外地,驾驶员辅助系统可包括无源设备,该无源设备例如通知驾驶员特定驾驶情况,使得使用者可对通知作出反应。例如,当自主车辆意外地偏离跨过道路标记时,驾驶员辅助系统可发出听觉信号。给定的自主车辆可以包括无源系统和有源系统。

[0006] 通常,驾驶员辅助系统可包括至少一个传感器。特定传感器测量车辆和/或其周围环境的参数。处理来自此类传感器的数据,以便基于传感器测量得出结论。然后,基于结论的结果,驾驶员辅助系统可触发与自主车辆或与驾驶员的交互。在自动驾驶系统的情况下,基本上所有驾驶功能都由系统控制。

[0007] 驾驶员辅助系统和自动驾驶系统中使用的潜在传感器的示例包括RADAR系统、LIDAR系统、相机、车辆间通信以及车辆与基础设施的通信。

[0008] 驾驶员辅助系统可用于控制驾驶员安全或驾驶员监控的各种不同方面。例如,ACC(“自适应巡航控制”)可使用RADAR系统或LIDAR系统来监测自主车辆与直接地在道路正前方的车辆之间的距离。此类传感器能够确定与前方车辆的距离。驾驶员辅助系统还知道并且可以控制自主车辆的速度。驾驶员辅助系统可控制自主车辆的速度,以便相对于前方车辆保持预限定的安全状况。例如,驾驶员辅助系统可控制速度,以在自主车辆与前方车辆之间保持一定距离。另选地,驾驶员辅助系统可控制速度,以保持向前穿过一点的车辆与经过相同的点的自主车辆之间的预定的时间段。

[0009] 存在现有的驾驶辅助系统,其监测自主车辆的周围环境,以识别自主车辆行驶的道路上或道路周围的其他车辆和实体的位置。通过监测周围环境,此类驾驶员辅助系统可维持自主车辆的情景感知。这种情景感知可用于通知使用者潜在的危险。例如,当第二车辆处于盲点时自主车辆变换车道或检测切入到自主车辆的路径中的第二车辆,其可通知驾驶

员。例如,情景感知可还用作对ACC系统的输入。

[0010] 提供详细而可靠的情景感知对于多种不同的驾驶员辅助功能很重要。

[0011] 在大多数驾驶情况下,车辆在车道上行驶。也就是说,道路被分成若干大致平行的车道,每个车道均形成车辆应沿其行驶的走道。有时,车道由道路表面上的道路标记所指定,该道路标记在视觉上向驾驶员指示车道的边界所在的位置。有时没有道路标记,驾驶员只需注意不要误入迎面而来的车辆的车道。有时车道标记沿特定路段变化。例如,当正在道路上进行工作时,车道可相对于它们的正常配置而变窄。车道也可例如通过岔道彼此分离或交汇。

[0012] 在自动驾驶情况下,最重要的是系统知道车道所在的位置以及车辆行驶的车道。使用此类车道信息,自动驾驶系统可能能够控制自主车辆保持在特定车道内。显然,在需要进行车道更换操纵的情况下,也需要了解车道位置。了解自主车辆行驶的车道对于驾驶辅助系统(例如在监测道路上其他车辆的行为方面)也很重要。

[0013] 应当理解,自动驾驶系统一般可对应于更高级的驾驶员辅助系统。因此,虽然以下讨论的重点是驾驶员辅助系统,但其意图是本发明也易于适用于自动驾驶系统。

[0014] 卫星地理定位系统通常用于各种环境(包括汽车系统)以测量接收器的位置。此类系统的一个示例是全球定位系统(GPS)。使用卫星地理定位系统确定的测量位置具有不确定性。通常,并且特别是对于适于大规模生产和负担得起的用途的卫星地理定位系统,不确定性大约为5米至10米。通常,道路上的车道宽2.5米至4.5米。因此,来自典型卫星地理定位系统的地理定位测量值可具有这样大的不确定性,使得驾驶员辅助/自动驾驶系统可能无法确定自主车辆可能位于哪个车道中。

[0015] 对于许多驾驶员辅助功能,以及对于自动驾驶系统,准确地了解自主车辆的地理定位是重要的。

[0016] 本发明的目的是提供一种操作驾驶员辅助系统的改进的驾驶员辅助系统和方法,其试图解决这些问题中的一些或全部问题。

[0017] 根据第一方面,提供了一种用于自主车辆的驾驶员辅助系统,该系统用于精细化自主车辆的位置的粗略地理定位测量值,该系统被配置为:对位于自主车辆附近的至少一个静态特征中的每一者的视觉外观执行至少一个测量;使用该至少一个测量来计算至少一个静态特征和自主车辆的相对位置;使用地图来识别至少一个静态特征中的每一者的真实世界位置;使用静态特征和自主车辆的相对位置以及至少一个静态特征的真实世界位置来计算自主车辆的位置的静态特征测量值;将自主车辆的位置的粗略地理定位测量值与自主车辆的位置的静态特征测量值相结合以形成精细地理定位位置。

[0018] 驾驶员辅助系统可以是装置。

[0019] 优选地,至少一个静态特征中的每一者位于粗略地理定位测量值的不确定边界内。

[0020] 便利地,系统被进一步配置为:在计算自主车辆的位置的静态特征测量值时,使用两个或更多个静态特征中的每一者的至少一个测量值。

[0021] 有利地,至少一个静态特征是自主车辆行驶的道路的虚线标记区域和实线标记区域之间的过渡。

[0022] 优选地,该系统被进一步配置为:使用精细地理定位位置来计算自主车辆最可能

沿其行驶的交通车道。

[0023] 便利地,该系统被进一步配置为:确定地图的子区域,在该子区域中识别至少一个静态特征中的每一者的真实世界位置。

[0024] 有利地,该子区域基于粗略地理定位测量值的不确定边界。

[0025] 优选地,该系统被进一步配置为:确定至少一个静态特征是否在地图的子区域内被唯一地识别。

[0026] 便利地,如果至少一个交通静态特征未被唯一地识别,则该系统被配置为:等待接收位于自主车辆附近的至少一个另外的静态特征中的每一者的视觉外观的至少一个测量值。

[0027] 有利地,该系统还包括惯性测量单元(“IMU”),该惯性测量单元被配置为测量至少一个自主车辆运动参数。

[0028] 优选地,在自从计算最静态特征测量值以来经过预定的时间段时,该至少一个自主车辆运动参数用于确定自主车辆的位置。

[0029] 便利地,粗略地理定位测量值包括自主车辆纬度、自主车辆经度和自主车辆的朝向。

[0030] 有利地,驾驶员辅助系统是自动驾驶系统。

[0031] 根据第二方面,提供了一种用于自主车辆的驾驶员辅助系统的方法,该方法用于精细化自主车辆的位置的粗略地理定位测量值,该方法包括以下步骤:对位于自主车辆附近的至少一个静态特征中的每一者的视觉外观执行至少一个测量;使用至少一个测量来计算至少一个静态特征和自主车辆的相对位置;使用地图来识别至少一个静态特征中的每一者的真实世界位置;使用静态特征和自主车辆的相对位置以及至少一个静态特征的真实世界位置来计算自主车辆的位置的静态特征测量值;将自主车辆的位置的粗略地理定位测量值与自主车辆的位置的静态特征测量值相结合以形成精细地理定位位置。

[0032] 因此,可以更简单地理解本发明,并且使得可理解其另外的特征,现在将参考附图以示例的方式描述本发明的实施方案,其中:

[0033] 图1示出了包括示例性驾驶员辅助系统的车辆;

[0034] 图2示出了包括在本发明的实施方案中的电子控制单元的示例;

[0035] 图3示出了图2的电子控制单元的示意图的示例;

