(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119211729 A
(43)申请公布日 2024.12.27

(21)申请号 202411283667.7

(22)申请日 2019.09.25

(30)优先权数据
16/142,865 2018.09.26 US
16/142,966 2018.09.26 US

(62)分案原申请数据
201980063099.0 2019.09.25

(71)申请人 祖克斯有限公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 A·贝尼曼 C·A·约翰逊
T·卡拉德尼兹

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司 72002
专利代理师 韩宏

(51)Int.Cl.
H04N 23/68(2023.01)
H04N 25/533(2023.01)
H04N 19/46(2014.01)
G01S 17/86(2020.01)
G01S 17/89(2020.01)

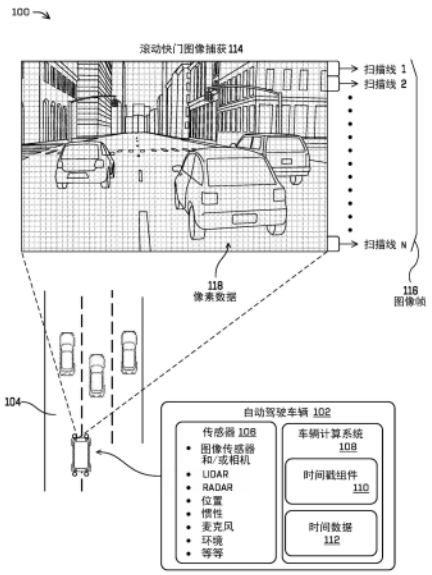
权利要求书4页 说明书24页 附图12页

(54)发明名称

图像扫描线时间戳

(57)摘要

公开了用于将时间数据添加到图像帧的扫描线的技术。在一些示例中,图像传感器可以执行滚动快门图像捕获以产生扫描线。在一些示例中,由另一传感器捕获的数据可以至少部分地基于添加到扫描线的时间数据来与扫描线的至少一部分相关联。此外,公开了用于由多个传感器同步数据捕获的技术。例如,由图像传感器执行的滚动快门图像捕获可以与由另一传感器执行的数据捕获同步。



CN 119211729 A

1.一种系统,包括:

一个或多个处理器;以及

一个或多个非暂时性计算机可读介质,其存储可由所述一个或多个处理器执行的指令,其中,所述指令在被执行时使所述一个或多个处理器执行包括以下步骤的操作:

确定图像传感器的第一姿态,其中,所述图像传感器与第一视场相关联;

确定LIDAR传感器的第二姿态,其中,所述LIDAR传感器与第二视场相关联;以及

使所述图像传感器发起对所述第一视场的滚动快门图像捕获,以使得根据一个或多个同步条件,所述第一视场的至少第一部分与所述第二视场的至少第二部分重叠,其中,所述滚动快门图像捕获产生图像帧,所述图像帧包括:

与第一曝光时间相关联的第一扫描线;以及

与不同于所述第一曝光时间的第二曝光时间相关联的第二扫描线。

2.根据权利要求1所述的系统,其中:

所述图像传感器是第一图像传感器;

所述滚动快门图像捕获是第一滚动快门图像捕获;

所述一个或多个同步条件包括第一组一个或多个同步条件;并且

所述操作还包括:

确定第二图像传感器的姿态,其中,所述第二图像传感器与视场相关联;以及

使所述第二图像传感器发起对所述视场的第二滚动快门图像捕获,使得根据第二组一个或多个同步条件,与所述第二图像传感器相关联的所述视场的至少一部分与关联于所述LIDAR传感器的所述第二视场的至少一部分重叠。

3.根据权利要求1所述的系统,其中,所述一个或多个同步条件包括以下各项中的至少一项:

所述图像帧的第一中心部分与关联于所述LIDAR传感器的所述第二视场的第二中心部分基本对准;或

所述图像帧的大部分扫描线是在与所述第二视场相关联的时间段期间捕获的。

4.根据权利要求1所述的系统,所述操作还包括:

从所述图像传感器并且在所述滚动快门图像捕获之前的时间段期间,接收与先前滚动快门图像捕获的扫描线相关联的扫描线数据;以及

将时间数据附加到扫描线数据;

其中,使所述图像传感器发起所述滚动快门图像捕获是至少部分地基于所述时间数据的。

5.一种方法,包括:

确定与第一传感器相关联的第一视场相对于与第二传感器相关联的第二视场的取向;以及

使所述第一传感器发起对所述第一视场的滚动快门图像捕获,以使得根据一个或多个同步条件,所述第一视场的至少一部分与所述第二视场的至少第二部分重叠,其中,所述滚动快门图像捕获产生图像帧,所述图像帧包括:

与第一曝光时间相关联的第一扫描线;以及

与不同于所述第一曝光时间的第二曝光时间相关联的第二扫描线。

6.根据权利要求5所述的方法,其中:

所述第一传感器包括自动驾驶车辆的图像传感器;以及

所述第二传感器包括所述自动驾驶车辆的LIDAR传感器。

7.根据权利要求5所述的方法,还包括:

确定所述第一传感器的第一姿态,其中,所述第一姿态包括:

第一位置;以及

第一取向;以及

确定所述第二传感器的第二姿态,其中,所述第二姿态包括:

第二位置;以及

第二取向;

其中,使所述第一传感器发起所述滚动快门图像捕获是至少部分地基于所述第一姿态和所述第二姿态的。

8.根据权利要求5所述的方法,其中:

所述第一传感器包括第一图像传感器;

所述取向是第一取向;

所述滚动快门图像捕获是第一滚动快门图像捕获;

所述第二传感器包括LIDAR传感器;

所述一个或多个同步条件包括一个或多个同步条件的第一集合;

所述方法还包括:

相对于所述LIDAR传感器确定与视场相关联的第二图像传感器的第二取向;以及

至少部分地基于所述第二取向,使所述第二图像传感器发起对所述视场的第二滚动快门图像捕获,以使得根据第二组一个或多个同步条件,所述视场的至少一部分与关联于所述LIDAR传感器的所述第二视场的至少一部分重叠。

9.根据权利要求5所述的方法,其中:所述一个或多个同步条件包括以下各项中的至少一项:

所述图像帧的第一中心部分与关联于所述第二传感器的第二视场的第二中心部分基本对准;或者

所述图像帧的大部分扫描线在与所述第二视场相关联的时间段期间被捕获。

10.根据权利要求5所述的方法,还包括:

估计所述图像帧的曝光时间;

其中,使所述第一传感器发起所述滚动快门图像捕获是至少部分地基于所述曝光时间的。

11.根据权利要求10所述的方法,还包括:

从所述第一传感器并且在所述滚动快门图像捕获之前的时间段期间,接收与先前的滚动快门图像捕获相关联的曝光时间数据;

其中,估计所述图像帧的所述曝光时间至少部分地基于与所述先前的滚动快门图像捕获相关联的所述曝光时间数据。

12.根据权利要求5所述的方法,还包括:

至少部分地基于来自与精确时间协议(PTP)时钟同步的系统处理器时钟的第一时间数

据,确定与所述图像帧的扫描线相关联的第一时间戳;

其中,使所述第一传感器发起所述滚动快门图像捕获是至少部分地基于所述第一时间戳的。

13.根据权利要求12所述的方法,还包括:

至少部分地基于来自所述PTP时钟的第二时间数据,确定与由所述第二传感器捕获的测量结果相关联的第二时间戳;

其中,使所述第一传感器发起所述滚动快门图像捕获至少部分地基于所述第二时间戳。

14.根据权利要求5所述的方法,其中:

所述第一传感器包括图像传感器;

所述图像帧包括在所述图像帧的第一中心部分内的扫描线;

所述第二传感器包括LIDAR传感器;以及

使所述第一传感器发起滚动快门图像捕获包括:

使所述图像传感器发起所述滚动快门图像捕获,使得在与关联于所述LIDAR传感器的所述第二视场的第二中心部分相关联的时间段期间捕获所述扫描线。

15.根据权利要求5所述的方法,其中,在所述滚动快门图像捕获期间,所述第二视场相对于所述第一视场移动。

16.一种或多种非暂时性计算机可读介质,其存储可由一个或多个处理器执行的指令,其中,所述指令在被执行时使所述一个或多个处理器执行包括以下步骤的操作:

确定与第一传感器相关联的第一视场相对于与第二传感器相关联的第二视场的取向;以及

使所述第一传感器发起对所述第一视场的滚动快门图像捕获,以使得根据一个或多个同步条件,所述第一视场的至少第一部分与所述第二视场的至少第二部分重叠,其中,所述滚动快门图像捕获产生图像帧,所述图像帧包括:

与第一曝光时间相关联的第一扫描线;以及

与不同于所述第一曝光时间的第二曝光时间相关联的第二扫描线。

17.根据权利要求16所述的一个或多个非暂时性计算机可读介质,其中,所述一个或多个同步条件包括以下各项中的至少一项:

所述图像帧的第一中心部分与关联于所述第二传感器的所述第二视场的第二中心部分基本对准;或者

所述图像帧的大部分扫描线在与所述第二视场相关联的时间段期间被捕获。

18.根据权利要求16所述的一个或多个非暂时性计算机可读介质,所述操作还包括:

从所述第一传感器并且在所述滚动快门图像捕获之前的时间段期间,接收与关联于先前滚动快门图像捕获的先前图像帧的第一扫描线相关联的第一曝光时间数据;

从所述第一传感器并且在所述滚动快门图像捕获之前的所述时间段期间,接收与所述先前图像帧的最后扫描线相关联的第二曝光时间数据;

至少部分地基于所述第一曝光时间数据和所述第二曝光时间数据,确定所述滚动快门图像捕获的所述图像帧的曝光时间;

其中,使所述第一传感器发起所述滚动快门图像捕获至少部分基于所述曝光时间。

19.根据权利要求16所述的一个或多个非暂时性计算机可读介质,所述操作还包括:

至少部分地基于来自与精确时间协议(PTP)时钟同步的系统处理器时钟的第一时间数据,确定与所述图像帧的扫描线相关联的第一时间戳;

