



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115393544 A

(43) 申请公布日 2022. 11. 25

(21) 申请号 202210568703.9

(22) 申请日 2022.05.24

(30) 优先权数据

21175739.8 2021.05.25 EP

(71) 申请人 APTIV技术有限公司

地址 巴巴多斯圣迈克尔

(72) 发明人 M·罗泽维奇 K·科格特

J·波尔贝斯基

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

11127

专利代理师 师玮 党晓林

(51) Int.Cl.

G06T 17/20 (2006.01)

B60W 50/00 (2006.01)

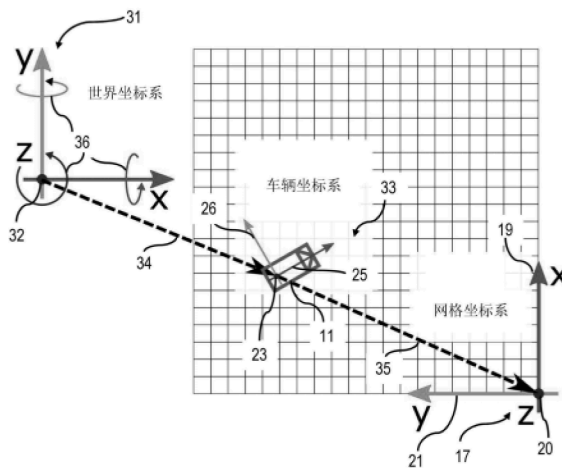
权利要求书2页 说明书12页 附图8页

(54) 发明名称

相对于车辆位置来布置网格结构的方法和装置

(57) 摘要

相对于车辆位置来布置网格结构的方法和装置。确定车轮的初始位置和移动状态。定义物理网格和逻辑网格。该物理网格相对于地固坐标系来指定网格单元格的空間位置,并且该逻辑网格在存储器内表示所述单元格。相对于初始车辆位置来确定物理网格的初始布置。在物理网格与逻辑网格之间定义映射,并且在逻辑网格的边缘之间定义环面互连。基于车轮的移动状态来确定对车辆位置的修改。通过应用环面互连,基于对车辆位置的修改来确定修正的逻辑网格。通过映射修正的逻辑网格来确定物理网格的当前布置。



1. 一种相对于宿主车辆(11)的位置(23)来布置网格(13)的计算机实现方法,其中,所述网格(13)包括预定数量的单元格(15),所述方法包括以下步骤:

经由车辆状态传感器(38),在地固坐标系(31)中确定所述宿主车辆(11)的初始位置(23)和移动状态,经由所述宿主车辆(11)的处理单元(39):

定义物理网格(61),所述物理网格相对于所述地固坐标系(31)来指定所述网格(13)的所述单元格(15)的空间位置;

在所述宿主车辆(11)的所述处理单元(39)的存储器内定义逻辑网格(63),所述逻辑网格表示所述网格(13)的所述单元格(15);

相对于所述宿主车辆(11)的所述初始位置,确定所述物理网格(61)的初始布置;

定义所述物理网格(61)与所述逻辑网格(63)之间的映射;

定义所述逻辑网格(63)的边缘之间的环面互连(51);

基于所述宿主车辆(11)的所述移动状态,相对于所述地固坐标系(31)并且相对于所述物理网格(61),确定对所述宿主车辆(11)的所述位置(23)的修改;

通过在所述逻辑网格(63)的所述边缘之间应用所述环面互连(51),基于对所述宿主车辆(11)的所述位置(23)的修改,确定修正的逻辑网格(63);以及

基于所述修正的逻辑网格(63)的所述映射,确定所述物理网格(61)相对于所述宿主车辆(11)的当前布置。

2. 根据权利要求1所述的计算机实现方法,其中,所述物理网格(61)具有相对于所述地固坐标系(31)的固定取向。

3. 根据权利要求1或2所述的计算机实现方法,其中,所述环面互连(51)使所述逻辑网格(63)的彼此相反的边缘相关。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的计算机实现方法,其中,所述环面互连(51)是在二维坐标系中实现的。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的计算机实现方法,其中,相对于所述物理网格(61)对所述宿主车辆(11)的所述位置(23)的修改取决于预定定位功能,所述预定定位功能指定所述宿主车辆(11)在所述物理网格(61)中的希望位置。

6. 根据权利要求5所述的计算机实现方法,其中,所述预定定位功能在所述物理网格(61)中提供所述宿主车辆(11)的固定位置。

7. 根据权利要求5所述的计算机实现方法,其中,所述预定定位功能取决于所述宿主车辆(11)的由所述车辆状态传感器(38)确定的速度和/或偏航率。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的计算机实现方法,其中,

在所述逻辑网格(63)中定义虚拟坐标系(65),

所述虚拟坐标系(65)的原点(67)对应于所述物理网格(61)中的参考位置(68),并且

所述虚拟坐标系(65)的所述原点(67)根据对所述宿主车辆(11)的所述位置的修改,从初始偏移位置移位至当前偏移位置(67')。

9. 根据权利要求8所述的计算机实现方法,其中,基于所述虚拟坐标系(65)的所述原点(67)的所述初始偏移位置和所述当前偏移位置(67')来标识所述逻辑网格(63)中的待更新单元格。

10. 根据权利要求9所述的计算机实现方法,其中,所述虚拟坐标系(65)的所述原点

(67)的所述初始偏移位置和所述当前偏移位置(67')指定所述逻辑网格(63)的待更新的行和列。

11.根据权利要求1至10中任一项所述的计算机实现方法,其中,

所述物理网格(61)是相对于网格坐标系(17)定义的,

关于所述宿主车辆(11)当前所位于的单元格(15)来计算所述宿主车辆(11)的所述位置(23)的、在所述网格坐标系(17)中定义的校正,并且

所述校正至少部分地取决于所述宿主车辆(11)在所述地固坐标系(31)中的所述初始位置与当前位置的差异。

12.根据权利要求1至11中任一项所述的计算机实现方法,其中,

所述车辆状态传感器(38)包括全球定位系统(GPS)和/或惯性测量单元(IMU),所述GPS和/或IMU用于相对于所述地固坐标系(31)来确定所述宿主车辆(11)的所述位置(23),和/或

相对于所述地固坐标系(31)对所述宿主车辆(11)的所述位置(23)的修改是利用卡尔曼滤波器确定的。

13.一种相对于宿主车辆(11)的位置(23)来布置网格(13)的装置(37),其中,所述网格(13)包括预定数量的单元格(15),所述装置包括:

至少一个车辆状态传感器(38),所述至少一个车辆状态传感器被配置成在地固坐标系(31)中检测所述宿主车辆(11)的初始位置(23)和所述宿主车辆(11)的移动状态;以及

处理单元(39),所述处理单元(39)被配置成:

定义物理网格(61),所述物理网格相对于所述地固坐标系(31)来指定所述网格(13)的所述单元格(15)的空间位置;

在所述宿主车辆(11)的处理单元的存储器内定义逻辑网格(63),所述逻辑网格表示所述网格的所述单元格(15);

相对于所述宿主车辆(11)的所述初始位置,确定所述物理网格(61)的初始布置;

定义所述物理网格(61)与所述逻辑网格(63)之间的映射;

定义所述逻辑网格(63)的边缘之间的环面互连(51);

基于所述宿主车辆(11)的所述移动状态,相对于所述地固坐标系(31)并且相对于所述物理网格(61)来确定对所述宿主车辆(11)的所述位置(23)的修改;

通过在所述逻辑网格(63)的所述边缘之间应用所述环面互连(51),基于对所述宿主车辆(11)的所述位置(23)的修改来确定修正的逻辑网格(63);以及

基于所述修正的逻辑网格(63)的所述映射,确定所述物理网格(61)相对于所述宿主车辆(11)的当前布置。

14.一种计算机系统,所述计算机系统被配置成执行根据权利要求1至12中至少一项所述的计算机实现方法。

15.一种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执行根据权利要求1至12中至少一项所述的计算机实现方法的指令。

相对于车辆位置来布置网格结构的方法和装置

技术领域

[0001] 本公开涉及相对于宿主车辆(host vehicle)的位置来布置网格结构(例如,占用网格(occupancy grid))的方法和装置。

背景技术

[0002] 高级驾驶员辅助系统(ADAS)支持宿主车辆的驾驶员更安全且舒适地驾驶车辆。为了正确地执行并且由于安全理由,需要监测宿主车辆的环境以便例如确定宿主车辆的车道中的未占用空间。

[0003] 为了确定宿主车辆的这种未占用空间,已经开发了所谓的占用网格技术,该技术分析车辆前方的由网格定义的单元格(cell)的状态,即,网格的相应单元格是被占用、部分被占用、被遮蔽还是未占用的。

[0004] 通常,占用网格用于将车辆环境的地图表示为均匀地间隔开的单元格场。各个单元格包括提供在该单元格的位置处存在障碍物的概率的随机变量。占用网格算法计算该随机变量的近似的后验估计。

[0005] 为了应用由占用网格提供的信息,必须假定宿主车辆的相对于占用网格的位置是已知的。因此,当宿主车辆正在移动时,需要随时间确定和跟踪宿主车辆的相对于占用网格的位置。在宿主车辆移动期间,在某些条件下,例如在宿主车辆将要离开占用网格之前,也需要移动占用网格并更新其单元格。