[0036] 图4示出了包括根据本发明的驾驶员辅助系统的车辆的第一驾驶场景;

[0037] 图5示出了包括根据本发明的驾驶员辅助系统的车辆的第二驾驶场景;

[0038] 图6示出了包括根据本发明的驾驶员辅助系统的车辆的第三驾驶场景;

[0039] 图7示出了第三驾驶场景的放大视图,并且;

[0040] 图8示出了使用精细地理定位位置的方法。

[0041] 现在更详细地考虑图1,示出了安装在自主车辆2中的示例性驾驶员辅助系统1的示意图(仅在图1中表示自主车辆的一个侧面板以指示车辆的方位)。驾驶员辅助系统1包括若干不同类型的传感器,这些传感器安装在自主车辆2上的适当位置处。具体地讲,所例示的系统1包括:一对发散的和向外指向的中程雷达(“MRR”)传感器3,该中程雷达传感器3安装在车辆2的相应前角处;相似的一对发散的和向外指向的多作用雷达传感器4,该多作用雷达传感器4安装在车辆的相应后角处;向前指向的远程雷达(“LRR”)传感器5,该远程雷达

传感器5居中安装在车辆2的前部;以及一对大致向前指向的光学传感器6(相机),该光学传感器6形成立体视觉系统(“SVS”)7的一部分,该立体视觉系统7例如安装在车辆挡风玻璃的上边缘的区域中。各种传感器3至6可操作地连接到中央电子控制系统,该中央电子控制系统通常以安装在车辆内的方便位置处的集成电子控制单元8的形式提供。在所例示的具体布置中,前MRR传感器3和后MRR传感器4经由常规的控制局域网络(“CAN”)总线9连接到中央控制单元8(ECU),并且LRR传感器5和SVS 7的传感器经由更快的FlexRay串行总线9连接到ECU 8,该串行总线9本身也是已知的类型。

[0042] 整体地,并且在ECU 8的控制下,各种传感器3至6可用于提供多种不同类型的驾驶员辅助功能,诸如,例如:盲点监控;自适应巡航控制;防撞辅助;车道偏离保护;和后部碰撞缓解。类似的传感器可用于自动驾驶系统中。

[0043] 图2中示出了根据本发明的系统的示例。该系统包括图1所示类型的电子控制单元(ECU)8。特定的自主车辆可包括多个此类ECU 8。ECU 8连接到自主车辆内的自主车辆通信网络9。自主车辆通信网络9可以是例如CAN总线或FlexRay系统。特定的ECU 8可连接到不止一个此类网络,这些网络可能不属于相同类型。ECU可通过自主车辆通信网络9与自主车辆中的其他ECU通信。

[0044] ECU 8连接到至少一个传感器10。在图2所示的示例中,三个传感器10连接到ECU 8,但该数量的传感器不应被认为是限制性的。传感器10中的每一者与ECU 8的连接可以是有线的或无线的。传感器连接也可经由自主车辆通信网络9。每个传感器10和ECU 8之间的连接可为双向连接,即,ECU 8可从传感器10接收数据,并且ECU 8可向传感器10发送数据和/或命令。传感器10可提供关于自主车辆自身的状态和/或周围环境的状态的信息。传感器10还可提供一些数据还原能力,即,确定的参数可在传感器10处计算并从传感器10发送到ECU 8,而不是(或除此之外)传感器10向ECU 8发送由传感器10执行的原始测量值。

[0045] ECU 8还能够通过双向互联网通信链路11与互联网进行无线通信。互联网包括云计算能力12,ECU 8可向其卸载处理任务。例如,互联网通信链路11可包括与移动电话通信网络的连接。ECU 8可通过互联网通信链路11向云11发送处理任务,其中在将处理任务的结果通过互联网通信链路11发送回ECU 8之前在云11中执行处理任务。

[0046] 互联网通信链路11还可提供对ECU 8不立即可用的数据的访问。此类数据可包括例如地图数据。

[0047] ECU 8还具有第二通信链路13,该第二通信链路提供对自主车辆外部的分布式功能14的访问。分布式功能可包括车辆到车辆通信和/或车辆到基础设施通信。这些可允许驾驶员辅助功能和/或自动驾驶功能,其中信息可与自主车辆共享,或者自主车辆可通过第二通信链路13向其共享信息。

[0048] 图3示出了ECU 8的示例性示意性构造。ECU 8包括主微控制器单元(MCU)15和从MCU 16。通常,从MCU 16的操作由主MCU 16控制。可通过双向MCU互连装置17在主MCU 15和从MCU 16之间交换控制命令和数据。图3中的ECU示意图包括两个MCU—主MCU 15和从MCU 16,但是根据本发明的ECU 8可同样包括两个以上的MCU或一个MCU。

[0049] 主MCU 15和从MCU 16中的每一者包括处理器18。每个处理器18是所谓的多核处理器,其包括多个处理内核19。应当理解,多核处理器可包括例如2、4、8、16或更多个处理内核。还考虑了数百或数千个处理核心。因此,本发明不应限于内核数目,其必然将随着处理

器技术的发展而增加。

[0050] 多核处理器的每个处理内核19可包括内核存储器20。处理内核19允许在处理器18内进行并行处理。

[0051] 处理器18中的每一者还可包括处理器存储器(未示出)。处理器存储器可由相应处理器18中的处理内核19共享。

[0052] ECU 8包括ECU存储器21,该ECU存储器由ECU中的MCU(在图3的示例中,主MCU 15和从MCU 16)共享。ECU 8还可连接到非易失性数据存储设备(未示出),例如闪存设备、ROM单元或硬盘驱动器。数据存储装置也可定位在远处,并且可例如经由互联网进行访问。

[0053] 图4示出了第一自主车辆驾驶场景的示意性鸟瞰图。自主车辆11包括图1所示的车辆2的驾驶员辅助系统1。该系统可包括如图2和图3所示的ECU 8。

[0054] 在图4所示的场景中,自主车辆22沿着道路23行驶。道路23具有两个车道24、25。两个车道24、25中的车辆沿道路23在相反方向上行驶。在图4中,自主车辆22被示出为在右侧行驶,并且因此位于最右侧车道25中,如图所示。

[0055] 自主车辆22配备有GPS接收器,其对应于传感器10的示例。使用GPS接收器得到自主车辆22的粗略地理定位测量值26—在图4中,粗略地理定位测量值26由标记表示。还存在粗略地理定位测量值26的相关联不确定性,其由围绕粗略地理定位测量值26的不确定性27的程度表示(也称为“不确定性边界”)。在图4中,不确定性的程度由圆表示;然而,地理定位测量中的不确定性可以是非圆形的。以示例的方式,不确定性可对应于横跨约10米的区域。

[0056] 应当理解,不确定性只是粗略地理定位测量值26的概率分布的参数化。不确定性27可对应于例如置信度,例如1sigma、2sigma或3sigma置信度,其中sigma为粗略地理定位测量值26的标准偏差。这仅仅是一个示例,并且技术人员将会理解,存在用来表示测量值的不确定性的多种方式。不确定性可由协方差矩阵表示,并且因此对应于测量值的方差。

[0057] 在图4的示意图中,可以看出,不确定性27延伸到道路23的最左侧车道24中,并且延伸到自主车辆22正在其中行驶的最右侧车道25的右侧。不确定性27也在自主车辆22的前面和后面延伸。因此,使用GPS接收器会存在关于自主车辆22在道路23上的位置的不确定性27。