其中,使所述第一传感器发起所述滚动快门图像捕获至少部分地基于所述第一时间戳。

20.根据权利要求19所述的一个或多个非暂时性计算机可读介质,所述操作还包括:

至少部分地基于来自所述PTP时钟的第二时间数据,确定与由所述第二传感器捕获的测量结果相关联的第二时间戳;

其中,使所述第一传感器发起所述滚动快门图像捕获是至少部分地基于所述第二时间戳的。

图像扫描线时间戳

[0001] 本申请是申请号为201980063099.0,申请日为2019年9月25日,发明名称为“图像扫描线时间戳”的中国发明专利申请的分案申请。

[0002] 相关联申请的交叉引用

[0003] 本PCT国际申请要求于2018年9月26日提交的标题为“IMAGE SCAN LINE TIMESTAMPING”的美国专利申请第16/142,865号以及于2018年9月26日提交的标题为“MULTI-SENSOR DATA CAPTURE SYNCHRONIZATION”的美国专利申请第16/142,966号的优先权,二者的全部内容通过引用并入本申请。

背景技术

[0004] 各种方法、装置和系统利用来自图像传感器的图像数据。例如,机器人平台(例如,自动驾驶车辆)可以使用图像数据和/或其他传感器数据来导航通过包括障碍物(例如,其他车辆、建筑物、行人等)的环境。在一些示例中,时间信息(例如,时间戳)可能会与整个图像帧相关联,这可能会带来各种挑战,例如由于图像帧的特定部分的捕获与来自另一传感器的数据的特定部分之间的时间差异,而导致图像帧的特定部分的捕获与来自另一传感器的数据的特定部分的关联不准确。

附图说明

[0005] 参照附图描述了详细描述。在附图中,附图标记的最左边的数字标识该附图标记首次出现的附图。在不同附图中使用相同的附图标记表示相似或相同的组件或特征。

[0006] 图1示出了根据本公开的示例的示例环境,该示例环境包括具有一个或多个时间戳组件的车辆,时间戳组件用于将时间数据添加到图像帧(例如,滚动快门图像捕获)的扫描线。

[0007] 图2是示出根据本公开的示例的时间数据的示例(例如,经由时间戳组件)被添加到图像帧的扫描线的示例的示意图。

[0008] 图3是示出根据本公开的示例的用于实现示例处理流程的示例组件的框图,该示例处理流程包括将时间数据添加到扫描线以及延迟和/或移位与扫描线相关联的线数据的末端。

[0009] 图4是示出根据本公开的示例的用于实现示例处理流程的示例组件的框图,该示例处理流程包括获得用于与扫描线相关联的时间数据。

[0010] 图5A是示出根据本公开的示例的使图像传感器视场的滚动快门图像捕获与LIDAR传感器视场的LIDAR数据捕获同步的示例的示意图。

[0011] 图5B是示出根据本公开的示例的使多个图像传感器视场的滚动快门图像捕获与LIDAR传感器视场的LIDAR数据捕获同步的示例的示意图。

[0012] 图6是示出根据本公开的示例的使用扫描线时间数据来校正失真图像的图像处理组件的示例的示意框图。

[0013] 图7是示出根据本公开的示例的用于将时间数据添加到图像帧的一条或多条扫描

线的示例过程的流程图。

[0014] 图8是示出根据本公开的示例的至少部分地基于添加到图像帧的扫描线的时间数据来确定来自多个传感器的数据之间的关联的示例过程的流程图。

[0015] 图9是示出根据本公开的示例的至少部分地基于添加到图像帧的扫描线的时间数据来修改图像以校正或补偿失真效应的示例过程的流程图。

[0016] 图10是示出根据示例的用于使第一视场(与第一传感器相关联)的滚动快门图像捕获与第二视场(与第二传感器相关联)的数据捕获同步的示例过程的流程图。

[0017] 图11是根据本公开的示例的用于实现本文描述的技术的示例系统的框图。

具体实施方式

[0018] 在一些系统中,时间信息(例如,时间戳)可能与整个图像帧相关联。这样的时间信息可能会限制系统将图像帧的特定部分的捕获与来自另一个传感器的数据的特定部分准确关联的能力,例如,由于在图像帧的特定部分的捕获和来自另一个传感器的数据的特定部分之间存在时间差异。此外,在一些示例中,因为单个时间戳与整个图像相关联,所以执行额外处理是不准确或否则不可行的(例如,相机校准、3D重构、跟踪、特征提取等)。本公开针对用于将时间数据添加到捕获时的图像的部分(例如,在滚动快门图像捕获期间的图像帧的扫描线)的技术。此外,本公开针对用于同步多个传感器的数据捕获的技术。除其他事项外,本文讨论的技术还可以使图像帧的特定部分能够与来自另一传感器(例如,另一传感器模态(modality),例如LIDAR和/或其他基于图像的传感器系统)的数据的特定部分精确对准。

[0019] 在一些示例中,车辆(例如,自动驾驶车辆)的图像传感器可以捕获图像传感器的第一视场内的场景的图像。在一些示例中,可以通过在捕获场景的另一部分(例如,第二扫描线)之前跨场景(例如,垂直或水平地)扫描以捕获场景的一部分(例如,第一扫描线)来执行图像捕获等,例如在滚动快门图像捕获中。滚动快门图像捕获可以产生图像帧的扫描线。扫描线可以包括扫描线数据(例如,像素数据)和线数据末端。线数据末端可以指示扫描线的末端。

[0020] 在各种示例中,车辆的计算系统可以接收扫描线,并将相应的时间数据(例如,时间戳)添加到一条或多条扫描线。例如,计算系统可以将时间数据添加到每条扫描线。在一些示例中,时间数据可以被添加到扫描线,使得时间数据在扫描线数据和线数据末端之间。根据一些示例,例如,可以将与扫描线相关联的线数据末端从第一位置移位到第二位置,以适应时间数据的添加。

[0021] 在一些示例中,车辆的LIDAR传感器可以在LIDAR传感器的第二视场内捕获LIDAR数据(例如,LIDAR点),该第二视场可以与图像传感器的第一视场至少部分地重叠。根据一些实施方式,计算系统可以至少部分地基于添加到扫描线的时间数据(和/或至少部分基于与LIDAR数据部分相关联的时间数据)以及与LIDAR数据的采集相关联的时间戳,将LIDAR数据的的至少一部分与扫描线的至少一部分相关联。此外,计算系统可以至少部分地基于LIDAR数据的一部分与扫描线的一部分的关联来将图像数据与LIDAR数据相关联(例如,融合),从而产生相关联的数据。在一些示例中,相关联的数据可用作控制车辆运动的输入。

[0022] 在一些实施方式中,计算系统可以使用添加到一条或多条扫描线的时间数据来修

改失真图像以产生校正后的图像。例如,失真图像可以包括由与滚动快门图像捕获相关联的运动引起的一种或多种失真效应。作为非限制性示例,失真效应可以包括摆动、歪斜、空间混叠和/或时间混叠等。修改失真图像可以包括校正或补偿失真效应。

[0023] 根据一些示例,与LIDAR传感器相关联的第二视场可以相对于与图像传感器相关联的第一视场可移动。在一些示例中,第二视场可以是可旋转的(例如,围绕一个或多个轴)。

[0024] 在一些示例中,计算系统可将图像数据捕获(由图像传感器进行的)与LIDAR数据捕获(由LIDAR传感器进行的)同步。例如,在LIDAR传感器正在捕获与图像传感器的视场相对应的场景的至少一部分的LIDAR数据的时间段期间,计算系统可以触发图像传感器执行对场景的滚动快门图像捕获。在各种示例中,计算系统可以根据一个或多个同步条件来实现同步。作为非限制性示例,同步条件可以包括第一视场(与图像传感器相关联)和第二视场(与LIDAR传感器相关联)之间的重叠量,和/或第一视场的第一特定部分与第二视场的第二特定部分之间的重叠等。作为非限制性示例,可以触发图像数据的捕获,使得在旋转的LIDAR传感器与图像传感器的视场对准的基本同时捕获图像的中心。

[0025] 在一些示例中,计算系统可以确定第一视场的第一取向和/或与图像传感器相关联的第一姿态(位置和取向)。此外,计算系统可以确定第二视场的第二取向和/或与LIDAR传感器相关联的第二姿态。在一些示例中,可以跟踪与图像传感器和/或LIDAR传感器相关联的相应取向和/或相应姿态。根据一些示例,可以相对于彼此跟踪取向和/或姿态。该计算系统可以使用视场取向信息和/或姿态信息作为用于使图像传感器发起对第一视场的滚动快门图像捕获的输入,例如,使得根据同步条件,第一视场(与图像传感器相关联)的至少第一部分与第二视场(与LIDAR传感器相关联)的至少第二部分重叠。在至少一些示例中,可以对这样的发起进行定时,以便优化(例如,最大化)相应视场的重叠。在各种示例中,在滚动快门图像捕获期间,与LIDAR传感器相关联的第二视场可能相对于与图像传感器相关联的第一视场移动。作为非限制性示例,旋转的LIDAR传感器可以与这样的视场相关联:该视场相对于与图像传感器相关联的视场移动。

[0026] 本文讨论的技术可以以多种方式改善计算设备的功能。例如,本文讨论的技术可以包括将时间数据添加到图像帧的个体扫描线,这可以允许计算设备将图像帧的像素与LIDAR点精确地对准(或以其他方式关联),例如,以实现准确的多模式传感器融合、传感器校准、3D重构、多模式校准等。例如,与使用与整个图像帧相关联的时间数据相比,通过使用与个体扫描线相关联的时间数据进行这样的关联,车辆的计算系统可以生成车辆环境的更准确的表示。因此,车辆的计算系统可能能够改善其对物体(例如,障碍物)的检测以及其轨迹和/或路线规划,例如,以控制车辆的运动以避免与障碍物碰撞。