[0006] 例如,宿主车辆可以在某一初始位置开始,并且在当前占用网格上移动和/或旋转,直到其到达距初始位置的预定义距离。在到达该距离之后,宿主车辆被移位至其在占用网格中的初始位置,并因此,占用网格的原点必须被移动至相对于与宿主车辆的移动无关的地固坐标系(earth-fixed coordinate system)的新位置。

[0007] 然而,占用网格的这种移动或移位需要每次在需要这种移位时移位大量单元格。由于移位通常是在达到预定距离时进行的,因此执行移位时的时间不是确定的。因此,需要相当大的网格。总之,用于相对于占用网格来定位宿主车辆并且用于跟踪其位置的已知方法需要关于存储器大小以及存储器中的复制操作(即,关于计算工作量)的高要求。

[0008] 因此,需要一种相对于宿主车辆来布置占用网格的方法和装置,其需要较低计算工作量。

发明内容

[0009] 在一个方面,本公开致力于一种相对于宿主车辆的位置来布置网格的计算机实现方法。该网格包括预定数量的单元格。根据所述方法,经由车辆状态传感器,在地固坐标系中确定宿主车辆的初始位置和移动状态。经由处理单元定义物理网格,该物理网格相对于地固坐标系来指定所述网格的单元格的的空间位置,并且在宿主车辆的处理单元的存储器内定义逻辑网格,该逻辑网格表示所述网格的单元格。相对于宿主车辆的初始位置,确定物理网格的初始布置。在物理网格与逻辑网格之间定义映射,并且在逻辑网格的边缘之间定义

环面互连(torus interconnection)。基于宿主车辆的移动状态,相对于地固坐标系并且相对于物理网格,确定对宿主车辆的位置的修改。通过在逻辑网格的边缘之间应用环面互连,基于对宿主车辆的位置的修改来确定修正的逻辑网格。基于修正的逻辑网格的映射,确定物理网格相对于宿主车辆的当前布置。

[0010] 可以将所述方法应用至与车辆的环境相关的任何网格模型。例如,网格可以是包括多个单元格的占用网格,并且各个单元格皆表示由相应单元格的边界限制的空间部分的占用状态。占用状态可以是二元随机变量(概率)、基本置信指派、或者某一其它形式的占用表示。基本置信指派是指广义概率理论,即,被指派给网格的值可能不只是概率,这导致了基于例如使用基本置信指派而不是概率的Dempster-Shafer证据理论的动态占用网格。

[0011] 宿主车辆的位置是由车辆上的预定位置给出的,例如,在宿主车辆的后车轴的中心处或者在宿主车辆的重心处。通常,可以将车辆中任何地方所指定的参考点用作宿主车辆的位置。宿主车辆可以相对于宿主车辆在网格内的位置旋转。通常,地固坐标系是在空间中的某点处具有固定原点的三维右手坐标系,并且相对于该点既不移动也不旋转。地固坐标系可以是基于全球定位的世界坐标系。然而,在没有全球定位的情况下,递增的固定坐标也可以适合于执行所述方法。与此相反,网格是平面,在该平面中定义了用于布置网格的单元格的两个方向。换句话说,网格是二维实体。

[0012] 宿主车辆的移动状态可以包括在世界坐标系中宿主车辆的速度、加速度和/或偏航率。对宿主车辆的位置的修改是与宿主车辆的当前移动状态以及宿主车辆的不同于初始位置的当前位置相关的。通常,所述修改包括两个方面,即,车辆位置相对于地固坐标系的变化以及车辆位置相对于物理网格的变化。即,所述修改的两个方面可以彼此不同。

[0013] 按照物理网格相对于地固坐标系来指定单元格的的空间位置可以包括物理网格的原点,即,定义了物理网格的单元格的行和列的坐标系的原点,并且可以在地固坐标系中确定行和列的取向。

[0014] 逻辑网格的边缘分别是指逻辑网格的单元格的第一行至最后一行和第一列至最后一列。由于环面互连,当例如对在逻辑网格上定义的实体执行移位操作时,逻辑网格上的实体可以在逻辑网格的一个边缘处消失并且在逻辑网格的相反的边缘处再次显现。

[0015] 逻辑网格可以以预定时间间隔进行周期性更新。由于映射,还可以对物理网格进行周期性更新。因此,所述方法步骤同样可以进行周期性重复,其中,物理网格的初始位置和初始布置将被分别替换成先前时间点的、与当前位置和当前布置相对应的先前位置和先前布置。

[0016] 由于映射,在逻辑网格中正在被修正的单元格的行和列可以对应于在物理网格的一个或两个边缘处添加的单元格,同时可以将相反边缘处的单元格去除。因此,当修正逻辑网格时,可以使物理网格在空间中(即,相对于地固坐标系)进行移位。

[0017] 当宿主车辆正在移动并且其位置被相应地修改时,可以至少部分地修正逻辑网格。然而,由于环面互连,例如与已知的移位方法相比,待修正单元格的数目较小。即,不需要复制整个网格。因此,仅需要少量操作来修正逻辑网格。因此,尽管在物理网格与逻辑网格之间需要映射,但是用于执行所述方法的计算工作量相当低。另外,对单元格的修正被直接连接至车辆的移动,因此是确定性的。

[0018] 所述方法可以包括以下特征中的一个或多个特征:

[0019] 物理网格可以具有相对于地固坐标系的固定取向。环面互连可以涉及逻辑网格的彼此相反的边缘。而且,环面互连可以以二维坐标系来实现。

[0020] 相对于物理网格对宿主车辆的位置的修改可以取决于预定定位功能,该预定定位功能可以指定宿主车辆在物理网格中的希望位置。预定定位功能可以提供宿主车辆在物理网格中的固定位置。另选地,预定定位功能可以取决于宿主车辆的、可以由车辆状态传感器确定的速度和/或偏航率。

[0021] 可以在逻辑网格中定义虚拟坐标系。虚拟坐标系的原点可以对应于物理网格中的参考位置,并且虚拟坐标系的原点可以根据对宿主车辆的位置的修改,从初始偏移位置移位至当前偏移位置。逻辑网格中的待更新单元格可以基于虚拟坐标系的原点的初始偏移位置和当前偏移位置来标识。虚拟坐标系的原点的初始偏移位置和当前偏移位置可以指定逻辑网格的要进行更新的行和列。

[0022] 可以相对于网格坐标系来定义物理网格,并且可以关于宿主车辆当前可能位于的单元格,针对该宿主车辆的位置来计算在网格坐标系中定义的校正。该校正可以至少部分地取决于宿主车辆在地固坐标系中的初始位置与当前位置的差异。车辆状态传感器可以包括全球定位系统(GPS)和/或惯性测量单元(IMU),以便相对于地固坐标系来确定宿主车辆的位置。相对于地固坐标系对宿主车辆的位置的修改可以通过使用卡尔曼滤波器来确定。

[0023] 根据实施方式,物理网格可以具有相对于地固坐标系的固定取向。即,在宿主车辆的移动期间,在地固坐标系与物理网格或定义了物理网格的网格坐标系之间可能没有旋转。换句话说,可以在地固坐标系的轴线与网格坐标系的轴线之间定义固定角度,该固定角度可以被用于定义物理网格的行和列。由于该固定取向,可以促进物理网格及其所容物的生成和解释。

[0024] 环面互连可以将逻辑网格的相反边缘彼此相关。因此,当逻辑网格被修正时,可以减少逻辑网格中的复制操作的数量。取而代之,可以仅更新单元格的索引。此外,该环面互连可以在二维坐标系中实现。即使更高维(例如,三维、2.5维)占用网格也可以使用二维环面互连,这可以减少这种网格的计算工作量。

[0025] 根据另一实施方式,相对于物理网格对宿主车辆的位置的修改可以取决于预定定位功能,该预定定位功能可以指定宿主车辆在物理网格中的希望位置。作为一个选项,预定定位功能可以提供宿主车辆在物理网格中的固定位置。另选地,预定定位功能可以取决于宿主车辆的、可由车辆状态传感器确定的速度和/或偏航率。

[0026] 例如,可以请求使希望位置靠近物理网格的中心,或者可以允许在希望位置与物理网格的中心之间有一些偏移。可以将该偏移定义为取决于速度的相应分量和/或取决于偏航率的二维向量。由于经由定位功能来指定希望位置,可以防止宿主车辆可能移动成靠近物理网格的边缘甚或消失。

[0027] 根据另一实施方式,可以在逻辑网格中定义虚拟坐标系,该虚拟坐标系可以具有与物理网格中的参考位置相对应的原点。虚拟坐标系的原点可以根据对宿主车辆的位置的修改,从初始偏移位置移位至当前偏移位置。例如,物理网格中的参考位置可以是物理网格的左下角或对应单元格。由于物理网格与逻辑网格之间的映射,虚拟坐标系在逻辑网格中的移位可以对应于整个物理网格的移位。由于虚拟坐标系可以根据宿主车辆的移动而移位,虚拟坐标系的移位可以确保物理网格跟随宿主车辆的移动,这是由于虚拟坐标系的原

点与参考位置的关系的缘故。

[0028] 逻辑网格的待更新单元格可以基于虚拟坐标系的原点的初始偏移位置和当前偏移位置来标识。虚拟坐标系的原点的初始偏移位置和当前偏移位置可以指定逻辑网格的要进行更新的行和列。