[0058] 换句话讲,在该方法的这个阶段,存在对自主车辆16的位置的粗略GPS测量值,这是充分不确定的,因为单独使用粗略GPS测量值使得不可能可靠地确定自主车辆22在道路23上的哪条车道行驶。在纵向意义上,粗略GPS位置26存在不确定性27—即,存在自动车辆22沿道路23的位置的纵向不确定性,并且;在横向意义上,粗略GPS位置26存在不确定性—即,存在自主车辆26在横跨道路23的宽度上的位置的不确定性。

[0059] 自主车辆22的行驶方向由箭头28表示。行驶方向28可对应于自主车辆22的朝向。可以使用GPS接收器来计算自主车辆22的朝向。

[0060] 希望提高粗略GPS测量值26的准确性。具体地讲,重要的是更准确地知道自主车辆22在纵向意义上的位置,因此驾驶员辅助系统可(例如)在沿着道路23的正确位置处执行操纵。同样重要的是更准确地知道自主车辆22在横向意义上的位置,使得驾驶员辅助系统能够确定自主车辆22行驶在道路23的哪条车道24、25中。自主车辆22的更准确的位置也可用于其他驾驶员辅助/自动驾驶系统功能。

[0061] 在本实施方案中,根据由驾驶员辅助系统实现的以下方法来计算精细地理定位位

置。精细地理定位位置具有比粗略地理定位测量值26更小的不确定性,因此比粗略地理定位测量值26更可靠。具体地讲,精细地理定位位置可具有较小的纵向不确定性和/或较小的横向不确定性。

[0062] 图5示出了第二自主车辆驾驶场景的示意性鸟瞰图。用相同的附图标号标出图5中(图4中也示出)的元件以避免重复。本文也将不重复这些元件的描述。

[0063] 图5中还示出了道路标志30,该道路标志是静态特征的第一示例。在图5中,标志30显示为平坦的(针对页面),然而这仅是为了便于表示。应当理解,标志30旨在表示以常规道路标牌的方式实际上从道路所在的地面上向上突出的标志。

[0064] 标志30位于邻近道路23的位置处。应当理解,标志30可直接位于道路23的边缘,或者可从道路23的边缘横向设置回去。在后一种情况下,在标志30和最外车道之间可存在旨在用于一般交通使用的“硬肩部”或紧急车道。

[0065] 作为静态特征的示例,道路标志可另选地位于例如头上方的路标架上,或道路标志通常位于任何其他便利位置—重要的是,静态特征对于安装到自主车辆22的传感器是可见的,如将在下文更详细地描述。

[0066] 图6示出了第二自主车辆驾驶场景的示意性鸟瞰图。用相同的附图标号标出图6中所示(也在图5中示出)的元件以避免重复。本文也将不重复这些元件的描述。

[0067] 如图6所示,车道24、25由分离的道路标记31描述。分离道路标记31具有虚线部分32和实线部分33。线标记过渡点34是在虚线部分32和实线部分33之间存在过渡的位置。在图6的示意图中,当自主车辆22沿最右车道25行驶时,自主车辆22在遇到虚线部分32之前遇到实线部分33。然而,应当理解,情况可能相反,即,自主车辆22可遇到过渡到实线部分33的虚线部分32。实际上,如果自主车辆22沿着道路23在最左车道24在相反方向上行驶,则恰好会发生这种情况。

[0068] 在任一种情况下,线标记过渡点34是对安装到自主车辆11的传感器可见的静态特征的第二示例。

[0069] 除了适用于该实施方案的静态特征的这两个具体示例(标志30和线标记过渡点34)之外,还存在许多其他合适的静态特征。

[0070] 例如,邻近道路的广告牌、桥梁、隧道入口、建筑物或其他地标将全部适用作静态特征。

[0071] 此外,在道路上形成的其他视觉上可识别的道路标记特征也是合适的静态特征。例如,线性道路标记的汇合点、线性道路标记的发散点或从第一道路标记方案到不同的第二道路标记方案的过渡点。

[0072] 单个道路标记的起点和/或终点也可用作静态特征。例如,虚线车道标记部分可以常规方式构成多个连续线性虚线。每个线性虚线(形成单个道路标记)可具有虚线起点和虚线终点。在此上下文中,词语“开始”和“结束”是在行驶的自主车辆遇到虚线的两个终点的顺序的意义上使用的。根据本发明,(具体虚线的)虚线起点和虚线终点中的每一者可用作静态特征。此外,当沿道路行驶时自主车辆遇到虚线时,多条虚线的虚线起点和虚线终点中的每一者可用作静态特征。

[0073] 自主车辆22包括相机系统。相机系统可包括单照相机(即,一个视点)或立体照相机(即,两个视点)。也可使用具有两个以上的视点的相机系统。相机系统是传感器10的另一

个示例。

[0074] 通常,使用相机系统来产生自主车辆22遇到的场景的至少一个图像。相机系统的相机通常可为面向前的(对应于车辆的正常向前驾驶方向),因此当自主车辆22沿道路行驶时,相机系统可形成静态特征30、34位于其中的场景的图像。通过对图像中的静态特征30、34的视觉外观进行至少一次测量,该实施方案被配置为计算静态特征相对于自主车辆22的位置。此类测量可包括在图像中检测到的静态特征30、34的表观位置、角度尺寸和/或形状。该系统可包括对静态特征30、34的标准、真实世界、尺寸和/或形状的了解。

[0075] 除了用于该相对位置计算使用单个图像之外,还可使用来自相机系统的图像序列来确定静态特征30、34的相对位置。这可允许更准确地确定静态特征30、34相对于自主车辆22的位置,因为在自主车辆22移动时,静态特征30、34的表观位置、尺寸和/或形状将在相机系统的视图中变化。

[0076] 已在来自或使用相机系统的图像(或图像序列)中识别出,因此在地图中识别出静态特征30、34。地图包括该静态特征30、34的真实世界位置。此类真实世界位置可包括静态特征30、34的纬度和经度。该地图可以是所谓的高清晰度地图,其包括比简单地图更多的信息。以下描述了在地图中识别静态特征30、34的这一过程。

[0077] 地图可存储在上述非易失性数据存储设备中。另选地,可经由互联网访问地图数据。另选地,可例如以缓存内容的方式将地图数据部分地存储在非易失性存储设备或ECU存储器21中。

[0078] 粗略GPS测量值26以及任选地粗略GPS测量值的不确定性27用于限定在其中搜索静态特征30、34的地图的子区域。地图的子区域可以是粗略GPS测量值26的不确定性/方差27,或者可以使用不确定性/方差27来限定。在图5和图6中,地图的子区域可因此对应于由不确定性27限制的区域。

[0079] 在地图的子区域内,系统被配置为搜索静态特征30、34的唯一识别的记录。例如,如果在子区域内发现静态特征30、34的两个不同的潜在匹配的两个记录,则可能无法在地图中识别这两个记录中的哪一者对应于由相机系统识别或来自相机系统的静态特征30、34。如果无法在地图的子区域中唯一地识别检测到的静态特征30、34,则系统可等待预定的时间段,然后再次尝试处理步骤。随着预定的时间段已经过去,相机系统可见的场景将随着自主车辆22沿着道路移动而改变,并且不同的静态特征30、34可处于相机系统的视场中。然后可针对另外的静态特征30、34重复上述方法。

[0080] 尤其是对于作为潜在静态特征的虚线起点和/或虚线终点,可能无法在地图的子区域中找到起点和/或终点的唯一识别的记录。在这种情况下,主要静态特征可用于初始化自主车辆的位置,这使得能够检测和测量次要静态特征。换句话说讲,当自主车辆在主要静态特征之间行驶时,次要静态特征的检测和测量支持对于自主车辆导出的位置。当自主车辆沿着道路行驶时,与次要静态特征的出现相比,主要静态特征的出现可能是相对罕见的。换句话说讲,主要静态特征可以是相对罕见的静态特征,例如道路标志或车道标记过渡点。次要静态特征可以是相对常见的静态特征,例如虚线起点和/或终点。