[0027] 作为另一示例,通过使用本文描述的技术使传感器数据捕获同步,车辆的计算系统可能能够将图像数据与LIDAR数据准确地关联(例如,时间和/或空间上)。在一些实施方式中,同步可以允许确定当接收到数据时,由图像传感器和LIDAR传感器捕获的数据彼此关联,这可以减少在车辆的计算系统接收到数据之后确定数据之间的关联所需的处理量。本文讨论了对计算系统的功能的这些和其他改进。

[0028] 本文描述的技术可以以多种方式来实现。下面参考以下附图提供示例实施方式。尽管在自动驾驶汽车的上下文中进行了讨论,但是本文描述的方法、装置和系统可以应用

于各种系统(例如,机器人平台、手动驾驶的车辆等),并且不限于自动驾驶车辆。在另一个示例中,可以在航空或航海上下文中,或在使用机器视觉的任何系统中利用这些技术。另外,本文描述的技术可以与真实数据(例如,使用传感器捕获的)、模拟数据(例如,由模拟器生成的)或两者的任意组合一起使用。

[0029] 图1示出了根据本公开的示例的示例环境100,该示例环境100包括具有一个或多个时间戳组件的车辆102,时间戳组件用于将时间数据添加到(例如,滚动快门图像捕获的)图像帧的扫描线。在一些示例中,环境100可以包括本文参考图2-11描述的示例的一个或多个特征、组件和/或功能。

[0030] 在一些示例中,车辆102可以被配置成跨表面104(例如,路面)行驶,以例如将人和/或货物从第一位置运输到第二位置。为了说明的目的,车辆102可以是配置为根据由美国国家公路交通安全管理局在2013年发布的级别5分类进行操作的自动驾驶车辆,该级别5分类描述了能够在整个行程中执行所有对安全至关重要的功能的车辆,而驾驶员(或乘员)不被期望在任何时候控制该车辆。在那种情况下,由于车辆可以被配置为控制从开始到停止的所有功能,包括所有停车功能,所以它可能未被占用。这仅是示例,并且本文描述的系统和方法可以被结合到任何车辆和/或机器人中,包括以下车辆和/或机器人,其范围从需要一直由驾驶员手动控制的车辆到部分自主控制的车辆,使得它们可以在某些驾驶条件下(例如,在有限访问的高速公路上操作时)在没有驾驶员注意或帮助的情况下进行自主控制,但在其他驾驶条件期间(例如,在市区的城市街道上操作的同时,或者至少在某些停车功能期间)它们需要驾驶员注意。

[0031] 在一些示例中,车辆102可以是具有四个车轮并且每个车轮具有相应轮胎的汽车。可以考虑其他类型和构造的车辆,例如货车、运动型多用途车、跨界车、卡车、公共汽车、农用车辆和建筑车辆。车辆102可以由一个或多个内燃发动机、一个或多个电动机、氢动力或其任何组合来提供动力。另外,尽管示例性车辆102可以具有四个车轮,但是本文描述的系统和方法可以结合到具有更少或更多数量的车轮、轮胎和/或履带的车辆中。示例性车辆102可以具有四轮转向并且可以在所有方向上大体以相同的性能特性操作,例如,使得当在第一方向上行驶时,车辆102的第一端可以在车辆102的前端,并且当在相反的第二方向上行驶时,第一端可以成为车辆102的后端。类似地,当在第二方向上行驶时,车辆102的第二端可以是车辆102的前端,而当在相反的第一方向上行驶时,第二端可以成为车辆102的后端。这些示例特性可以促进更大的机动性,例如,在狭小空间或拥挤的环境中,例如停车场和市区。

[0032] 根据各种示例,车辆102可以包括传感器106。此外,在各种示例中,车辆102可以包括车辆计算系统108。车辆计算系统108可以包括一个或多个使得车辆计算系统108和/或车辆102执行各种操作的组件。在各种示例中,车辆计算系统108可以包括时间戳组件110和/或时间数据112。如将在本文中进一步详细讨论的,车辆计算系统108可以使用时间戳组件110来添加时间数据112到图像帧的一条或多条扫描线。

[0033] 根据一些实施方式,车辆102的传感器106(例如,诸如滚动快门图像捕获设备之类的图像传感器)可以捕获与传感器106相关联的视场内的场景的图像。在一些示例中,可以通过在捕获场景的另一部分(例如,第二扫描线)之前跨场景(例如,垂直或水平地)扫描以捕获场景的一部分(例如,第一扫描线)来执行图像捕获,例如在滚动快门图像捕获中。图1

包括在车辆102的传感器106的视场内的场景的滚动快门图像捕获114的示例表示。如该非限制性示例中所示,可以通过跨场景水平扫描以执行滚动快门图像捕获114。滚动快门图像捕获可以产生图像帧116的扫描线(例如,扫描线1、扫描线2、……、扫描线n)。扫描线可以包括扫描线数据(例如,像素数据118)。此外,在一些示例中,扫描线可以与线数据末端相关联和/或可以包括线数据末端(例如,如图2所示)。在一些情况下,与特定扫描线关联的线数据末端可以指示该扫描线的末端。在各种示例中,车辆计算系统108可以使用时间戳组件110来将时间数据112添加到一条或多条扫描线,例如,如本文参考图2-4和7-9所讨论的。在一些非限制性示例中,时间戳组件110可以起到将时间数据112添加到图像帧116的每条扫描线的作用。

[0034] 在一些示例中,传感器106可以包括光检测和测距(LIDAR)传感器、无线电检测和测距(RADAR)传感器、超声换能器、声音导航和测距(SONAR)传感器、位置传感器(例如,全球定位系统(GPS)、指南针等)、惯性传感器(例如,惯性测量单元、加速度计、磁力计、陀螺仪等)、相机(例如,RGB、IR、强度、深度、飞行时间等)、车轮编码器、麦克风、环境传感器(例如,温度传感器、湿度传感器、光传感器、压力传感器等)等。传感器106可以生成传感器数据,该传感器数据可以被与车辆102相关联的车辆计算系统108利用。

[0035] 图2是示出根据本公开的示例的时间数据被添加(例如,经由时间戳组件110)到图像帧的扫描线的示例200的示意图。在一些示例中,示例200可以包括本文参考图1和图3-11描述的示例的一个或多个特征、组件和/或功能。

[0036] 在一些示例中,图像帧(例如,以上参照图1描述的图像帧116)的扫描线(例如,扫描线1、扫描线2、……、扫描线n)可以由滚动快门图像捕获114产生。例如,滚动快门图像捕获114可以由图像传感器(例如,以上参考图1描述的车辆102的图像传感器106)执行。

[0037] 如图2所示,扫描线可以包括扫描线数据202(例如,包括像素数据118)和/或线数据204的末端(例如,指示扫描线的末端的信号)和/或与之相关联。例如,扫描线1可以包括第一扫描线数据和线数据的第一端,扫描线2可以包括第二扫描线数据和线数据的第二端,等等。虽然图2示出了扫描线数据202和线数据204的末端作为扫描线的不同组件,但是在各种示例中,线数据204的末端可以被认为是扫描线数据202的一部分。

[0038] 根据一些示例,时间戳组件110可以接收一条或多条扫描线作为输入。此外,如图2所示,时间戳组件110可以将时间数据112(例如,时间戳)添加到扫描线,并且输出包括时间数据112的修改后的扫描线。例如,时间戳组件110可以将第一时间数据添加到扫描线1,将第二时间数据添加到扫描线2,等等。第一时间数据可以与第二时间数据不同。例如,第一时间数据可以是第一时间戳或者以其他方式指示(例如,通过时间戳组件110)产生和/或接收扫描线1的第一时间(和/或第一时间段)。第二时间数据可以是第二时间戳或以其他方式指示产生和/或接收扫描线2的第二时间(和/或第二时间段)。在一些情况下,时间戳组件110可以将时间数据112添加到图像帧的每条扫描线。根据各种示例,时间戳组件110可以将时间数据112添加到扫描线,使得时间数据112在扫描线数据202和与扫描线相关联的线数据204的末端之间。在一些实施方式中,线数据204的末端可以被移位,例如以容纳时间数据112。例如,在添加时间数据112之前,线数据204的末端可以在扫描线中(或相对于扫描线)的第一位置。时间戳组件110可以将线数据204的末端从第一位置移位到第二位置。在第二位置中,时间数据112可以在扫描线数据202和线数据204的末端之间。此外,在第二位置中,

线数据204的末端可以设置在扫描线的末端部分和/或以其他方式指示扫描线的末端。

[0039] 在一些示例中,尽管描述为附加到每条扫描线的末端的额外数据,但是这种线数据204的末端可以不存储在每条线的末端。作为这样的非限制性示例,“宽度”可以与用于每条扫描线的数据量相关联。这样的宽度可以在例如图像帧的报头中可获得。在这样的示例中,尽管被描述为将线数据204的末端附加到每条扫描线的末端,但是应当理解,可以不写入任何数据,而是可以增加相关联的宽度,以应对相关联的时间数据中的额外数据。

[0040] 在一些示例中,图像帧的每条扫描线可以具有相同的曝光时间。在其他示例中,图像帧的一条或多条扫描线可以具有与图像帧的一条或多条其他扫描线不同的曝光时间。例如,扫描线1可以具有第一曝光时间,并且扫描线2可以具有与第一曝光时间不同的第二曝光时间。

[0041] 图3是示出了根据本公开的示例的用于实现示例性处理流程的示例性组件300的框图,该示例性处理流程包括将时间数据添加到扫描线以及移位与扫描线相关联的线数据的末端。在一些示例中,组件300可以包括本文参考图1、2和4-11描述的示例的一个或多个特征、组件和/或功能。

[0042] 根据一些示例,组件300可以包括时间戳组件110、传感器302(例如,图像传感器)和/或存储器304。在一些示例中,时间戳组件110可以从传感器302接收扫描线。在非限制性示例中,时间戳组件110可以经由一个或多个接口(例如,移动工业处理器接口(MIPI))和/或一个或多个其他组件(其被配置为在传感器302和时间戳组件110之间传输数据(例如,图像数据、扫描线等))从传感器302接收扫描线的流或序列。