[0029] 因此,可以仅在受限区域中修正逻辑网格,受限区域的大小可以取决于例如宿主车辆的速度。因此,例如与可能需要大量复制操作的占用网格的移位方法相比,可以限制待更新单元格的数目,并且可以减少对逻辑网格和物理网格进行更新的工作量。为了更新物理网格中的单元格,可以仅在物理网格的边缘添加和删除单元格。

[0030] 根据另一实施方式,物理网格可以是相对于网格坐标系来定义的。详细地,物理网格的单元格的行和列可以沿着网格坐标系的轴线延伸。在网格坐标系中定义的校正可以关于宿主车辆当前可能位于的单元格,针对该宿主车辆的位置来计算。该校正可以至少部分地取决于宿主车辆在地固坐标系中的初始位置与当前位置的差异。

[0031] 由于宿主车辆的移动可以仅在物理网格中通过离散步长(step)来跟踪,因此该校正可以为宿主车辆在网格坐标系中的位置提供细化,这是因为网格的离散表示是通过一定数量的单元格的,这意味着一定的受限网格分辨率。因此,该校正可以提高宿主车辆位置的准确度。因此,宿主车辆位置的不确定性可以小于网格分辨率。另一方面,该校正还可以取决于网格分辨率。

[0032] 可以将初始车辆位置和当前车辆位置的校正和差异定义为相应坐标系中的向量。因此,初始位置与当前位置的差异可以包括沿着物理坐标系的轴线中的各个轴线的相应差异分量,并且该校正可以包括沿着物理坐标系的轴线中的各个轴线的相应校正分量。各个校正分量皆可以取决于对应的差异分量的符号。换句话说,校正分量可以取决于车辆正在移动的方向并且在不同方向上具有不同的绝对值。通过这种手段,进一步增强了网格坐标系中的车辆位置的准确度。

[0033] 车辆状态传感器可以包括全球定位系统(GPS)和/或惯性测量单元(IMU),以便确定宿主车辆在地固坐标系中的位置。GPS和/或IMU可能已经被安装在宿主车辆中,例如,作为驾驶员辅助系统的一部分。因此,不需要附加硬件来确定宿主车辆的位置和速度以及执行该方法。通常,宿主车辆的地固定位(earth-fixed positioning)可以是任何筛选算法的输出。如果使用高精度GPS传感器,则不需要筛选。

[0034] 可以通过使用卡尔曼滤波器在地固坐标系中确定对宿主车辆的位置的修改。即,仅经由车辆状态传感器来确定宿主车辆的初始位置,并且可以通过使用卡尔曼滤波器来跟踪宿主车辆的进一步移动。已经证实,这种卡尔曼滤波器的使用可以提供用于相对于网格来跟踪宿主车辆的足够准确度。因此,可以减少用于跟踪宿主车辆的移动的工作量。

[0035] 在另一方面,本公开致力于一种相对于宿主车辆的位置来布置网格的装置,其中,该网格包括预定数量的单元格。该装置包括:至少一个车辆状态传感器,所述至少一个车辆状态传感器被配置成在地固坐标系中检测宿主车辆的初始位置和宿主车辆的移动状态;以及处理单元。处理单元被配置成定义物理网格,该物理网格相对于地固坐标系来指定网格的单元格的空间位置,在宿主车辆的处理单元的存储器内定义逻辑网格,该逻辑网格表示网格的单元格,并且该逻辑网格相对于宿主车辆的初始位置来确定物理网格的初始布置,定义物理网格与逻辑网格之间的映射,定义逻辑网格的边缘之间的环面互连,基于宿主车

辆的移动状态,相对于地固坐标系并且相对于物理网格来确定对该宿主车辆的位置的修改,通过应用逻辑网格的边缘之间的环面互连,基于对宿主车辆的位置的修改来确定修正的逻辑网格,以及基于修正的逻辑网格的映射,来确定物理网格相对于宿主车辆的当前布置。

[0036] 如本文所使用的,术语处理装置、处理单元以及模块可以是指以下项、作为以下项的一部分、或者包括以下项:专用集成电路(ASIC);电子电路;可组合逻辑电路;现场可编程门阵列(FPGA);执行代码的处理器(共享、专用或组);提供上述功能的其它合适组件;或者上述中的一些或全部的组合,诸如采用芯片上系统。术语模块可以包括存储由处理器执行的代码的存储器(共享、专用或组)。

[0037] 总之,根据本公开的装置包括:至少一个车辆状态传感器;以及被配置成执行如上所述的用于对应方法的步骤的处理单元。因此,上面针对所述方法描述的本公开的好处、优点对于根据本公开的装置也是有效的。

[0038] 在另一方面,本公开致力于一种计算机系统,所述计算机系统被配置成执行本文所描述的计算机实现方法的若干或所有步骤。

[0039] 该计算机系统可以包括处理单元、至少一个存储器单元以及至少一个非暂时性数据存储装置。该非暂时性数据存储装置和/或存储器单元可以包括计算机程序,该计算机程序用于指令计算机执行本文所描述的计算机实现方法的若干或所有步骤或各方面。

[0040] 在另一方面,本公开致力于一种非暂时性计算机可读介质,该非暂时性计算机可读介质包括用于执行本文所描述的计算机实现方法的若干或所有步骤或各方面的指令。可以将计算机可读介质被配置为:诸如光盘或数字通用盘(DVD)的光学介质;诸如硬盘驱动器(HDD)的磁介质;固态驱动器(SSD);只读存储器(ROM);闪存存储器;等等。而且,可以将计算机可读介质配置为可经由诸如互联网连接的数据连接来访问的数据存储装置。计算机可读介质例如可以是在线数据存储库或云存储。

[0041] 本公开还致力于一种计算机程序,该计算机程序用于指令计算机执行本文所描述的计算机实现方法的若干或所有步骤或各方面。

附图说明

[0042] 本文结合以下示意性地示出的附图,对本公开的示例性实施方式和功能进行描述:

[0043] 图1描绘了占用网格和位于该占用网格中的宿主车辆的概观,

[0044] 图2描绘了与宿主车辆相关的坐标系之间的关系,

[0045] 图3描绘了包括用于执行根据本公开的方法的装置的宿主车辆,

[0046] 图4描绘了根据现有技术的在宿主车辆移动时使占用网格移位的方法,

[0047] 图5描绘了用于占用网格的环面互连,

[0048] 图6A和图6B描绘了物理网格和对应逻辑网格,以及

[0049] 图7A和图7B描绘了用于跟踪宿主车辆和用于更新逻辑网格的细节。

具体实施方式

[0050] 图1描绘了位于占用网格13中的宿主车辆11。占用网格13包括相对于占用网格坐

标系(OGCS) 17定义的多个单元格15。占用网格坐标系17包括X轴线19和Y轴线21,它们被用于对占用网格13的单元格15进行对准和建索引。尽管对于本实施方式在下面引用了占用网格13,但是如下所述的方法和装置37(参见图3)也可以被应用至与宿主车辆11的环境相关的任何网格模型。

[0051] 详细地,单元格15的列和行分别沿X轴线19和Y轴线21对准,并且单元格15的索引是相对于占用网格坐标系17的原点20定义的。占用网格坐标系17的Z轴线从图1的页面垂直向上延伸,并且与定义占用网格13无关。然而,所使用的Z轴线具有用于定义车辆11的偏航角的基准。

[0052] 在占用网格13内,车辆11具有车辆位置23,该车辆位置包括车辆11上的参考点,例如,在车辆11的后车轴的中心处(参图4)或者在车辆的重心处。车辆位置23与反映宿主车辆11的相对于占用网格13的当前位置的单元格15中的一个相关。通过定义车辆位置23的X坐标和Y坐标,车辆位置23进一步与占用网格坐标系17相关。

[0053] 车辆11包括定义了车辆参照系(vehicle frame)或车辆坐标系33(参见图2)的X轴线的纵向轴线25。在宿主车辆11的纵向轴线25与占用网格坐标系17的X轴线19之间定义了角27。角27对应于宿主车辆11相对于占用网格坐标系17的偏航角。为了更好地取向,从车辆位置23开始描绘与X轴线19和Y轴线21平行的各条线。

[0054] 占用网格13包括图1的示例中的有400个单元格的方框(square frame),即,分别沿X方向和Y方向的20行和20列的单元格15。然而,出于汽车应用中的实际用途,占用网格13可以包括更大数量的单元格15。向单元格15中的各个单元格指派随机变量,随机变量表示各个单元格15被占用或未被占用的概率。在图1中,还描绘了图例29,图例29反映了各个单元格15的占用状态。

[0055] 白色单元格15被视为未被占用的并且对于宿主车辆11而言可行驶的,即,相应随机变量的值接近于0。与此相反,暗单元格15被看作例如被位于宿主车辆11当前所处并移动的车道30的边界处的障碍物占用。被指派给暗单元格15的随机变量因此具有接近于1的值。另外,灰色单元格15被看作是未知的。即,经由车辆传感器(未示出)的检测,实际上不可能评估相应灰色单元格15是否被占用。车辆传感器例如可以包括摄像机、雷达系统和/或激光雷达系统。与灰色单元格15相关的随机变量具有约0.5的值。由占用网格13提供的信息通常由高级驾驶员辅助系统(ADAS)使用,例如,用于碰撞避免和/或用于定义宿主车辆11的可行行驶轨迹。