[0081] 两个或更多个静态特征30、34可由相机系统识别和测量。例如,如果相机系统同时检测和测量两个静态特征30、34,则与单个静态特征相比,在地图的子区域内找不到对应于这两个静态特征30、34的唯一记录对的可能性降低。当然,更多数量的静态特征30、34将进

一步降低不能唯一地识别位于子区域内的静态特征30、34的组合的可能性。如相机系统所观察到的,静态特征之间的较大角间距也实现了提高的准确度。该系统可被配置为识别具有最大角间距的静态特征。

[0082] 在存在两个或更多个静态特征30、34的情况下,它们可包括不同类型的静态特征—例如,第一静态特征可以是线标记过渡34,并且第二静态特征可以是道路标志30。

[0083] 当在地图的子区域中唯一地识别静态特征时,则从地图收集每个静态特征30、34的真实世界位置。因此,系统已知每个静态特征30、34的真实世界位置。

[0084] 图7示出了图6中所示的场景的放大视图。用相同的附图标号标记图7中所示(也在图6中示出)的元件以避免重复。本文也将不重复这些元件的描述。图7中仅示出了不确定性27的一部分。

[0085] 从地图收集已在地图的子区域中唯一地识别的线标记过渡点34的真实世界位置。如上所述,使用线标记过渡点34的视觉外观的测量值来计算自主车辆22和线标记过渡34的相对位置。

[0086] 顺便一提,将显而易见的是,该实施方案使用自主车辆22上的预定的固定点作为其参照系的原点。在这种情况下,原点被视为自主车辆22的中心,如图7所示。然而,应当理解,原点的选择是数学上的便利,并且实际上是不合理的。

[0087] 在任何情况下,在图7中,自主车辆22和线标记过渡34之间的相对位置被分解成横向分量35和纵向分量36。因此,通过使用线标记过渡34的真实世界位置以及自主车辆22和线标记过渡34的相对位置(根据线标记过渡34在自主车辆22上的相机系统中的出现计算)来计算自主车辆22的位置。这称为自主车辆22的位置的“静态特征测量值”。

[0088] 在识别两个或更多个静态特征30、34的情况下,可针对静态特征30、34中的每一者导出自主车辆22的位置的静态特征测量值。此类测量值可组合以形成对自主车辆22的位置的单个组合静态特征测量值。

[0089] 在该方法的这一阶段,通过两种独立的方法了解自主车辆22的位置。第一种是使用GPS接收器进行粗略地理定位测量;第二种是使用相对于静态特征30、34的位置(其真实世界位置在地图中是已知的)的自主车辆位置而计算的位置。通常,这些位置中的后者比前者更准确。然而,无论这两种方法的准确性如何,由于已经进行了两次独立的位置测量,因此这些测量值可组合(或“融合”)以形成精细地理定位位置。精细地理定位位置可比其中形成该位置的任何一个测量更准确。可通过将使用相对于静态特征的自主车辆位置计算的位置作为自主车辆的状态的测量值(对应于自主车辆的粗略位置测量值)并入到自主车辆的状态中来执行位置的融合。此类融合可通过使用卡尔曼滤波器来更新自主车辆的状态以结合使用相对于静态特征的自主车辆位置计算的位置来实现。卡尔曼滤波器可以是无迹卡尔曼滤波器。有关更多细节,参见关于图8的讨论。

[0090] 然后可将精细地理定位位置用于各种下游驾驶辅助设备或用于自动驾驶系统/功能。

[0091] 在自主车辆22沿道路行驶时,可重复执行精细地理定位位置确定。因此,通过用在自主车辆22沿着道路行驶时计算的自主车辆22的位置的静态特征测量值来不断更新该位置,可维持用于系统中的自主车辆的精确地理定位。

[0092] 在不存在来自静态特征30、34或静态特征30、34之间的进一步位置测量输入的情

况下,行驶的每车辆长度的自主车辆22的位置的准确性可能有偏差。此类偏差可为例如与真实世界位置之间的1-2%的位置的偏差。在较早的时间使用惯性测量单元(IMU)和精细地理定位位置作为起点,系统可通过使用来自IMU的车辆的运动的测量值,在稍后计算自主车辆的后续位置。IMU是传感器10的另一个示例。

[0093] 使用IMU确定的稍后位置测量值也可以和自主车辆的位置的静态特征测量值相同的方式与粗略地理定位测量值融合。同样,IMU的此类使用可改善驾驶员辅助系统的地理定位测量性能。

[0094] 通过包括IMU功能性,系统也更具弹性,因为如上所述,即使在不存在要测量和使用的静态特征的情况下,也可保持自主车辆22的精确地理定位。IMU可测量(例如)自主车辆22的偏航速率和/或速度,其可用于计算自从上次地理定位测量以来自主车辆22已移动的位置。

[0095] 图8示出了根据本发明的实施方案的示意性方法。

[0096] 在图8的方法中,将由相机系统识别和测量的任何和所有检测到的静态特征转换为地图坐标。对于每个检测到的静态特征,使用自主车辆状态 \hat{x}_k 的当前状态以及所检测到的静态特征相对于自主车辆的位置来执行该转换。自主车辆状态 \hat{x}_k 包括至少:

[0097] • 粗略地理定位测量的纬度 Lat_{GPS} ;

[0098] • 粗略地理定位测量的经度 $Long_{GPS}$;和

[0099] • 粗略地理定位测量的朝向 α_{GPS} 。

[0100] 然后,确定在地图子区域内仅识别一个(即,最多一个)静态特征,还是不止一个静态特征。地图的子区域可对应于自主车辆状态的方差。

[0101] 如果只有静态特征位于地图的方差区域中,并且特征类型与检测到的和测量的静态特征匹配,则采用“是”路径。特征类型的匹配意味着检查相机检测到的特征的类型以及地图中该特征的潜在匹配。例如,如果相机检测到道路标志,则检查在地图的子区域中仅存在一个类型等于“道路标志”的静态特征。然后使用无迹卡尔曼滤波器来更新自主车辆的状态以结合从静态特征和地图的测量中导出的自主车辆的位置的静态特征测量值。还基于使用无迹卡尔曼滤波器的预测模型来对自主车辆的未来状态进行预测。

[0102] 根据该方法,状态被精细化以包括每次唯一识别静态特征时的从静态特征导出的位置测量值。也可同时精细化状态的协方差。本发明人已注意到,在这种情况下,无迹卡尔曼滤波器尤其可用作状态估计器。这是因为从当前或先前状态预测系统的未来状态所需的高度非线性状态观察和转换模型。无迹卡尔曼滤波器能够描述高度非线性的系统而不会引入大的误差。

[0103] 如果有不止一个静态特征位于地图的方差区域中,或者只有一个静态特征,但它与检测到的静态特征的类型不匹配,则采用“否”路径。然后基于使用无迹卡尔曼滤波器的预测模型来对自主车辆的状态进行预测。然而,在这种情况下,没有从静态特征的测量值导出的自主车辆的位置的静态特征测量值是可用的,因此不将其并入到自主车辆的状态中。

[0104] 然而,应当理解,将自主车辆的位置的静态特征测量值结合到自主车辆的状态中可提高状态的准确性并且可减小状态的方差的大小。用于识别静态特征的地图子区域可对应于状态的方差。因此,继而,通过在状态中进行和包括自主车辆的位置的静态特征测量来使地图的子区域变小。子区域的尺寸的这种减小意味着提高了更常见的静态特征可能在地