[0043] 时间戳组件110可以将时间数据112添加到个体扫描线,例如,如本文参考图2所讨论的。在一些示例中,将时间数据112添加到扫描线可以包括将时间数据112附加到扫描线的扫描线数据202。此外,时间戳组件110可以将与扫描线相关联的线数据204的末端从第一位置移位306到第二位置,例如,如本文参考图2所讨论的。在一些示例中,移位线数据204的末端可以包括将线数据204的末端附加到时间数据112。根据各种示例,时间戳组件110可以输出包括时间数据112的修改的扫描线,例如,如图3所示。在一些非限制性示例中,修改的扫描线可以例如经由直接存储器访问(DMA)被传输到存储器304。

[0044] 在各种示例中,在从传感器302(例如,由时间戳组件110)接收的每个扫描线之间可能存在延迟。例如,在接收第一扫描线数据和第二扫描线数据之间的延迟可以是与第二扫描线数据的曝光时间相关联的。延迟可以足够大,以使得时间数据的添加(例如,通过时间戳组件110)可能不会引入存储器开销。

[0045] 图4是示出根据本公开的示例的用于实施示例处理流程的示例组件400的框图,所述示例处理流程包括获得用于与扫描线相关联的时间数据。在一些示例中,组件400可以包括本文参考图1-3和图5A-11描述的示例的一个或多个特征、组件和/或功能。

[0046] 在一些示例中,组件400可以包括时间戳组件110、图像传感器402、LIDAR传感器404、系统处理器时钟406、计数器408和/或精确时间协议(PTP)时钟410。时间戳组件110可以接收图像数据(例如,扫描线412)。此外,在一些实施方式中,时间戳组件110可以将时间数据(例如,本文参考图1-3描述的时间数据112)添加到每条扫描线412,并且输出包括具有时间数据114的扫描线的图像数据。

[0047] 在各种示例中,时间戳组件110可以确定与扫描线相关联的时间数据。根据一些非

限制性示例,时间戳组件110可以使用来自计数器408的数据来确定与扫描线相关联的时间数据。例如,计数器408可以从属于系统处理器时钟406。在一些示例中,系统处理器时钟406可以是由系统处理器(未示出)托管的时钟。在一些示例中,图像传感器402可以从系统处理器时钟406接收数据和/或可以由系统处理器控制。在一些示例中,系统处理器时钟可以从PTP时钟410接收数据。此外,LIDAR传感器404在一些示例中可以从PTP时钟410接收数据。

[0048] 根据一些示例,LIDAR传感器404可以输出LIDAR数据(例如,LIDAR点416)。在一些示例中,添加到扫描线412以产生具有时间数据414的扫描线的时间数据的至少一部分可以用于确定图像数据的至少一部分与LIDAR数据的至少一部分之间的关联。例如,在一些示例中,组件400可以包括接收图像数据(从时间戳组件110输出)和LIDAR数据(从LIDAR传感器404输出)的传感器关联组件。在一些实施方式中,传感器关联组件418可以使用与扫描线相关联的时间数据来确定扫描线的至少一部分与LIDAR数据的至少一部分之间的关联。此外,在一些示例中,LIDAR数据可以与时间戳相关联(例如,对于旋转的LIDAR,列可以与相同的时间戳相关联),并且传感器关联组件418可以使用与扫描线相关联的时间数据和与LIDAR数据相关联的时间戳,来确定扫描线的一部分与LIDAR数据的一部分之间的关联。

[0049] 作为非限制性示例,传感器关联组件418可以至少部分地基于扫描线的时间数据,将扫描线的像素数据的至少一部分与LIDAR数据的一个或多个LIDAR点416相关联。在一些情况下,该关联可以指示像素数据的一部分和LIDAR点基本同时(例如,在满足时间阈值的时间段内)被捕获。在一些示例中,传感器关联组件418可以将图像数据的一部分与LIDAR数据的一部分关联(例如,融合)以产生相关联的数据420。例如,关联可以至少部分地基于像素数据的该部分与LIDAR点之间的关联。在一些示例中,相关联的数据420可以用于控制车辆(例如,参照图1描述的车辆102)的运动。

[0050] 图5A是示出根据本公开的示例的使图像传感器视场的滚动快门图像捕获与LIDAR传感器视场的LIDAR数据捕获同步的示例500a的示意图。在一些示例中,示例500a可以包括本文参考图1-4和5B-11描述的示例的一个或多个特征、组件和/或功能。

[0051] 在一些示例中,示例500a可以包括图像传感器502、LIDAR传感器504和/或计算系统506(例如,参照图1描述的车辆计算系统108)。图像传感器502可以具有第一视场508。LIDAR传感器504可以具有第二视场510。在各种示例中,视场可以与在给定时间由传感器感测到的环境的一部分相关联。在一些示例中,计算系统506可以包括传感器同步组件512、同步条件514、时间戳组件110和/或时间数据112。

[0052] 根据一些示例,LIDAR传感器504的第二视场510可以相对于图像传感器502的第一视场508移动。在一些示例中,第二视场510可以是可旋转的(例如,围绕一个或多个轴)。在一些非限制性示例中,第二视场510可以是360度可旋转的。在一些示例中,旋转量可以小于360度。如图5A所示,第二视场510的旋转516为顺时针方向。然而,应当理解,在一些示例中,旋转516可以沿逆时针方向和/或可以改变方向。

[0053] 在各种示例中,传感器同步组件512可以促进图像数据捕获(例如,由图像传感器502进行的)与LIDAR数据捕获(例如,由LIDAR传感器504进行的)的同步。例如,传感器同步组件512可以在LIDAR传感器504正在捕获场景的至少一部分的LIDAR数据的时间段期间触发图像传感器502执行对场景的滚动快门图像捕获518。通过以这种方式同步传感器数据捕获,计算系统506可能能够将图像数据与LIDAR数据准确地关联(例如,时间和/或空间上)。

在各种示例中,传感器同步组件512可以根据同步条件514来实现同步。作为非限制性示例,同步条件514可以包括第一视场508和第二视场510之间的重叠量,和/或第一视场508的第一特定部分和第二视场510的第二特定部分之间的重叠,等等。在至少一些示例中,同步可以使得捕获图像中的中心扫描线与基本上指向图像传感器的视场的LIDAR数据捕获相对应。在这样的示例中,与关联于图像数据的环境的相同区域相关联的LIDAR数据的量被优化(例如,最大化)。

[0054] 在一些示例中,传感器同步组件512可以确定图像传感器502的第一视场508的第一取向。此外,传感器同步组件512可以确定LIDAR传感器504的第二视场510第二取向。在一些示例中,可以跟踪图像传感器502和/或LIDAR传感器504的相应取向。根据一些示例,可以相对于彼此跟踪第一取向和第二取向。传感器同步组件512可以使用视场取向信息(例如,第一取向、第二取向等)作为用于使图像传感器502发起对第一视场508的滚动快门图像捕获518的输入,例如,使得根据同步条件514,第一视场508的至少第一部分与第二视场510的至少第二部分重叠。在各种示例中,第二视场510可以在滚动快门图像捕获518期间相对于第一视场508移动。

[0055] 根据一些实施方式,传感器同步组件512可以对滚动快门图像捕获518计时,使得与场景相关联的图像帧的至少一部分扫描线(例如,扫描线1、扫描线2、……、扫描线n)在LIDAR传感器504正在捕获与场景的至少一部分相关联的LIDAR数据的同时被捕获(例如,场景的至少一部分在LIDAR传感器504的第二视场510内)。在一些示例中,传感器同步组件512可以对滚动快门图像捕获518计时,使得在与LIDAR传感器504相关联的时间段期间捕获图像帧的大部分扫描线,例如如图5A所示,所述LIDAR传感器504捕获场景的至少一部分的第二视场510。在一些示例中,传感器同步组件512可以对滚动快门图像捕获518计时,使得特定的扫描线(或一组扫描)与第二视场510的特定部分相关联地捕获。作为非限制性示例,传感器同步组件512可以对滚动快门图像捕获518计时,使得可以与在第二视场510的中心部分中捕获的LIDAR数据相关联地捕获中心扫描线(例如,最中心的扫描线、中心的一组扫描线等)。

[0056] 在一些示例中,传感器同步组件512可以确定图像传感器502的第一姿态。第一姿态可以包括与图像传感器502相关联的第一位置和/或第一取向(例如,x、y、z位置、滚动、俯仰和/或偏航)。此外,传感器同步组件512可以确定LIDAR传感器504的第二姿态。第二姿态可以包括与LIDAR传感器504相关联的第二位置和/或第二取向(例如,x、y、z位置、滚动、俯仰和/或偏航)。在一些示例中,图像传感器502和/或LIDAR传感器504的相应姿态可以被跟踪。根据一些示例,可以相对于彼此跟踪第一姿态和第二姿态。传感器同步组件512可以使用姿态信息(例如,第一姿态,第二姿态等)作为用于使图像传感器502发起对第一视场508的滚动快门图像捕获518的输入,例如,使得根据同步条件514,第一视场508的至少第一部分与第二视场510的至少第二部分重叠。

[0057] 在一些示例中,传感器同步组件512可以估计滚动快门图像捕获518的图像帧的曝光时间。例如,可以在执行滚动快门图像捕获518之前估计曝光时间。在一些示例中,传感器同步组件512可以接收与先前的滚动快门图像捕获相关联的曝光时间数据。可以至少部分地基于与先前的滚动快门图像捕获相关联的曝光时间数据,来估计滚动快门图像捕获518的图像帧的曝光时间(例如,通过计算与第一扫描线和最后一条扫描线相关联的时间戳之

间的时间差)。根据各种示例,传感器同步组件512可以将估计的曝光时间用作用于使图像传感器502发起对第一视场508的滚动快门图像捕获518的输入,例如,使得根据同步条件514,第一视场508的至少第一部分与第二视场510的至少第二部分重叠。