[0056] 图2描绘了也可以被称为网格参照系(grid frame)的占用网格坐标系17及其与另一些坐标系31、33(它们同样与宿主车辆11相关)的关系。这些坐标系包括世界坐标系(WCS) 31,WCS 31是在空间中的固定点处具有原点32的惯性坐标系。世界坐标系31既不移动也不旋转。然而,在没有全球定位的情况下,任何地固坐标系(即,递增的固定坐标)也可以适合于根据本公开的方法和装置37。

[0057] 另外,示出了具有位于车辆位置23(也参见图1中)处的原点的车辆坐标系33(也被称为车辆参照系)。可以使车辆坐标系33相对于世界坐标系31平移和旋转。车辆坐标系33的X轴线25沿着宿主车辆11的纵向轴线延伸,而其Y轴线26相对于宿主车辆11沿横向方向延伸。而且,占用网格坐标系17与其原点20、其X轴线19及其Y轴线21被一起绘出。如上提及的,参照占用网格坐标系17,定义了占用网格13的单元格15。可以使占用网格坐标系17移位,

即,它可以执行相对于世界坐标系31的平移运动,但是它不能相对于世界坐标系31旋转。

[0058] 车辆坐标系33和占用网格坐标系17相对于世界坐标系31的空间位置分别是由车辆位置23和原点20相对于世界坐标系31的相应位置向量(如图2中的虚线箭头34和35所示)以及车辆坐标系33和占用网格坐标系17相对于世界坐标系31的轴线的相应偏航角、俯仰角以及侧倾角来定义的。这些角度在图2中是由箭头36来表示的。

[0059] 图3再次描绘了车辆11和车辆坐标系33,该车辆坐标系现在是相对于车辆保险杠处的参考点来定义的,并且与其它附图相反,它被示出为左手坐标系。然而,应注意,根据本公开的方法和装置37不依赖于车辆坐标系的定义,并且可以被应用于右手坐标系和左手坐标系。车辆11还包括用于相对于宿主车辆11的位置23来布置占用网格13的装置37。装置37包括车辆状态传感器38和处理单元39。传感器38和处理单元39彼此连接,使得处理单元39被配置成接收由传感器38提供的数据。传感器38包括全球定位系统和/或惯性测量单元,以便确定宿主车辆11在世界坐标系31中的位置和/或宿主车辆11的移动状态,即,宿主车辆的速度、加速度以及偏航率。

[0060] 当宿主车辆11开始移动时,车辆位置23将相对于世界坐标系31(参见图2)并且相对于占用网格坐标系17发生变化。在占用网格13内,车辆位置23将从初始单元格15移动至其它单元格15。如果宿主车辆11趋向于接近占用网格13的边缘,则占用网格坐标系17的原点20需要相对于世界坐标系31移动,以便跟随宿主车辆11。另外,由于占用网格坐标系17的原点20的移动,需要更新占用网格13的单元格。

[0061] 图4示出了根据现有技术的用于响应于宿主车辆11的移动而使占用网格13移动的方法。首先,占用网格坐标系17具有其原点20以及其X轴线19和Y轴线21相对于世界坐标系31的原点32的初始位置(也参见图2)。世界坐标系31的轴线由下标“E”来表示,该下标“E”指的是“地固(earth-fixed)”,而占用网格坐标系17的轴线由下标“OG”来表示。

[0062] 参照世界坐标系31的原点32,车辆位置23具有对应于图2中所示的箭头34的位置向量41。参照占用网格坐标系17的原点20,车辆位置23具有对应于如图2所示的箭头34的“逆向”的位置向量43。在世界坐标系31中,占用网格坐标系17的原点具有对应于如图2所示的箭头34和35之“和”的位置向量45。

[0063] 当宿主车辆11移动时,表示车辆位置23相对于占用网格坐标系17的初始原点20的距离的位置向量43的绝对值可以在某一时间之后达到预定阈值,使得占用网格坐标系17的移动将是必要的。在这种情况下,必须改变初始原点20的位置向量45,使得占用网格坐标系17的移位后的原点将定义占用网格13的单元格15相对于移位后的占用网格坐标系的修正的X轴线和修正的Y轴线的空间位置。

[0064] 换句话说,占用网格坐标系17的原点20以步进方式跟随宿主车辆11的移动,并且根据现有技术,经由车辆位置23与占用网格坐标系17的原点20之间的距离(即,位置向量43的绝对值)的阈值,来确定正在被应用至位置向量45的各个移位步长。当将这种移位过程应用至占用网格13时,需要对单元格15进行更新,这部分地通过移位或者复制单元格以及部分地通过添加和去除单元格来实现。

[0065] 因此,如果应用根据现有技术的移位过程,则需要复制或更新大量单元格。另外,占用网格坐标系17的移位在必需进行移位的时间点不是预先已知的这方面具有不确定性。因此,在现有技术中已经提出了占用网格相对于世界坐标系31的连续移位。然而,与使用预

定阈值的移位方法相比,尽管这样的连续移位可以提供占用网格13对于宿主车辆11的所需视场的更好适配,这样的连续移位可能需要额外的计算工作量来连续地复制单元格和随机变量。

[0066] 图5描绘了根据本公开的占用网格13,该占用网格包括单元格15,在位于占用网格13的相反的边缘处的单元格15之间定义了环面互连。

[0067] 详细地,占用网格13的最外侧行和最外侧列通过在图5中被表示为线的互连51连接起来。例如,网格13的顶部的行中的最右侧单元格53具有到网格13的底部的行中的最右侧单元格55的互连51。由于互连线51,可以把网格13看作被弯曲以形成圆筒,使得单元格53和55彼此相邻。以相同的方式,在网格13的右下角的单元格55与网格13的左下角的单元格57之间存在互连线51。而且,在网格13的右上角的单元格53与左上角的单元格59之间也存在互连51。为了清楚起见,仅每三条互连线51在图5中被示出,并且互连线51的整个线仅被示出为连接单元格53和55以及连接单元格55和57。因此,必须想象,大部分所示互连51包括被隐藏在网格13的单元格15后面的线。因此,网格13的边缘处的各个单元格皆具有与网格13的各个相反边界处的两个另外的单元格的互连51。即,可以进一步想象,在连接网格13的相反两端以形成圆筒之后,也可以通过连接该圆筒的相反两端二将该圆筒进一步弯曲成圆环面(torus)。

[0068] 由于网格13的边界之间的环面互连51,如果网格例如因宿主车辆11的相应移动而向上移位,则单元格53的所容物出现在单元格55处。类似地,如果网格13向右移位,则单元格55的所容物出现在单元格57处。

[0069] 图6A描述了来自图1的占用网格13,占用网格13也被表示为物理网格61,因为它表示“现实世界(real world)”中的占用网格。即,物理网格61是相对于占用网格坐标系17(参见图1和图2)定义的,而该占用网格坐标系与世界坐标系31(参见图2)具有限定的关系。因此,物理网格61的各个单元格15可以被指派给世界坐标系31中的特定坐标(参见图2)。在图6A中还示出了宿主车辆11以及车辆位置23,车辆位置因此被指派给物理网格61中的某个单元格,并且被指派给占用网格坐标系17以及世界坐标系31中的坐标。

[0070] 在图6B中,示出了在处理单元39的存储器中表示占用网格13的逻辑网格63。逻辑网格63包括对应于物理网格61的单元格62的单元格64。即,物理网格61和逻辑网格63具有相同数量的单元格62、64,因为它们只是如图1所示的占用网格13的不同表示。在物理网格61的单元格62与逻辑网格63的单元格64之间定义了映射。

[0071] 在逻辑网格63内,定义了具有原点67的虚拟坐标系65,该原点对应于物理网格61的左下角68。因此,车辆位置23距虚拟坐标系65中的原点67的距离与在物理网格61中相对于该左下角的距离相同(即,向右七个单元格并且向上三个单元格)。

[0072] 另外,逻辑网格63包括在相应的相反边缘之间的如在图5的上下文中描述的环面互连51。对于本示例,车辆位置23位于逻辑网格63的中心。为了提供车辆位置23相对于逻辑网格63中的原点67与在物理网格67中相对于左下角的相同关系,逻辑网格63的单元格64是根据相对于物理网格61的环面互连来布置的。即,物理网格61的单元格必须向上侧移位七个单元格并且向右移位三个单元格,以便将车辆位置23“移动”至逻辑网格63的中心。

[0073] 由于逻辑网格63的环面互连,物理网格61的上部七行出现在逻辑网格63的下侧,即,虚拟坐标系65的水平轴线69的下方。换句话说,物理网格61的一行单元格62在与网格的

上侧接触时消失,并且由于相反的边缘之间的环面互连而在网格63的下侧再次显现。以相同的方式,单元格62的最右侧三列在物理网格61的右侧消失,并且在逻辑网格63的相反的左侧再次显现。

[0074] 图7A和图7B例示了如何跟踪宿主车辆11的移动以及如何根据宿主车辆11的移动来更新逻辑网格63。由于逻辑网格63与物理网格61之间的映射,如果逻辑网格63被修正,则物理网格61也将被更新。