图的子区域中唯一地识别的可能性。

[0105] 例如,可通过检测和测量主要静态特征,例如相对罕见的静态特征(诸如道路标志或线标记过渡)来初始化对自主车辆的状态的粗略测量(由GPS测量)。如上所述,这提高了自主车辆的状态的准确性并且减小了状态的方差的大小,从而减小了地图的用于在其中搜索静态特征的子区域的尺寸。继而,这可允许检测和测量次要静态特征(例如相对常见的静态特征)以进一步精细化自主车辆的状态。例如,相对常见的静态特征可以是虚线起点和/或虚线终点。

[0106] 因此,在检测和测量主要静态特征(例如相对罕见的静态特征)之间,可能使用次要静态特征(例如相对常见的静态特征)来改善并保持状态的准确性。

[0107] 上述相对罕见和相对常见的静态特征的相对罕见性和常见性是指在自主车辆沿特定道路行驶时,自主车辆遇到所述静态特征的可能性。静态特征的罕见性/常见性是相对于彼此的。相对常见的静态特征具有比相对罕见的静态特征更高的相对发生率。换句话说讲,沿着特定的道路延伸,与自主车辆期望经过相对罕见的静态特征相比,自主车辆将更期望经常经过相对常见的静态特征。例如,相对常见的静态特征可包括单个道路标记的开始和/或结束;相对罕见的常见特征可包括道路标志和/或线标记过渡点。例如,线性虚线的虚线起点和/或虚线终点可位于彼此相距几米的位置,而道路标志可位于彼此相距几百米的范围内。因此,单个道路标记的开始和/或结束将对应于相对常见的静态特征;道路标志将对应于相对罕见的静态特征。

[0108] 当用于本说明书和权利要求书中时,术语“包括(comprises)”和“包括(comprising)”以及其变型是指包括指定的特征、步骤或整数。术语不应解释为排除其他特征、步骤或整数的存在。

[0109] 在前述说明书或随后的权利要求书或附图中公开的、以其特定形式或者以用于执行所公开的功能的装置或用于获得所公开结果的方法或过程的方式表达的特征,可以单独地或以此类特征的任何组合用于以其各种形式实现本发明,视情况而定。

[0110] 虽然结合上述示例性实施方案描述了本发明,但是当给出本公开时,许多等同的修改形式和变型对于本领域的技术人员将是显而易见的。因此,上述本发明的示例性实施方案被认为是示例性的而非限制性的。在不脱离本发明的实质和范围的情况下,可对所述实施方案作出各种改变。