[0058] 根据一些示例,传感器同步组件512可以使用与一条或多条扫描线相关联的时间数据作为使图像传感器502发起对第一视场508的滚动快门图像捕获518的输入,例如,使得根据同步条件514,第一视场508的至少第一部分与第二视场510的至少第二部分重叠。在一些示例中,传感器同步组件512可以使图像传感器502至少部分地基于与先前滚动快门图像捕获的一条或多条扫描线相关联的时间数据来发起滚动快门图像捕获518。附加地或可替代地,传感器同步组件512可以使图像传感器502调节滚动快门图像捕获518的至少一条扫描线的曝光时间,例如,至少部分地基于与滚动快门图像捕获518的一条或多条扫描线相关联的时间数据和/或与先前滚动快门图像捕获的一条或多条扫描线相关联的时间数据。

[0059] 图5B是示出了根据本公开示例的使多个图像传感器视场的滚动快门图像捕获与LIDAR传感器视场的LIDAR数据捕获同步的示例500b的示意图。在一些示例中,示例500b可以包括本文参考图1-5A和6-11描述的示例的一个或多个特征、组件和/或功能。

[0060] 在一些示例中,示例500b可以包括本文参考图5A描述的图像传感器502(在本文中也称为“第一图像传感器502”)、LIDAR传感器504和/或计算系统506(在图5B中未示出)。此外,示例500b可以包括具有第三视场522的第二图像传感器520。

[0061] 根据一些示例,LIDAR传感器504的第二视场510可以相对于(第一图像传感器502的)第一视场508和/或(第二图像传感器520的)第三视场522移动。在一些示例中,第二视场510可以是可旋转的(例如,围绕一个或多个轴)。在一些非限制性示例中,第二视场510可以是360度可旋转的。在一些示例中,旋转量可以小于360度。

[0062] 如图5B所示,在第一时间段期间,LIDAR传感器504的第二视场510可以与第一图像传感器502的第一视场508至少部分重叠。此外,在第二时间段526期间,LIDAR传感器504的第二视场510可以与第二图像传感器520的第三视场至少部分重叠。例如,LIDAR传感器504的第二视场510可能已经在第一时间段524和第二时间段526之间移动了(例如,经由旋转516)一定量(例如,至少部分地基于第二视场510的旋转速度)。

[0063] 在一些示例中,传感器同步组件512(如图5A所示)可以促进图像数据捕获(例如,由第一图像传感器502和/或第二图像传感器520进行的等)与LIDAR数据捕获(例如,由LIDAR传感器504进行的)的同步。如本文参考图5A所讨论的,传感器同步组件512可以在LIDAR传感器504正在捕获第一场景的至少一部分的LIDAR数据的时间段期间(例如,在第一时间段524期间)触发第一图像传感器502执行对第一场景的滚动快门图像捕获518(在本文中也称为“第一滚动快门图像捕获518”)。附加地或可替代地,传感器同步组件512可以在LIDAR传感器504正在捕获第二场景的至少一部分的LIDAR数据的时间段期间(例如,在第二时间段526期间)触发第二图像传感器520执行对第二场景的第二滚动快门图像捕获528。在各种示例中,传感器同步组件512可以根据同步条件514(在图5A中示出)来实现同步。作为非限制性示例,同步条件514可以包括图像帧的第一中心部分(由第二滚动快门图像捕获528产生)与(LIDAR传感器504的)第二视场510的第二中心部分和/或在与(LIDAR传感器504的)第二视场510相关联的第二时间段526期间捕获的(例如,由第二滚动快门图像捕获528产生的图像帧的)大部分扫描线基本对准,等等。

[0064] 在一些示例中,传感器同步组件512可以确定第二图像传感器520的第三视场522的取向。此外,传感器同步组件512可以确定LIDAR传感器504的第二视场的取向。在一些示例中,可以跟踪第二图像传感器520和/或LIDAR传感器504的相应取向。根据一些示例,可以相对于彼此跟踪取向。例如,传感器同步组件512可以确定第一视场相对于第二视场的取向。传感器同步组件512可以使用视场取向信息作为使第二图像传感器520发起对第三视场522的第二滚动快门图像捕获528的输入,例如,使得根据同步条件514,(第二图像传感器520的)第三视场522的至少一部分与(LIDAR传感器504的)第二视场510的至少一部分重叠。在各种示例中,在第二滚动快门图像捕获528期间,(LIDAR传感器504的)第二视场510可以相对于(第二图像传感器520的)第三视场522移动。

[0065] 根据一些实施方式,传感器同步组件512可以对第二滚动快门图像捕获528计时,以使得在LIDAR传感器504正在捕获与第二场景的至少一部分相关联的LIDAR数据的同时,与第二场景相关的图像帧的扫描的至少一部分被捕获(例如,第二场景的至少一部分在LIDAR传感器504的第二视场510内)。在一些示例中,传感器同步组件512可以对第二滚动快门图像捕获528计时,使得在与LIDAR传感器504捕获第二场景的至少一部分的第二视场510相关联的时间段内(例如,在第二时间段526内),图像帧的大部分扫描线被捕获。在一些示例中,传感器同步组件512可以对第二滚动快门图像捕获528计时,使得与LIDAR传感器504的第二视场510的特定部分相关联地捕获特定的扫描线(或一组扫描线)。作为非限制性示例,传感器同步组件512可以对第二滚动快门图像捕获528计时,以使得扫描线的中心部分(例如,中心扫描线、中心的一组扫描线等)可以与在LIDAR传感器504的第二视场510的中间部分中捕获的LIDAR数据相关联地被捕获。

[0066] 在一些示例中,传感器同步组件512可以确定第二图像传感器520的姿态。第二图像传感器520的姿态可以包括与第二图像传感器520相关联的位置和/或取向(例如,x、y、z位置、滚动、俯仰和/或偏航)。此外,传感器同步组件512可以确定LIDAR传感器504的姿态。LIDAR传感器504的姿态可以包括与LIDAR传感器504相关联的位置和/或取向(例如,x、y、z位置、滚动、俯仰和/或偏航)。在一些示例中,可以跟踪第二图像传感器520和/或LIDAR传感器504的相应姿态。传感器同步组件512可以使用姿态信息作为用于使第二图像传感器520发起对第三视场522的第二滚动快门图像捕获528的输入,例如,使得根据同步条件514,(第二图像传感器520的)第三视场522的至少一部分与(LIDAR传感器504的)第二视场510的至少一部分重叠。

[0067] 在一些示例中,传感器同步组件512可以估计第二滚动快门图像捕获528的图像帧的曝光时间。例如,可以在执行第二滚动快门图像捕获528之前估计曝光时间。在一些示例中,传感器同步组件512可以接收与第二图像传感器520的先前滚动快门图像捕获相关联的曝光时间数据。可以至少部分地基于与先前的滚动快门图像捕获相关联的曝光时间数据,来估计第二滚动快门图像捕获528的图像帧的曝光时间。根据各种示例,传感器同步组件512可以将估计的曝光时间用作用于使第二图像传感器520发起对第三视场522的第二滚动快门图像捕获528的输入,例如,使得根据同步条件514,(第二图像传感器520的)第三视场522的至少一部分与(LIDAR传感器504的)第二视场510的至少一部分重叠。

[0068] 根据一些示例,传感器同步组件512可以使用与一条或多条扫描线相关联的时间数据作为使第二图像传感器520发起对第三视场522的第二滚动快门图像捕获528的输入,

例如,使得根据同步条件514,(第二图像传感器520的)第三视场522的至少一部分与(LIDAR传感器504的)第二视场510的至少一部分重叠。在一些示例中,传感器同步组件512可以使第二图像传感器520至少部分地基于与第二图像传感器520的先前的滚动快门图像捕获的一条或多条扫描线相关联的时间数据,来发起第二滚动快门图像捕获528。附加地或可替代地,传感器同步组件512可以使第二图像传感器520例如至少部分地基于与第二滚动快门图像捕获528的一个或多个扫描线相关联的时间数据和/或与第二图像传感器520的先前滚动快门图像捕获的一个或多个扫描线相关联的时间数据,来调节第二滚动快门图像捕获528的至少一条扫描线的曝光时间。

[0069] 在一些示例中,与(例如,由滚动快门图像捕获(例如,第一滚动快门图像捕获518或第二滚动快门图像捕获528等)产生的图像帧的)一条或多条扫描线相关联的第一时间数据(例如,第一时间戳)可以至少部分地基于来自与精确时间协议(PTP)时钟同步的系统处理器时钟的时间数据来确定,例如,如本文参考图4所描述。附加地或可替代地,可以至少部分地基于来自PTP时钟的时间数据来确定与由LIDAR传感器504捕获的测量结果相关联的第二时间数据(例如,第二时间戳)。在一些示例中,第一图像传感器502和/或第二图像传感器520可以至少部分地基于第一时间戳和/或第二时间戳来发起滚动快门图像捕获。

[0070] 图6是示出根据本公开的示例的使用扫描线时间数据来校正失真图像的图像处理组件的示例600的示意框图。在一些示例中,示例600可以包括本文参考图1-5B和7-11描述的示例的一个或多个特征、组件和/或功能。

[0071] 根据一些示例,示例600可以包括一个或多个图像处理组件602。在一些示例中,图像处理组件602可以驻留在车辆计算系统108(本文参考图1描述的)、计算系统506(本文参考图5A描述的)、车辆计算设备1104(本文参考图11描述的)和/或计算设备1140(本文参考图11描述的)中。