[0075] 在图7A中,物理网格61仍然被描绘成包括宿主车辆11和车辆位置23。当宿主车辆11开始移动时,该宿主车辆的位置23及其取向根据速度和偏航率而改变。这在图7A中是由表示相对于物理网格61的中心的位置变化的箭头73以及表示相对于物理网格61的与占用网格坐标系17(参见图1和图2)的轴线相对应的部位的角度变化的箭头75来表示的。下面将详细描述在物理网格61中对车辆位置23的跟踪。在物理网格61中,车辆位置23通常是经由偏移向量77来与物理网格61的中心相关的。

[0076] 图7B描绘了根据宿主车辆11的移动而更新的逻辑网格63。由于宿主车辆11的移动,原始车辆位置23被移位至新的车辆位置81。新的车辆位置81取决于车辆11的速度和偏航率,如下面将详细说明的。根据新的车辆位置81,虚拟坐标系65的原点67也按照相同的移位向量83而移位至更新的原点位置67'。

[0077] 同时,需要清除逻辑网格63中的区域85,即,虚拟坐标系65的原始原点67与移位后的原点67'之间的行和列定义了需要更新逻辑网格63的单元格64的区域85。即,对于区域85中的单元格,对描述相应单元格64的占用状态的随机变量进行更新。

[0078] 由于在图6A和图6B的上下文中描述的、逻辑网格63与物理网格61之间的映射,待更新的区域85的行和列对应于物理网格61的在物理网格61的一侧被去除并且在物理网格61的相反侧被添加的单元格62。在本示例中,由于宿主车辆11的移动,将在物理网格61的上侧增加两行并且在右侧增加三行,而物理网格61的下侧的两行和左侧的三行将被去除。换句话说,物理网格61(参见图6A)也相对于世界坐标系移动了移位向量83,这相应地改变了由物理网格61提供的视场。

[0079] 然而,在处理单元39的存储器中的表示占用网格13的逻辑网格63中,仅必须更新区域85中的单元格,而所有其它的单元格被维持并且或许根据逻辑网格63内的环面互连来移动。应注意,在图6A、图6B、图7A和图7B中仅针对物理网格61和逻辑网格63描绘了少量的单元格,并且对于现实汽车场景,占用网格13内的总单元格数将大得多。因此,对于这种现实汽车场景,待更新的区域85中的单元格与总单元格数的比率对于图7B所描绘的逻辑网格63来要小得多。总之,通过对逻辑网格63中的区域85内的少量单元格64进行更新,使物理网格61相对于世界坐标系31(参见图2)移动,而不需要更新逻辑网格63的大多数单元格64。因此,“现实世界”中的表示占用网格13的物理网格61需要相当低的计算工作量来根据宿主车辆11的移动进行更新。

[0080] 下面,将在图2、图6A、图6B、图7A和图7B的背景下,提供用于更新或修正逻辑网格63并因此更新或修正物理网格61的细节。

[0081] 为了清楚起见,下文中提及的所有变量均为2维向量,例如对于

$\text{position} = \begin{bmatrix} x_{\text{position}} \\ y_{\text{position}} \end{bmatrix}$ 。因此,所有运算均是针对向量执行的,并且单独地对相应的X轴线和Y

轴线来重复。粗体的向量是被表示为整数值的离散向量。所有其它向量均包括连续值。

[0082] 为执行根据本公开的方法所需的输入信息包括(参见图2和图6A和图6B):

[0083] • 宿主车辆11在物理网格61上的先前位置23(即,在占用网格坐标系17中的连续位置)

[0084] $--position_{previous}$;

[0085] • 虚拟坐标系65的先前位置(即,虚拟坐标系65的原点67的先前位置)

[0086] $--origin\ offset_{previous}$;以及

[0087] • 绝对车辆位置23(即,在世界坐标系31中)的变化或修改以及宿主车辆11从前一时刻到当前时刻的移动状态的变化或修改:

[0088] $--\dot{X}^{WCS}, \omega^{WCS}, \Delta^{WCS}$ -速度、偏航率、位置增量,

[0089] 该信息可以由车辆状态传感器38(参见图3)例如经由惯性测量单元、全球定位系统、里程计等来获得。

[0090] 为了更新物理网格61和逻辑网格63,执行以下处理步骤:

[0091] 1. 计算占用网格13上(即,物理网格61上)的与逻辑网格61中的新车辆位置81相对应的新的理想或希望位置:

$$[0092] \quad \mathbf{position}_{current}^{ideal} = f(\dot{X}^{WCS}, \omega^{WCS}) \quad (1)$$

[0093] 其中,f表示定位函数,其可以是恒定的,或者对于本实施方式,取决于速度和/或偏航率(还参见图7A所示的箭头73和75)。

[0094] 2. 计算虚拟坐标系65的多少个单元格必须在逻辑坐标系63中移位(参见图6B和图7B):

$$[0095] \quad \mathbf{position}_{shift} = \mathbf{position}_{current}^{ideal} - \mathbf{position}_{previous}$$

$$[0096] \quad \mathbf{grid}_{shift} = \Delta^{WCS} + \mathbf{position}_{shift}$$

$$[0097] \quad \mathbf{cell\ number}_{shift} = \left\lfloor \frac{\mathbf{grid}_{shift}}{\text{网格分辨率}} \right\rfloor$$

$$[0098] \quad \mathbf{correction}_{shift} = \text{mod}(\mathbf{grid}_{shift}, \text{网格分辨率}) \quad (2)$$

[0099] 其中, $\lfloor \quad \rfloor$ 括号表示下取整函数,并且mod是模运算。

[0100] 3. 通过考虑被给出为 $\mathbf{correction}_{shift}$ 的校正来对物理网格61中的宿主位置进行更新。如上提及,网格具有离散表示,而车辆位置被定义为连续变量。因此,应用校正。结果,宿主车辆11在物理网格61中的当前位置被计算如下:

$$[0101] \quad \mathbf{position}_{current} = \mathbf{position}_{current}^{ideal} + \mathbf{correction}_{shift} \quad (3)$$

[0102] 4. 将虚拟坐标系65的原点67按 $\mathbf{cell\ number}_{shift}$ 进行移位(参见图7B):

$$[0103] \quad \mathbf{origin\ offset}_{current}$$

$$[0104] \quad = \text{mod}(\mathbf{origin\ offset}_{previous} + \mathbf{cell\ number}_{shift} + \text{网格下标数字}, \text{网格下标数字})$$

$$[0105] \quad \mathbf{网格下标数字} = \left\lfloor \frac{\text{网格尺寸}}{\text{网格分辨率}} \right\rfloor \quad (4)$$

[0106] 其中,括号表示下取整函数,而网格尺寸表示整个网格的沿相应边缘的长度(例如,以cm为单位),而网格分辨率表示每单元格数的长度,即,单元格沿占用网格坐标系的轴

线之一的长度(采用与网格尺寸相同的单位)。因此,对于如图6A、图6B、图7A和图7B所示的示例,网格下标数字等于20。式(4)管理因模函数而造成的环面互连(即,围绕逻辑网格63的边缘的“缠绕”)。

[0107] 5.对逻辑网格63中的单元格进行更新。两个原点偏移(参见图7B中的标号67和67')之间的区域85中的、需要被清除的单元格被给出为以下范围:

[0108] 要清除的区域= $[\text{origin offset}_{\text{previous}}, \text{origin offset}_{\text{current}}]$ 。

[0109] 这里,括号[]描述值范围(即,范围[1,4]将展开成索引{1,2,3,4})。应注意,仅对单元格的完整行和/或列进行更新。在图7B所示的示例中,区域85表示当虚拟坐标系65的原点67被移位时被标记为进行更新的所有单元格。

[0110] 标号列表

- [0111] 11 车辆
- [0112] 13 占用网格
- [0113] 15 网格单元格
- [0114] 17 占用网格坐标系(OGCS)
- [0115] 19 x轴线
- [0116] 20 原点
- [0117] 21 y轴线
- [0118] 23 车辆位置
- [0119] 25 纵向轴线
- [0120] 26 横向轴线
- [0121] 27 角
- [0122] 29 图例
- [0123] 31 世界坐标系(WCS)
- [0124] 32 世界坐标系的原点
- [0125] 33 车辆坐标系
- [0126] 34 箭头
- [0127] 35 箭头
- [0128] 36 箭头
- [0129] 37 装置
- [0130] 38 车辆状态传感器
- [0131] 39 处理单元
- [0132] 41 WCS中的车辆位置的位置向量
- [0133] 43 OGCS中的车辆位置的位置向量
- [0134] 45 OGCS的原点的位置向量(在WCS中)
- [0135] 51 环面互连
- [0136] 53 上部右单元格
- [0137] 55 下部右单元格
- [0138] 57 下部左单元格
- [0139] 59 上部左单元格

- [0140] 61 物理网格
- [0141] 62 物理网格的单元格
- [0142] 63 逻辑网格
- [0143] 64 逻辑网格的单元格
- [0144] 65 虚拟坐标系
- [0145] 67 虚拟坐标系的原点
- [0146] 67 虚拟坐标系的移位的原点
- [0147] 69 虚拟坐标系的水平轴线
- [0148] 71 虚拟坐标系的垂直轴线
- [0149] 73 表示速度的箭头
- [0150] 75 表示角度变化的箭头
- [0151] 77 偏移向量
- [0152] 81 新的车辆位置
- [0153] 83 移位向量
- [0154] 85 待更新的区域