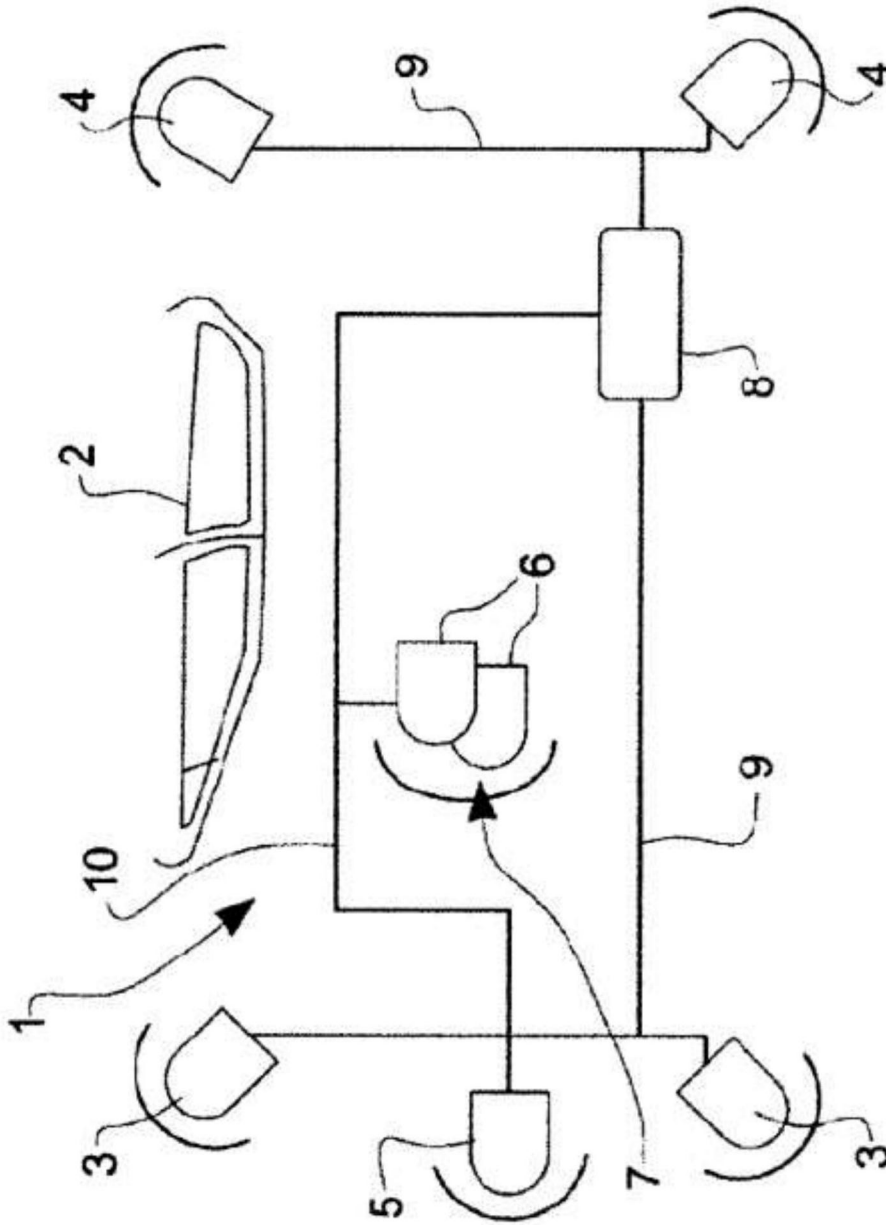


图1

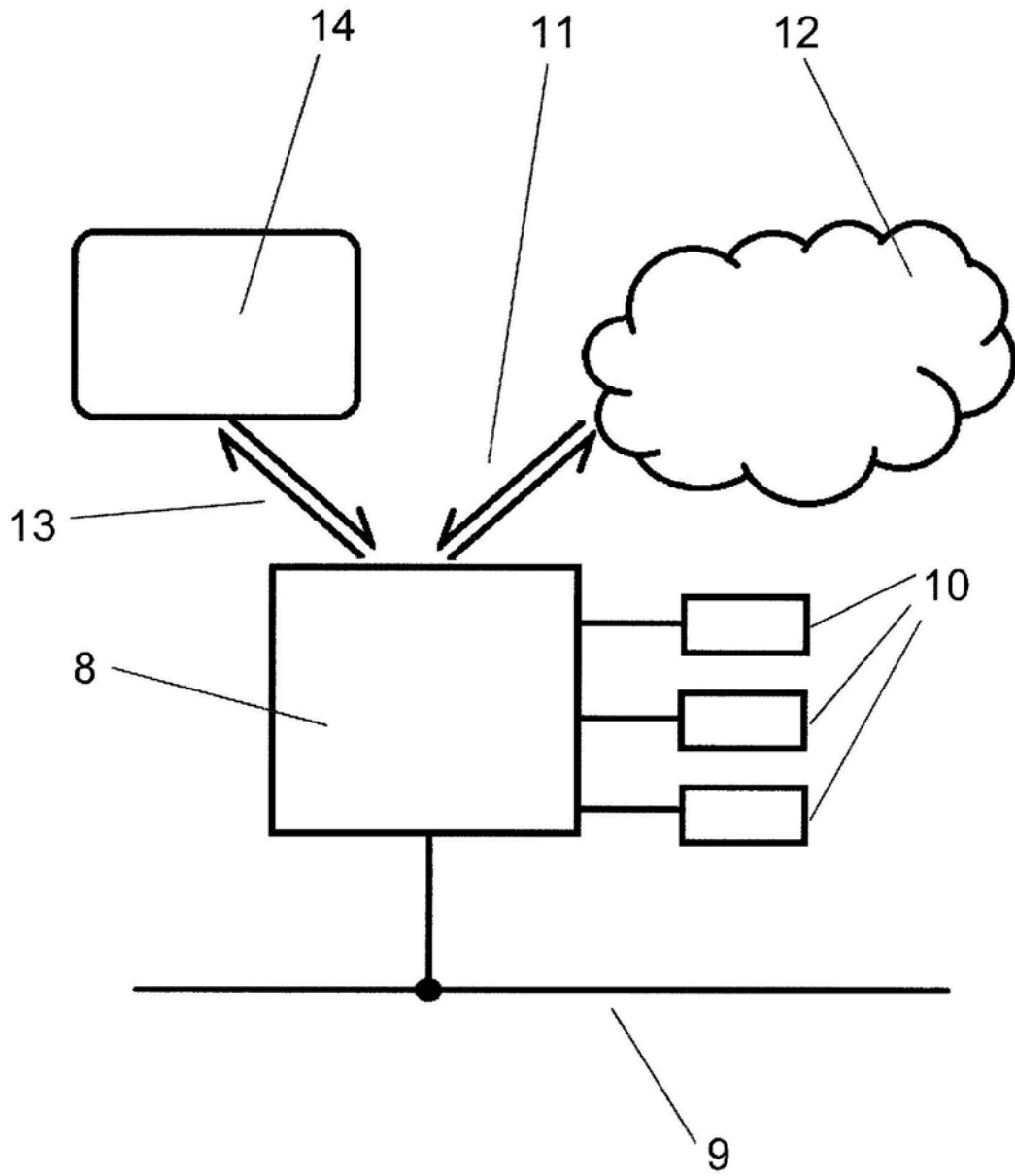


图2

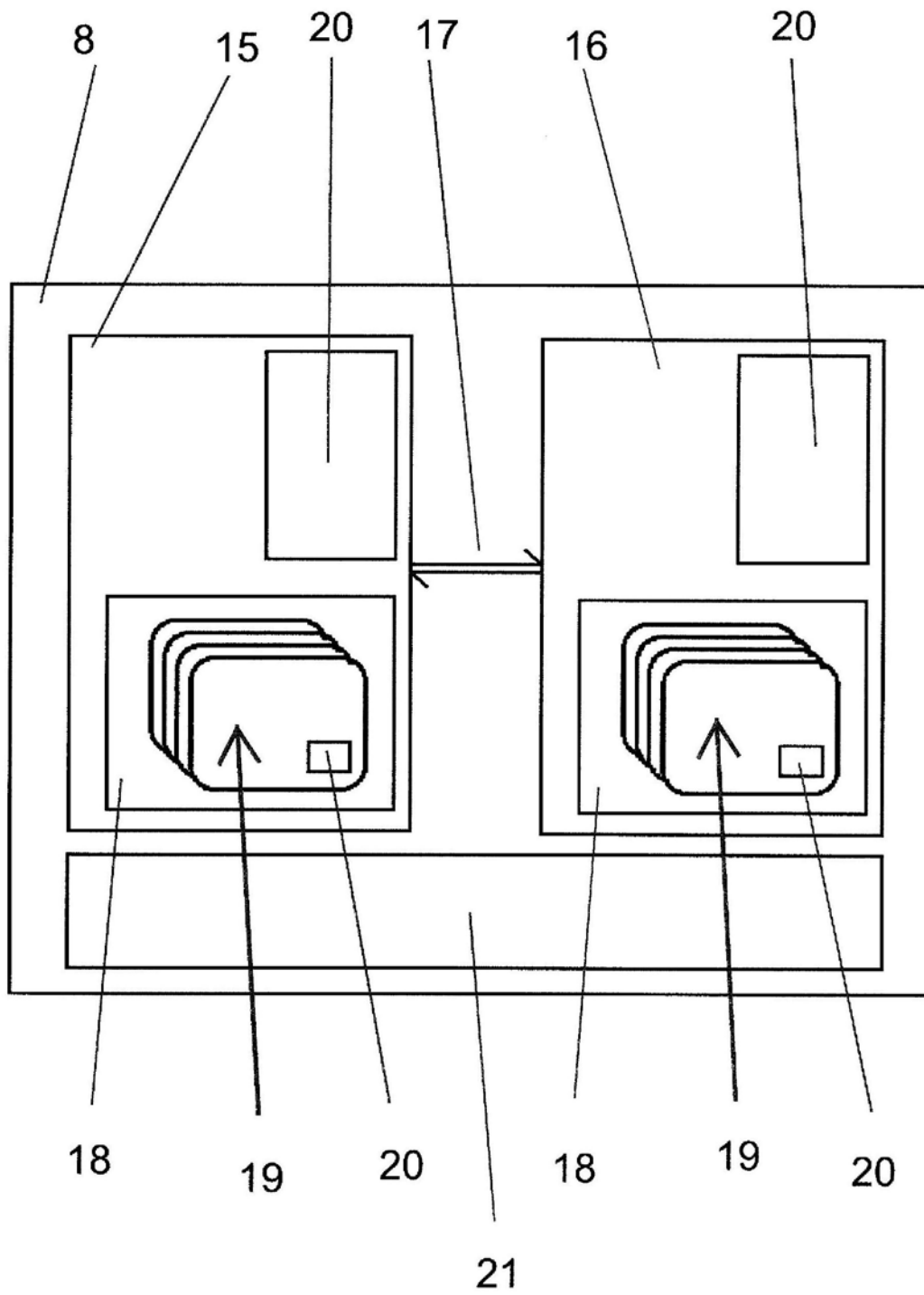