[0072] 在一些示例中,图像处理组件602可以被配置为对图像执行图像处理。在示例600中,图像处理组件602接收失真图像604(例如,与失真图像相关联的图像数据)作为输入。在一些示例中,失真图像604可以与具有时间数据的图像帧相关联,时间数据是例如由时间戳组件110添加了个体扫描线,这也可以用于执行图像校正、传感器校准、交叉模式校正(cross-modal calibration)、3D重构、跟踪、特征提取、多模态传感器融合等。在各种示例中,失真图像604可以包括一个或多个失真效应,例如,由与滚动快门图像捕获相关联的运动引起的失真效应。作为非限制性示例,失真效应可以包括摆动、歪斜、空间混叠和/或时间混叠。因为图像数据可能经由对物体的滚动快门图像捕获来获得,并且滚动快门图像捕获可能由运动图像传感器执行,所以失真图像604可能包括失真效应。即,每条扫描线可以与被成像的物体的相应部分以一个或多个相应距离相关联(例如,鉴于图像传感器和物体之间的相对运动)。

[0073] 根据一些示例,图像处理组件602可以接收与滚动快门图像捕获的一条或多条扫描线相关联的距离数据606作为输入。作为非限制性示例,距离数据606可以与由LIDAR传感器捕获的LIDAR数据相关联。LIDAR传感器可以捕获与物体相关联的LIDAR数据,并且LIDAR数据可以包括表示在给定时间的LIDAR传感器和物体之间距离的距离数据606。距离数据606可以用于确定在给定时间的图像传感器和物体之间的距离。图像处理组件602可以至少部分地基于距离数据606和/或添加到与失真图像604相关联的图像帧的一条或多条扫描线

的时间数据来修改失真图像604,以校正和/或补偿失真图像604的失真效应。图像处理组件602可以输出校正后的图像608(例如,与校正后的图像相关联的图像数据)。在一些示例中,由于图像处理组件602已经校正和/或补偿了失真图像604的失真效应,校正后的图像608的失真可以小于失真图像604。

[0074] 图7是示出根据本公开的示例的用于将时间数据添加到图像帧的一条或多条扫描线的示例过程700的流程图。在一些示例中,过程700可以包括本文参考图1-6和8-11描述的示例的一个或多个特征、组件和/或功能。

[0075] 在702处,过程700可以包括捕获和/或接收与图像帧的扫描线(例如,第一扫描线)相关联的扫描线数据(例如,第一扫描线数据)。例如,与第一扫描线相关联的第一扫描线数据可以由图像传感器捕获。在一些示例中,图像传感器可以执行滚动快门图像捕获,该滚动快门图像捕获产生包括第一扫描线和一个或多个额外扫描线的扫描线。

[0076] 在704处,过程700可以包括将时间数据附加到扫描线数据。在一些示例中,例如,如图2和3所示,可以将第一时间数据附加到第一扫描线数据。在706处,过程700可以包括延迟与第一扫描线数据相关联的线数据的第一端。在一些示例中,可以至少部分地基于附加第一时间数据来延迟线数据的第一端,例如如图2和3所示。线数据的第一端可以指示第一扫描线的末端。

[0077] 在708处,过程700可以包括确定图像帧是否包括额外扫描线。如果在708处确定图像帧包括额外的扫描线,则过程700可以包括将时间数据附加到额外扫描线的扫描线数据(在704处)并且延迟与额外扫描线的扫描线数据相关联的线数据的末端(在706处)。例如,可以确定图像帧包括与第二扫描线数据相关联的第二扫描线。可以将第二时间数据附加到第二扫描线数据。此外,线数据的第二端可以与第二扫描线数据相关联,可以至少部分地基于将第二时间数据附加到第二扫描线数据来延迟。线数据的第二端可以指示第二线的末端。在本文所述的任何示例中,线数据的末端可以不被附加。作为这样的非限制性示例,可以定义扫描线宽度,使得数据量与每个扫描线相关联。在这样的示例中,可以增加与数据相关联并使其可用于图像解释器的宽度,以应对在每条扫描线的末端处指示附加时间数据的额外数据。

[0078] 在一些示例中,第一扫描线数据可以与第一曝光时间相关联,并且第二扫描线数据可以与不同于第一曝光时间的第二曝光时间相关联。在其他示例中,第一曝光时间和第二曝光时间可以相同。

[0079] 如果在708处确定图像帧不包括额外的扫描线,则过程700可以包括将图像帧时间数据附加到图像帧(在710处)。在712处,过程700可以包括将帧数据的末端附加到图像帧。帧数据末端可以指示图像帧的末端。

[0080] 图8是示出根据本公开的示例的用于至少部分地基于添加到图像帧的扫描线的时间数据来确定来自多个传感器的数据之间的关联的示例过程800的流程图。在一些示例中,过程800可以包括本文参考图1-7和9-11描述的示例的一个或多个特征、组件和/或功能。

[0081] 在802处,过程800可以包括接收传感器数据。例如,在804处,过程800可以包括从第一传感器(例如,图像传感器)接收第一数据。在806处,过程800可以包括从第二传感器(例如,LIDAR传感器)接收第二数据。在一些示例中,第一传感器可以具有第一传感器模态,并且第二传感器可以具有与第一传感器模态不同的第二传感器模态。在一些非限制性示例

中,第二传感器可以包括另一个图像传感器、LIDAR传感器、雷达传感器、飞行时间传感器等。在一些示例中,可以周期性地、连续地(例如,近实时)和/或在触发事件发生了时(例如,在检测到运动时(以一定速度)等)捕获和/或接收传感器数据。

[0082] 在808处,过程800可以包括确定与扫描线相关联的第一时间数据。在一些示例中,可以至少部分地基于从计数器和/或时钟获得的数据来确定第一时间数据。例如,可以从计数器(例如,本文参考图4描述的计数器408)获得数据。计数器可以从属于系统处理器的时钟(例如,本文参考图4描述的系统处理器时钟406)。在一些示例中,系统处理器的时钟可以从PTP时钟(例如,本文参考图4描述的PTP时钟410)接收数据。

[0083] 在810处,过程800可以包括将第一时间数据添加到扫描线。例如,第一时间数据可以被添加到扫描线,使得第一时间数据在扫描线数据和与扫描线相关联的线数据的末端之间,例如,如图2和3所示。在一些示例中,线数据末端可以从第一位置移位到第二位置,例如以在线数据的末端和扫描线数据之间容纳第一时间数据。扫描线数据可以包括与在对扫描线的滚动快门图像捕获期间暴露于光的像素相关联的像素数据。

[0084] 在812处,过程800可以包括确定与测量结果相关联的第二时间数据。例如,测量结果可以包括由第二传感器捕获的数据。在一些示例中,测量结果可以是由LIDAR传感器捕获的LIDAR点。在非限制性示例中,第二时间数据可以包括捕获和/或接收测量结果的时间(和/或时间段)。

[0085] 在814处,过程800可以包括确定测量结果与扫描线的至少一部分之间的关联。例如,可以至少部分地基于第一时间数据和/或第二时间数据来确定关联。在一些示例中,可以至少部分地基于确定第一时间数据和第二时间数据之间的时间差满足阈值时间差,来关联测量结果和扫描线的一部分。例如,阈值时间差可以被设置为低值,使得如果测量结果和扫描线的一部分基本上同时被捕获,则它们彼此关联。在一些示例中,可以将测量结果与扫描线的一部分之间的关联映射到数据库中。在一些示例中,无论第一时间数据和第二时间数据之间的时间差如何,测量结果和扫描线的一部分都可以彼此关联。

[0086] 在816处,过程800可以包括将第一数据的至少一部分与第二数据的至少一部分关联(例如,融合)以产生相关联的数据。例如,将数据关联可以至少部分地基于测量结果和扫描线之间的关联。在一些示例中,至少部分地基于确定第一时间数据与第二时间数据之间的时间差满足阈值时间差,第一数据的至少一部分可以与第二数据的至少一部分相关联。

[0087] 在818处,过程800可以包括控制车辆(例如,自动驾驶车辆)的运动。例如,可以至少部分地基于相关联的数据来控制车辆的运动。作为非限制性示例,相关联的数据可以指示障碍物在车辆环境中的位置。可以至少部分地基于相关联的数据来确定避免车辆与障碍物之间的碰撞的轨迹和/或路线。可以控制车辆沿轨迹和/或路线移动。

[0088] 图9是示出根据本公开的示例的用于至少部分地基于添加到图像帧的扫描线的时间数据来修改图像以校正或补偿失真效应的示例过程900的流程图。在一些示例中,过程900可以包括本文参考图1-8、10和11描述的示例的一个或多个特征、组件和/或功能。

[0089] 在902处,过程900可以包括从滚动快门图像捕获获得扫描线数据。例如,图像传感器可以执行滚动快门图像捕获。滚动快门图像捕获可以产生图像帧的扫描线,例如,如本文参照图1和图2所描述的。

[0090] 在904处,过程900可以包括将相应的时间数据添加到扫描线。例如,可以将第一时

间数据附加到第一扫描线的第一扫描线数据,可以将第二时间数据附加到第二扫描线的第二扫描线数据,等等。

[0091] 在906处,过程900可以包括确定图像是否失真。如果在906处确定图像失真,则过程900可以包括修改图像的至少一部分以校正或补偿失真效应(在908处),例如,如本文参照图6所述。在各种示例中,失真效应可能是由与滚动快门图像捕获相关联的运动(例如,图像传感器与环境中的物体之间的相对运动)引起的。作为非限制性示例,失真效应可以包括摆动、歪斜、空间混叠和/或时间混叠。在一些示例中,可以至少部分地基于添加到一条或多条扫描线的时间数据来修改图像。

[0092] 在910处,过程900可以包括控制车辆(例如,自动驾驶车辆)的运动。例如,可以至少部分地基于修改后的图像来控制车辆的运动。作为非限制性示例,修改后的图像可以指示障碍物在车辆环境中的位置。可以至少部分地基于修改后的图像来确定避免车辆与障碍物之间的碰撞的轨迹和/或路线。可以控制车辆沿轨迹和/或路线移动。

[0093] 如果在906处确定图像没有失真,则过程900可以包括至少部分地基于图像来控制车辆的运动(在910处)。

[0094] 图10是示出了根据本公开公开的示例的用于使第一视场(与第一传感器相关联)的滚动快门图像捕获与第二视场(与第二传感器相关联)的数据捕获同步的示例过程1000的流程图。在一些示例中,过程1000可以包括本文参考图1-9和11描述的示例的一个或多个特征、组件和/或功能。