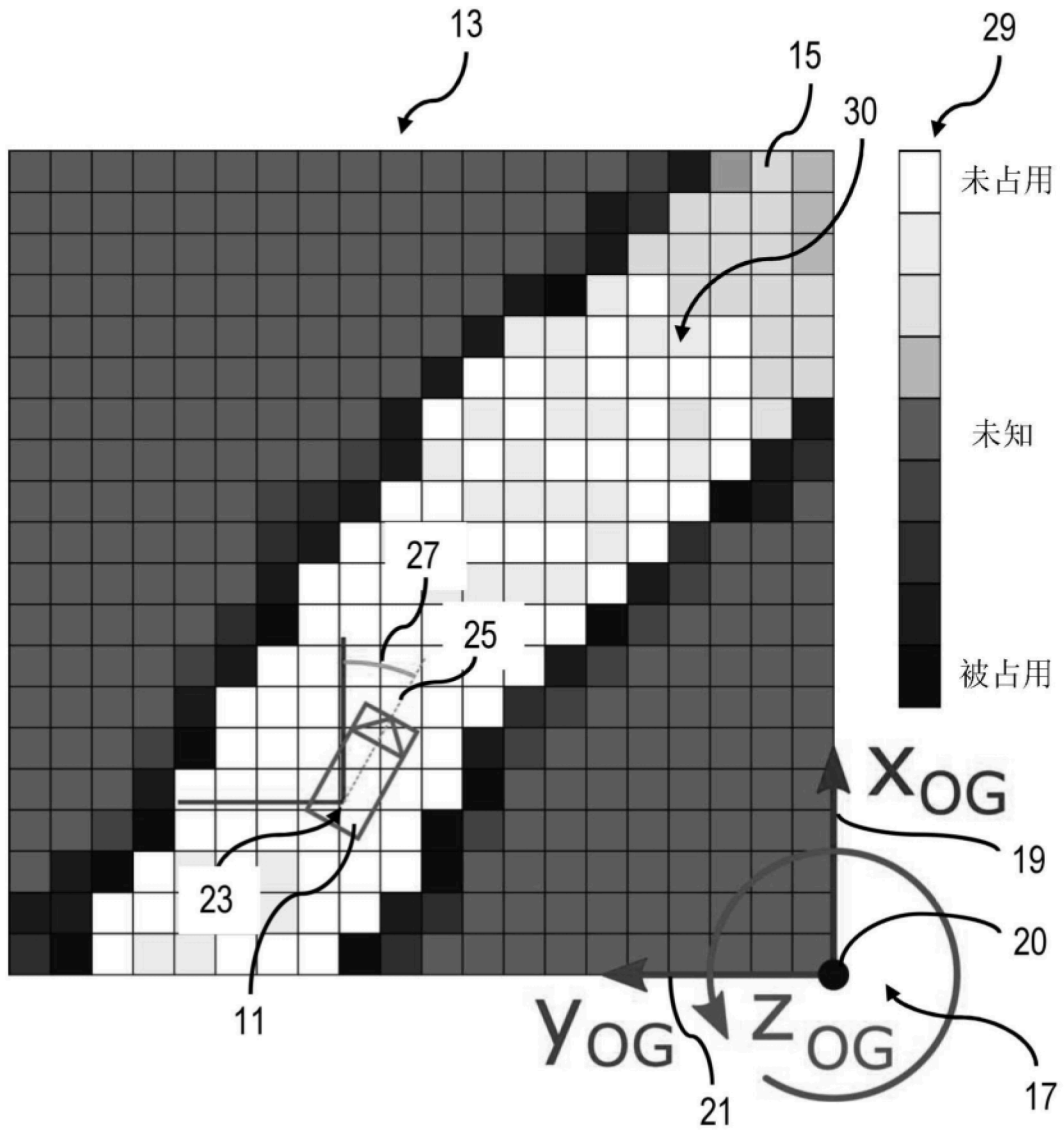


图1

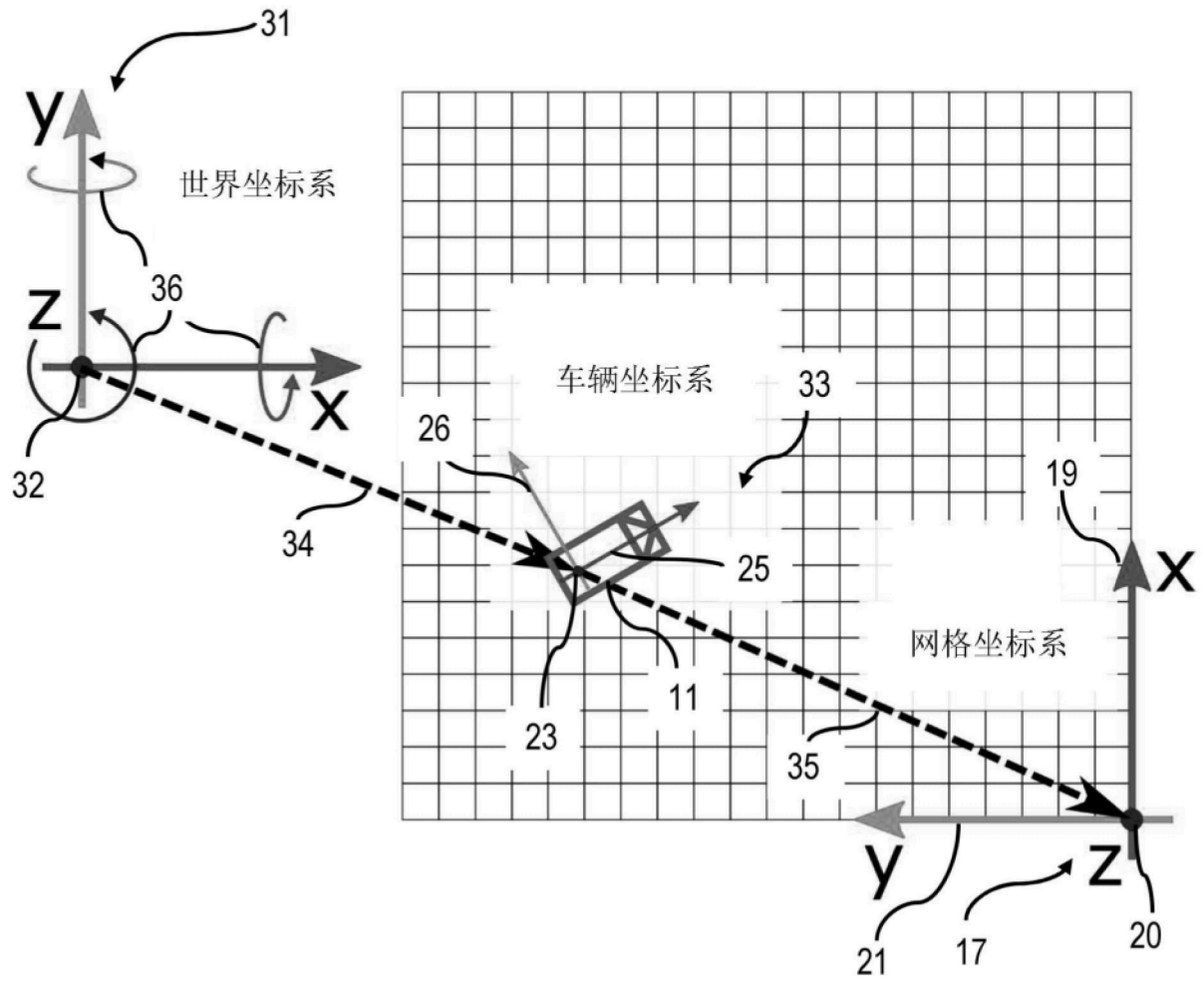


图2

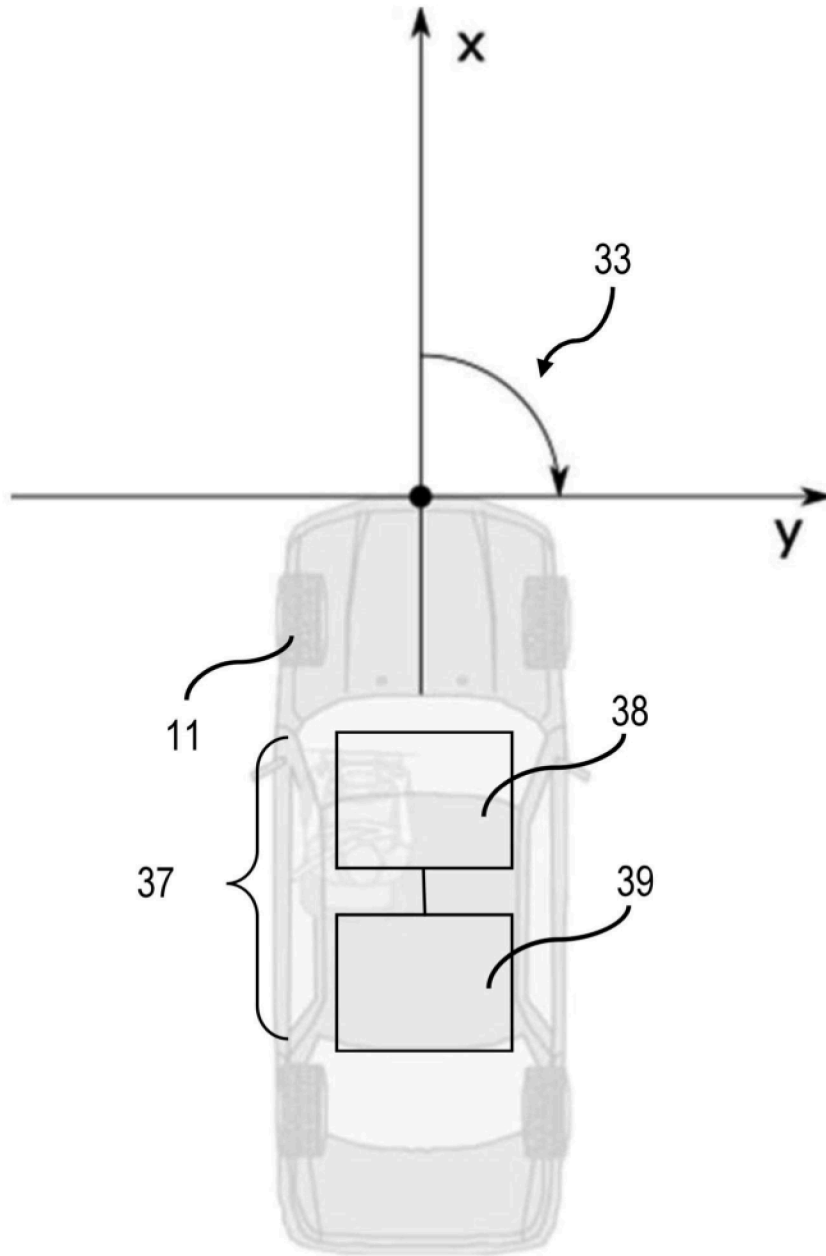


图3