图3

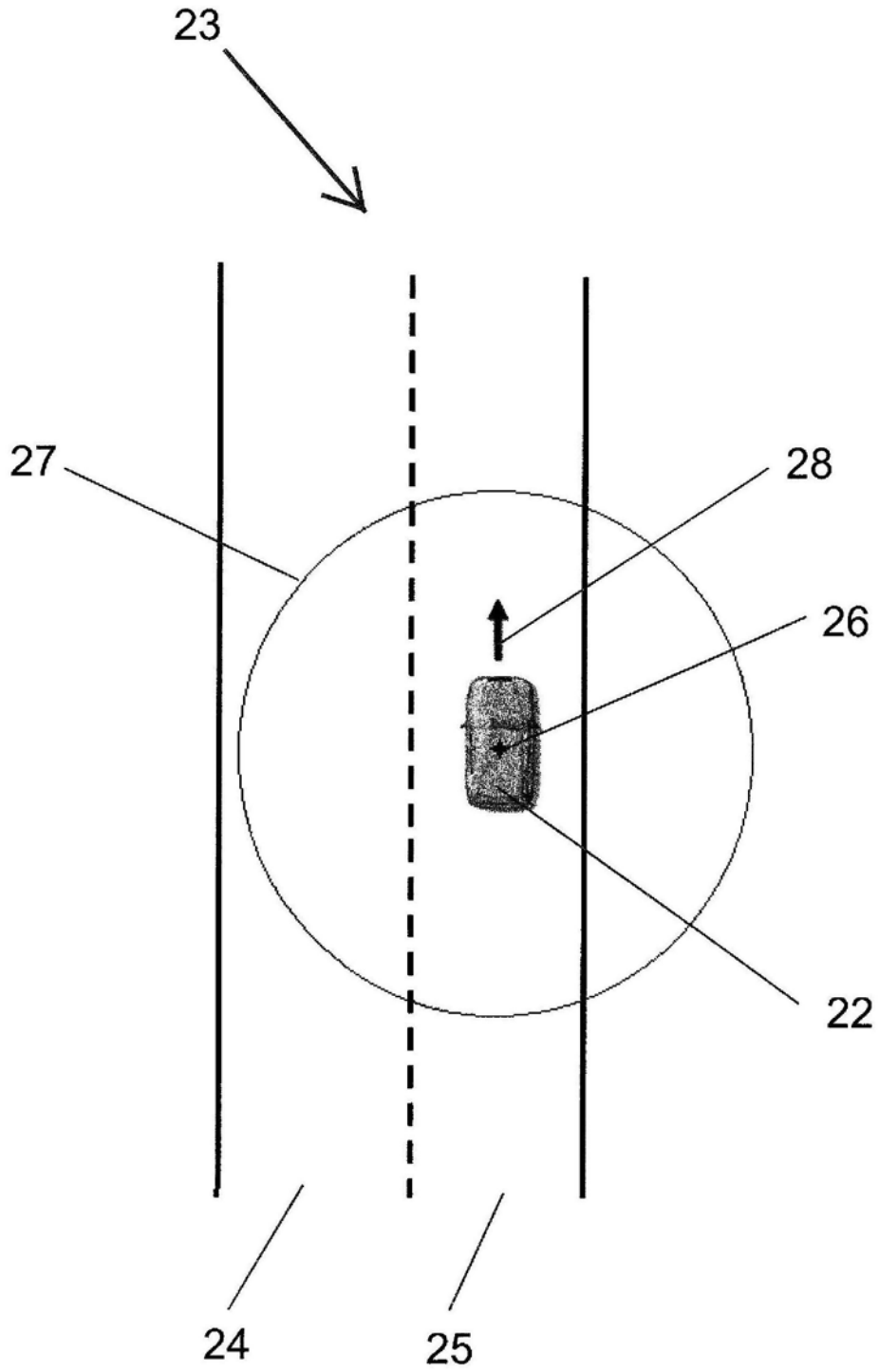


图4

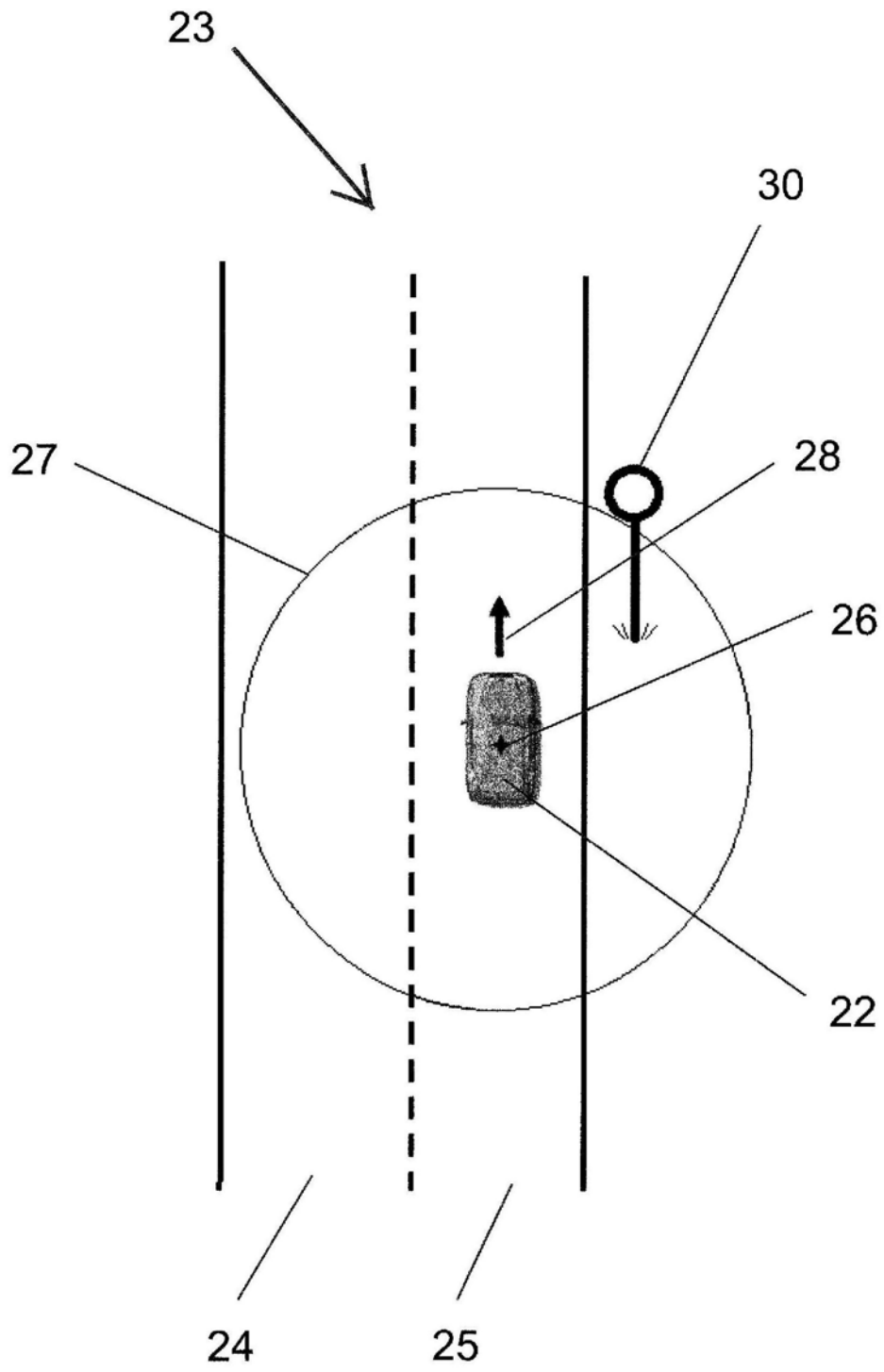


图5