[0095] 在1002处,过程1000可以包括确定传感器取向,其可以包括传感器的相对姿态(位置和/或取向)。例如,在1004处,过程1000可以包括确定与第一传感器相关联的第一视场的第一取向。在1006处,过程1000可以包括确定与第二传感器相关联的第二视场的第二取向。在一些示例中,视场可以包括视锥(例如,用于由传感器捕获数据的3D视场)。在一些示例中,第一传感器可以包括图像传感器。此外,作为非限制性示例,第二传感器可以包括另一个图像传感器、LIDAR传感器、雷达传感器和/或飞行时间传感器等。

[0096] 根据一些示例,与第二传感器相关联的第二视场可以相对于与第一传感器相关联的第一视场移动。在一些示例中,第二视场可以是可旋转的,例如,如本文参考图5A和5B所描述的。

[0097] 在一些示例中,确定传感器取向(在1002处)可以包括确定第一传感器的第一姿态和/或确定第二传感器的第二姿态。第一姿态可以包括与第一传感器相关联的第一位置和/或第一取向(例如,x、y、z位置、滚动、俯仰和/或偏航)。第二姿态可以包括与第二传感器相关联的第二位置和/或第二取向(例如,x、y、z位置、滚动、俯仰和/或偏航)。在一些示例中,可以跟踪第一传感器和/或第二传感器的相应的姿态。根据一些示例,可以相对于彼此跟踪第一姿态和第二姿态。

[0098] 在1008处,过程1000可以包括确定是否根据一个或多个同步条件发起滚动快门图像捕获。如果在1008处确定根据同步条件发起滚动快门图像捕获,则过程1000可以包括使第一传感器发起对第一视场的滚动快门图像捕获,使得根据同步条件,第一视场的至少第一部分与第二视场的至少第二部分重叠(在1010处)。作为非限制性示例,同步条件可以包括第一视场和第二视场之间的重叠量,和/或第一视场的第一特定部分与第二视场的第二特定部分之间的重叠,等等。

[0099] 根据一些实施方式,滚动快门图像捕获可以被定时,使得与场景相关联的图像帧的扫描线的至少一部分在第二传感器在捕获与场景的至少一部分相关联的其他数据的同时被第一传感器捕获(例如,场景的至少一部分在与第二传感器关联的第二视场内)。在一些示例中,滚动快门图像捕获可以被定时,使得在与第二传感器相关联的时间段内捕获图像帧的大部分扫描线,所述第二传感器捕获场景的至少一部分的第二视场。在一些示例中,可以对滚动快门图像捕获进行定时,使得与第二视场的特定部分相关联地捕获特定的扫描线(或一组扫描线)。作为非限制性示例,滚动快门图像捕获可以被定时,使得可以与在第二视场的中间部分中由第二传感器捕获的数据相关联地捕获扫描线的中心部分(例如,中心扫描线、中心的一组扫描线等)。

[0100] 在一些示例中,取向信息(例如,第一取向、第二取向等)可以用作用于使第一传感器发起对第一视场的滚动快门图像捕获的输入,例如,使得根据同步条件,第一视场的至少第一部分与第二视场的至少第二部分重叠。在各种示例中,在滚动快门图像捕获期间,第二视场可以相对于第一视场移动。

[0101] 在一些示例中,姿态信息(例如,第一姿态、第二姿态等)可以用作用于使第一传感器发起对第一视场的滚动快门图像捕获的输入,例如使得根据同步条件,第一视场的至少第一部分与第二视场的至少第二部分重叠。

[0102] 在一些示例中,可以估计滚动快门图像捕获的图像帧的曝光时间。例如,可以在执行滚动快门图像捕获之前估计曝光时间。在一些示例中,可以至少部分地基于与先前的滚动快门图像捕获相关联的曝光时间数据来估计滚动快门图像捕获的图像帧的曝光时间。根据各种示例,估计的曝光时间可以用作用于使第一传感器发起对第一视场的滚动快门图像捕获的输入,例如,使得根据同步条件,第一视场的至少第一部分与第二视场的至少第二部分重叠。

[0103] 根据一些示例,与一条或多条扫描线相关联的时间数据可以用作用于使第一传感器发起对第一视场的滚动快门图像捕获的输入,例如,使得根据同步条件,第一视场的至少第一部分与第二视场的至少第二部分重叠。在一些示例中,可以指示第一传感器至少部分基于与先前滚动快门图像捕获的一条或多条扫描线相关联的时间数据来发起滚动快门图像捕获。附加地或可替代地,可以指示第一传感器例如至少部分地基于与滚动快门图像捕获的一条或多条扫描线相关联的时间数据和/或与先前滚动快门图像捕获的一条或多条扫描线相关的时间数据来调节滚动快门图像捕获的至少一条扫描线的曝光时间。

[0104] 如果在1008处确定不发起根据同步条件的滚动快门图像捕获,则过程1000可以继续以确定传感器取向(在1002)和/或确定是否发起根据同步条件的滚动快门图像捕获(在1008)。在各种示例中,可以周期性地和/或连续地(例如,近实时地)确定传感器取向。

[0105] 图11是根据本公开的示例的用于实现本文描述的技术的示例系统1100的框图。在一些示例中,系统1100可以包括本文参考图1-10描述的示例的一个或多个特征、组件和/或功能。

[0106] 在一些示例中,系统1100可以包括车辆1102(例如,本文参考图1描述的车辆102)。车辆1102可以包括车辆计算设备1104、一个或多个传感器系统1106、一个或多个发射器1108、一个或多个通信连接1110、至少一个直接连接1112以及一个或多个驱动模块1114。

[0107] 车辆计算设备1104可以包括一个或多个处理器1116和与一个或多个处理器1116

通信地耦合的存储器1118。在所示的示例中,车辆1102是自动驾驶车辆;然而,车辆1102可以是任何其他类型的车辆,或者具有至少图像捕获设备(例如,具有相机功能的智能手机)的任何其他系统。在所示的示例中,车辆计算设备1104的存储器1118存储定位组件1120、感知组件1122、规划组件1124、一个或多个系统控制器1126、时间戳组件110、传感器关联组件(418)、传感器同步组件512和/或图像处理组件602。尽管在图11中出于说明性目的将其描绘为驻留在存储器1118中,但是可以想到,定位组件1120、感知组件1122、规划组件1124、一个或多个系统控制器1126、时间戳组件110、传感器关联组件418、传感器同步组件512和/或图像处理组件602可以附加地或可替代地对于车辆1102是可访问的(例如,存储在远离车辆1102的存储器上或以其他方式可由其访问)。在一些情况下,车辆计算设备1104可以对应于图1的车辆计算系统108。

[0108] 在至少一个示例中,定位组件1120可以包括从传感器系统1106接收数据以确定车辆1102的位置和/或取向(例如,x、y、z位置、滚动、俯仰或偏航)。例如,定位组件1120可以包括和/或请求/接收环境的地图,并且可以连续地确定自动驾驶车辆在地图内的位置和/或取向。在一些情况下,定位组件1120可以利用SLAM(同时定位和映射)、CLAMS(同时校准、定位和映射)、相对SLAM、束调节、非线性最小二乘优化等来接收图像数据、LIDAR数据、雷达数据、IMU数据、GPS数据、车轮编码器数据等,以准确确定自动驾驶车辆的位置。在一些情况下,定位组件1120可以向车辆1102的各种组件提供数据,以确定用于产生轨迹和/或确定从存储器中取回包括遮挡网格的地图数据的自动驾驶车辆的初始位置,如本文所讨论的。

[0109] 在某些情况下,感知组件1122可以包括执行对象检测、分割和/或分类的功能。在一些示例中,感知组件1122可以提供处理后的传感器数据,该传感器数据指示邻近车辆1102的实体的存在和/或该实体作为实体类型的分类(例如,汽车、行人、自行车、动物、建筑物、树木、路面、路缘石、人行道、未知等)。在附加和/或可替代的示例中,感知组件1122可以提供经处理的传感器数据,该数据指示与检测到的实体(例如,被跟踪物体)和/或该实体所处的环境相关联的一个或多个特性。在一些示例中,与实体相关联的特性可以包括但不限于x位置(全局和/或局部位置)、y位置(全局和/或局部位置)、z位置(全局和/或局部位置)、取向(例如、滚动、俯仰、偏航)、实体类型(例如,分类)、实体的速度、实体的加速度、实体的范围(大小)等。与环境相关联的特性可以包括但不限于环境中另一个实体的存在、环境中另一个实体的状态、一天中的时间、一周中的一天、季节、天气状况、黑暗/明亮的指示等。

[0110] 通常,规划组件1124可以确定车辆1102要遵循的穿过环境的路径。例如,规划组件1124可以确定各种路线和轨迹以及各种细节水平。例如,规划组件1124可以确定从第一位置(例如,当前位置)到第二位置(例如,目标位置)行进的路线。为了便于讨论,路线可以是在两个位置之间行驶的路径点序列。作为非限制性示例,路径点包括街道、十字路口、全球定位系统(GPS)坐标等。此外,规划组件1124可以生成一条指令,用于沿着从第一位置到第二位置的路线的至少一部分引导自动驾驶车辆。在至少一个示例中,规划组件1124可以确定如何将自动驾驶车辆从路径点序列中的第一路径点引导到路径点序列中的第二路径点。在一些示例中,指令可以是轨迹或轨迹的一部分。在一些示例中,可以根据后退水平技术基本上同时(例如,在技术公差内)生成多个轨迹,其中,多个轨迹之一被选择以供车辆1102导航。

[0111] 在一些示例中,规划组件1124可以使用时间逻辑,例如线性时间逻辑和/或信号时

间逻辑,来评估车辆1102的一个或多个轨迹。在序列号为15/632,147的美国申请中讨论了在规划组件1124中利用时间逻辑的细节,该申请的全部内容通过引用并入本文。