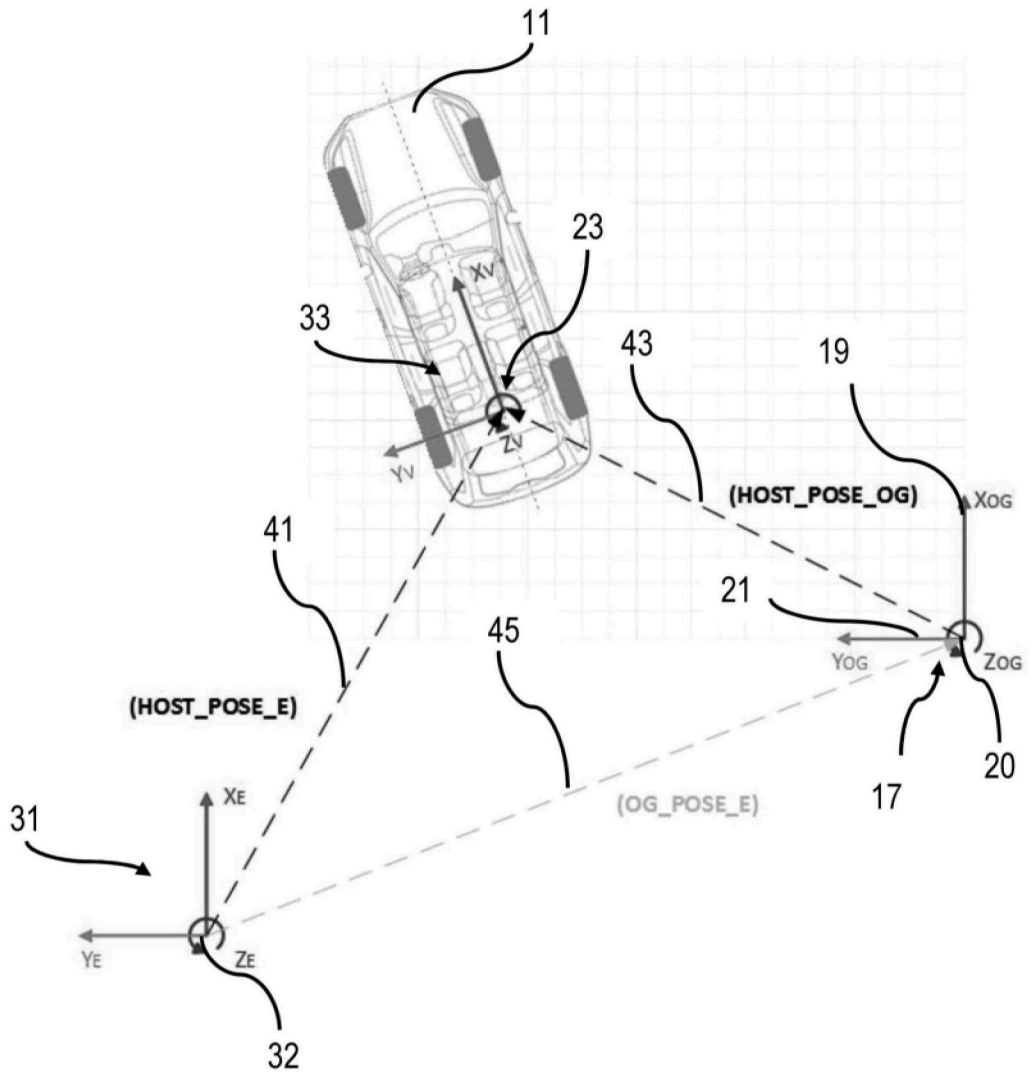


图4

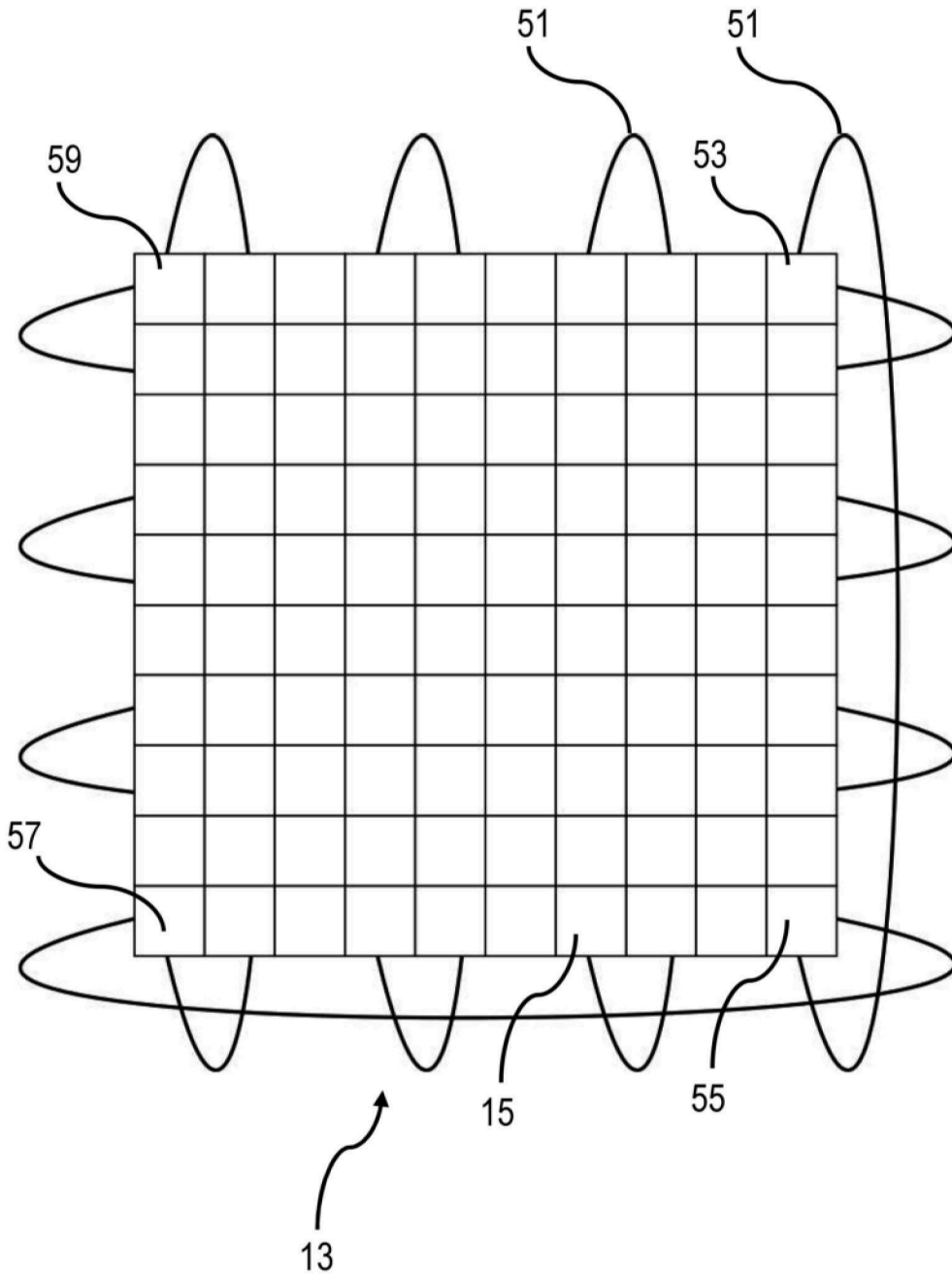


图5

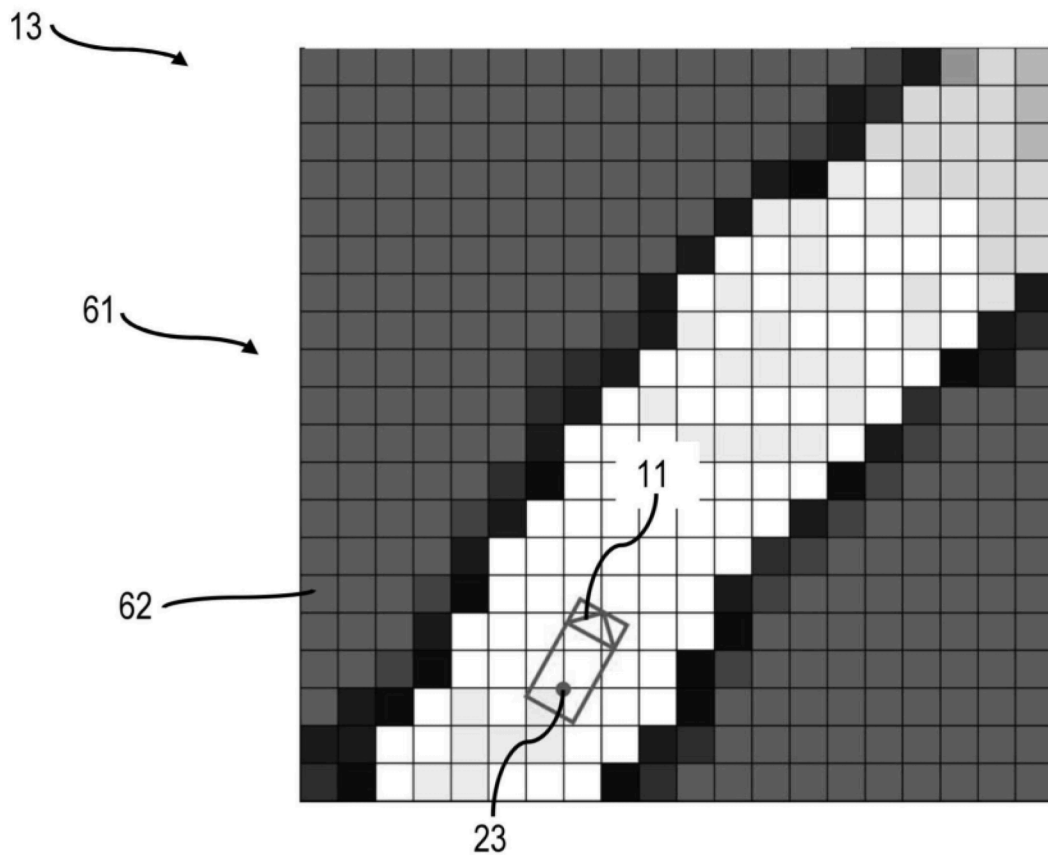


图6A