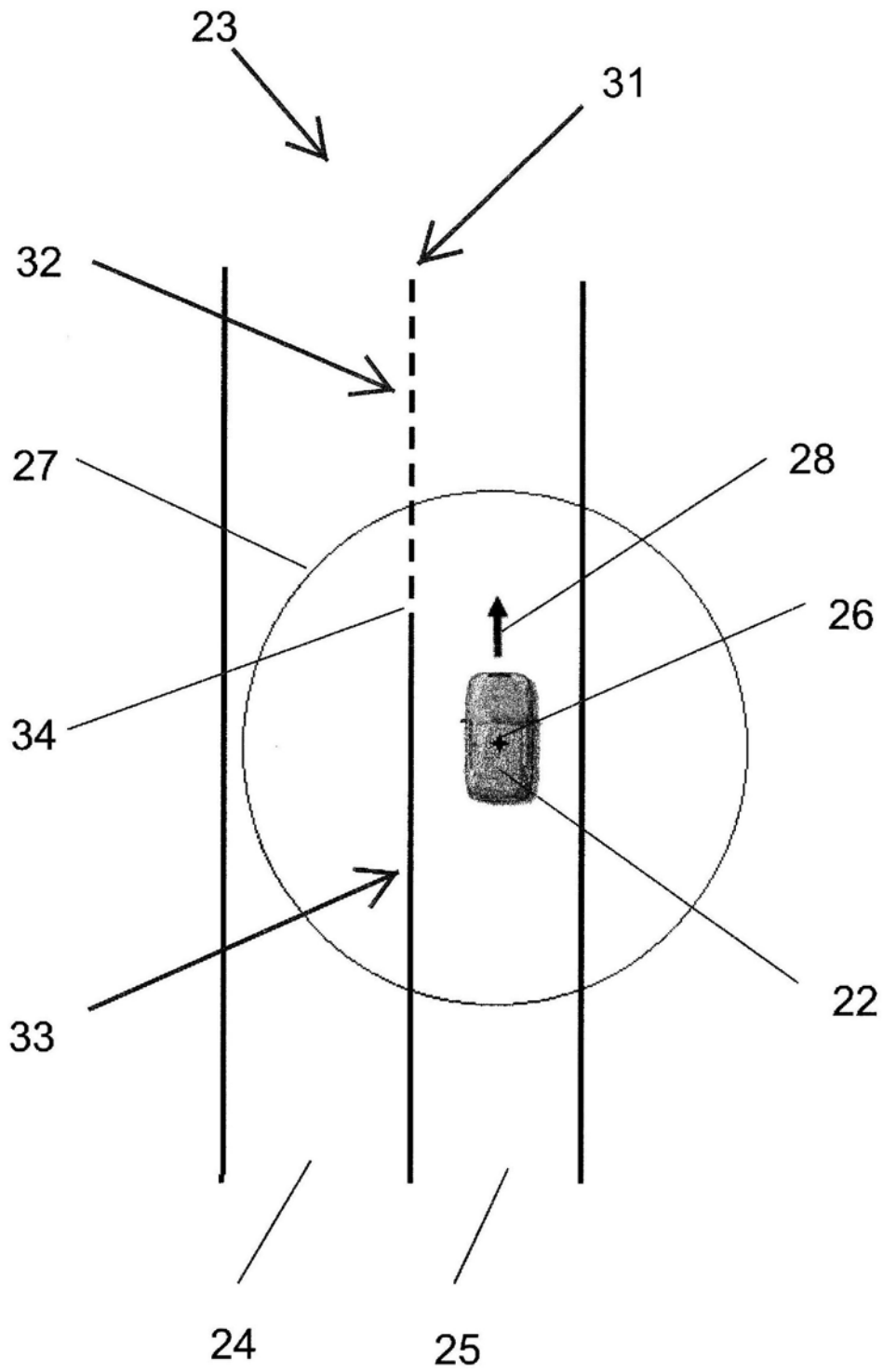


图6

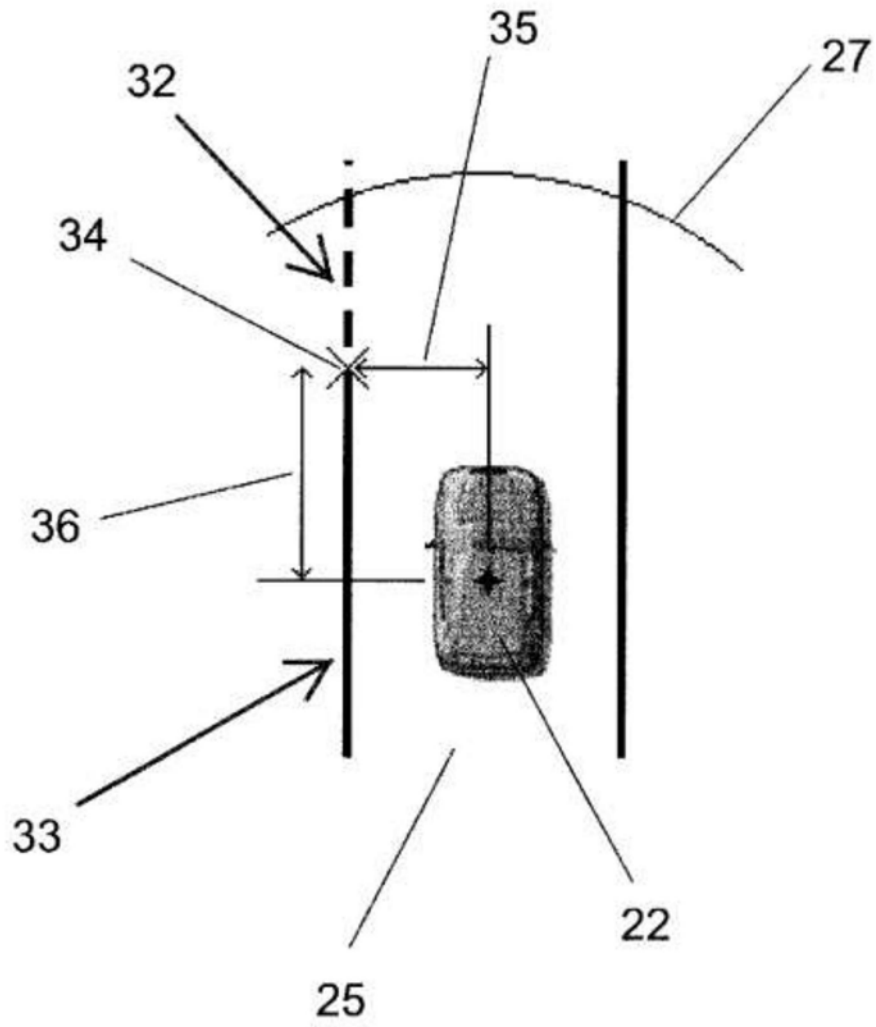


图7

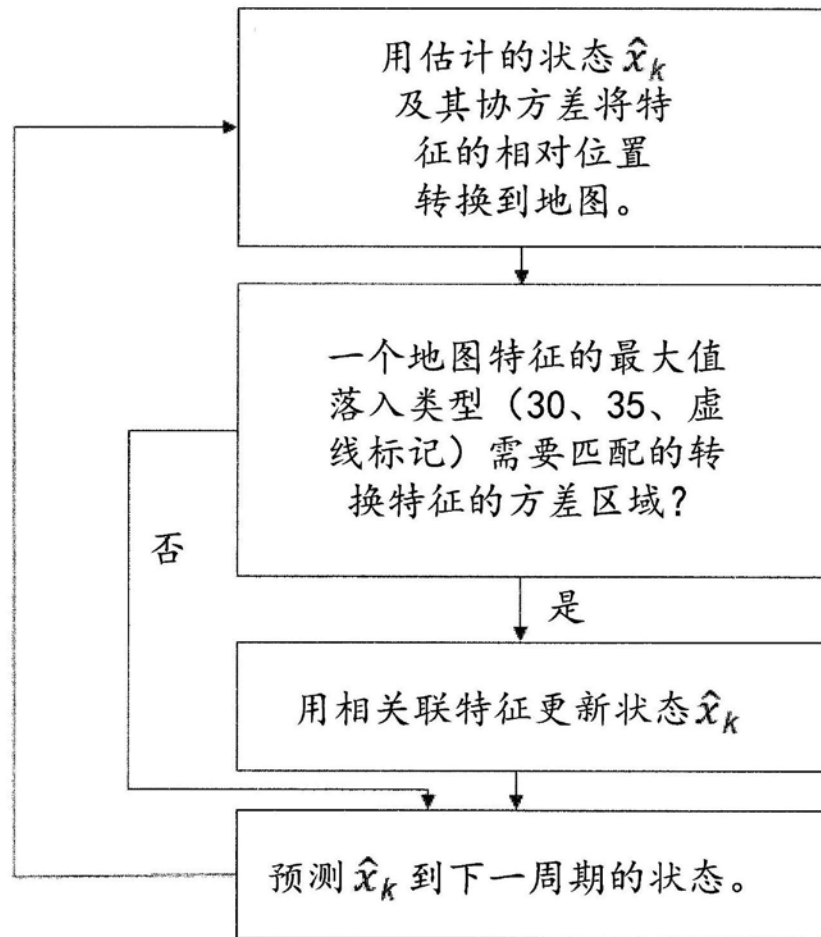


图8