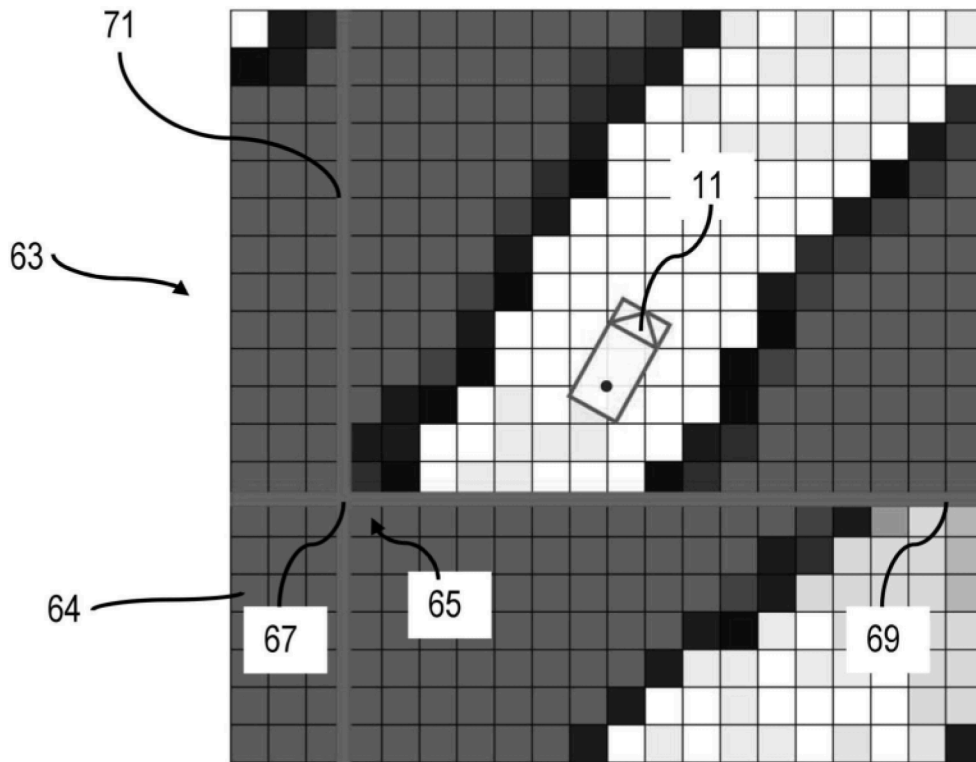


图6B

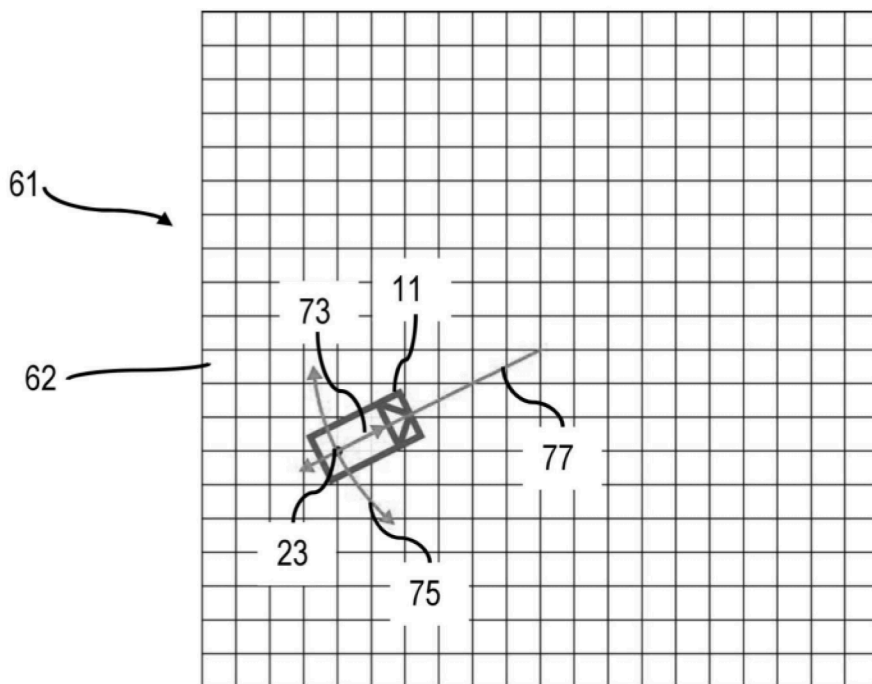


图7A

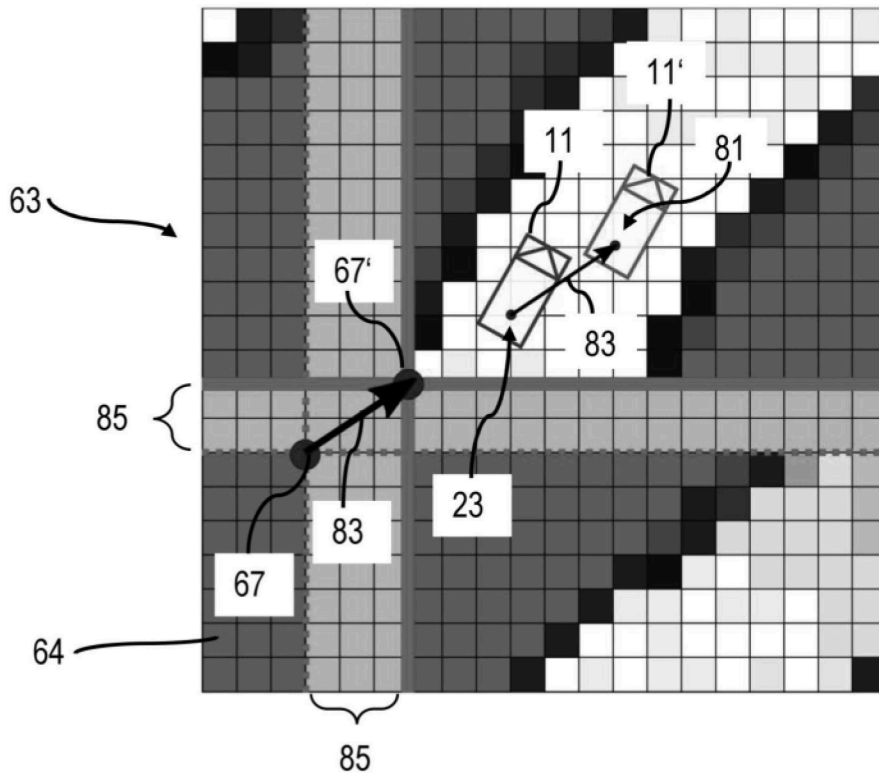


图7B