[0112] 在至少一个示例中,车辆计算设备1104可以包括一个或多个系统控制器1126,其可以被配置为控制车辆1102的转向、推进、制动、安全、发射器、通信和其他系统。这些系统控制器1126可以与驱动模块1114和/或车辆1102的其他组件的对应系统通信和/或控制它们。

[0113] 存储器1118可以进一步包括可以由车辆1102用来在环境内导航的一个或多个地图(未示出)。出于讨论的目的,地图可以是以二维、三维或N维建模的任意数量的数据结构,这些数据结构能够提供有关环境的信息,例如但不限于拓扑(例如,交叉路口)、街道、山脉、道路、地形和一般环境。在一些情况下,地图可以包括但不限于:纹理信息(例如,颜色信息(例如,RGB颜色信息、Lab颜色信息、HSV/HSL颜色信息)等)、强度信息(例如,LIDAR信息、RADAR信息等);空间信息(例如,投影到网格上的图像数据、个体的"面元(surfel)"(例如,与个体的颜色和/或强度相关联的多边形)、反射率信息(例如,镜面反射率信息、回射率信息、BRDF信息、BSSRDF信息等)。在一个示例中,地图可以包括环境的三维网格。在一些情况下,可以以图块格式存储地图,以使地图的个体图块代表环境的离散部分,并可以根据需要加载到工作存储器中。在至少一个示例中,一个或多个地图可以包括至少一个地图(例如,图像和/或网格)。在一些示例中,可以至少部分地基于地图来控制车辆1102。也就是说,地图可以与定位组件1120、感知组件1122和/或规划组件1124结合使用,以确定车辆1102的位置、识别环境中的物体和/或生成路线和/或用于在环境内导航的轨迹。

[0114] 在一些示例中,一个或多个地图可以被存储在经由网络1142可访问的远程计算设备(例如,计算设备1140)上。在一些示例中,例如可以基于特性(例如,实体的类型、一天中的时间、一周中的某天、一年中的季节等)存储多个地图。存储多个地图可能具有相似的存储器要求,但是提高了访问地图中数据的速度。

[0115] 在一些情况下,本文讨论的一些或所有组件的各方面可以包括任何模型、算法和/或机器学习算法。例如,在一些情况下,存储器1118(以及下面讨论的存储器1146)中的组件可以被实现为神经网络。

[0116] 如本文所述,示例性神经网络是生物学启发的算法,其使输入数据通过一系列连接的层以产生输出。神经网络中的每一层还可以包含另一个神经网络,或者可以包含任意数量的层(无论是否卷积)。如在本公开的上下文中可以理解的,神经网络可以利用机器学习,机器学习可以指的是一大类这样的算法,其中基于学习的参数生成输出。

[0117] 尽管在神经网络的上下文中进行了讨论,但是可以根据本公开使用任何类型的机器学习。例如,机器学习算法可以包括但不限于回归算法(例如,普通最小二乘回归(OLSR)、线性回归、逻辑回归、逐步回归、多元自适应回归样条(MARS)、局部估计散点图平滑化(LOESS)、基于示例的算法(例如、岭回归、最小绝对收缩和选择算子(LASSO)、弹性网、最小角度回归(LARS))、决策树算法(例如、分类和回归树(CART)、迭代二分法器3(ID3)、卡方自动交互检测(CHAID)、决策树桩、条件决策树)、贝叶斯算法(例如,朴素贝叶斯、高斯朴素贝叶斯、多项式朴素贝叶斯、平均一依赖估计量(AODE)、贝叶斯信念网络(BNN)、贝叶斯网络)、聚类算法(例如,k均值、k中位数、期望最大化(EM)、分层聚类)、关联规则学习算法(例如,感知器、反向传播、霍普菲尔德网络、径向基函数网络(RBFN))、深度学习算法(例如,深玻尔兹

曼机(DBM)、深度信仰网络(DBN)、卷积神经网络(CNN)、堆叠式自动编码器)、降维算法(例如,主成分分析(PCA)、主成分回归(PCR)、偏最小二乘回归(PLSR)、萨蒙地图、多维标度(MDS)、投影追踪、线性判别分析(LDA)、混合判别分析(MDA)、二次判别分析(QDA)、弹性判别分析(FDA))、集成算法(例如,增强、自举聚合(袋装)、AdaBoost、堆叠泛化(混合)、梯度增强机(GBM)、梯度增强回归树(GBRT)、随机森林)、SVM(支持向量机)、监督学习、无监督学习、半监督学习等。

[0118] 体系结构的额外示例包括神经网络,例如,ResNet70、ResNet101、VGG、DenseNet、PointNet等。

[0119] 在至少一个示例中,传感器系统1106可以包括LIDAR传感器、RADAR传感器、超声换能器、声纳传感器、位置传感器(例如,GPS、指南针等)、惯性传感器(例如,惯性测量单元(IMU)))、加速度计、磁力计、陀螺仪等)、相机(例如,RGB、IR、强度、深度等)、相机(例如,RGB、IR、强度、深度、飞行时间等)、麦克风、车轮编码器、环境传感器(例如,温度传感器、湿度传感器、光线传感器、压力传感器等)等。传感器系统1106可以包括这些或其他类型的传感器中的每一个的多个示例。例如,LIDAR传感器可以包括位于车辆1102的拐角、前、后、侧面和/或顶部的个体的LIDAR传感器。作为另一个示例,相机传感器可以包括多个相机,这些相机设置在围绕车辆1102的外部和/或内部的各个位置。传感器系统1106可向车辆计算设备1104提供输入。附加地或可替代地,传感器系统1106可以以特定的频率、在经过预定的时间段之后、接近实时地等经由一个或多个网络1146将传感器数据发送到一个或多个计算设备。在一些情况下,传感器系统1106可以对应于图1的传感器106。

[0120] 车辆1102还可以包括一个或多个用于发射光和/或声音的发射器1108,如上所述。在该示例中,发射器1108包括内部音频和视觉发射器以与车辆1102的乘客通信。作为示例而非限制,内部发射器可以包括扬声器、灯、标志、显示屏、触摸屏、触觉发射器(例如,振动和/或力反馈)、机械致动器(例如,安全带张紧器、座椅定位器、头枕定位器等)等。在该示例中,发射器1108还包括外部发射器。作为示例而非限制,在该示例中,外部发射器包括用于指示行驶方向信号的灯或车辆动作的其他指示器(例如,指示灯、标志、灯阵列等),以及一个或多个音频发射器(例如,扬声器、扬声器阵列、喇叭等),以与行人或其他附近的车辆进行可听地通信,音频发射器中的一个或多个包含声束转向技术。

[0121] 车辆1102还可以包括一个或多个通信连接1110,其使得能够在车辆1102与一个或多个其他局部或远程计算设备之间进行通信。例如,通信连接1110可以促进与车辆1102上的其他本地计算设备和/或驱动模块1114的通信。而且,通信连接1110可以允许车辆与其他附近的计算设备(例如,其他附近的车辆、交通信号等)进行通信。通信连接1110还使车辆1102能够与远程遥操作计算设备或其他远程服务通信。

[0122] 通信连接1110可以包括用于将车辆计算设备1104连接到另一计算设备或网络(例如,网络1142)的物理和/或逻辑接口。例如,通信连接1110可以实现基于Wi-Fi的通信,例如经由IEEE 802.11标准所定义的频率、诸如蓝牙®之类的短程无线频率、蜂窝通信(例如,2G、3G、4G、4G LTE、5G等)或使相应的计算设备能够与其他计算设备对接的任何合适的有线或无线通信协议。

[0123] 在至少一个示例中,车辆1102可以包括一个或多个驱动模块1114。在一些示例中,车辆1102可以具有单个驱动模块1114。在至少一个示例中,如果车辆1102具有多个驱动模

块1114,则个体的驱动模块1114可以定位在车辆1102的相对端(例如,前部和后部等)上。在至少一个示例中,驱动模块1114可以包括一个或多个传感器系统,以检测驱动模块1114和/或车辆1102的周围环境的状况。作为示例而非限制,传感器系统可以包括用于感测驱动模块的车轮的旋转的一个或多个车轮编码器(例如,旋转编码器)、用于测量驱动模块的取向和加速度的惯性传感器(例如,惯性测量单元、加速度计、陀螺仪、磁力计等)、相机或其他图像传感器、超声传感器、用于以声学方式检测驱动模块周围的物体、LIDAR传感器、RADAR传感器等。一些传感器(例如,车轮编码器)对于驱动模块1114可能是唯一的。在一些情况下,驱动模块1114上的传感器系统可以重叠或补充车辆1102的对应系统(例如,传感器系统1106)。

[0124] 驱动模块1114可以包括许多车辆系统,包括高压电池、用于驱动车辆的电动机、用于将来自电池的直流电转换成交流电以供其他车辆系统使用的逆变器、转向系统(其包括转向电动机和转向齿条(其可以是电动的))、包括液压或电动致动器的制动系统、包括液压和/或气动组件的悬架系统、用于分配制动力以减轻牵引力损失并保持控制的稳定性控制系统、HVAC系统、照明(例如,用于照亮车辆外部环境的照明,例如前/尾灯)、以及一个或多个其他系统(例如,冷却系统、安全系统、车载充电系统、其他电气组件、例如DC/DC转换器、高压结、高压电缆、充电系统、充电端口等)。附加地,驱动模块1114可以包括驱动模块控制器,该驱动模块控制器可以接收和预处理来自传感器系统的数据并控制各种车辆系统的操作。在一些示例中,驱动模块控制器可以包括一个或多个处理器以及与该一个或多个处理器通信地耦合的存储器。存储器可以存储一个或多个模块以执行驱动模块1114的各种功能。此外,驱动模块1114还包括一个或多个通信连接,该通信连接使得能够由相应驱动模块与一个或多个其他本地或远程计算设备通信。

[0125] 在至少一个示例中,直接连接1112可以提供物理接口以将驱动模块1114与车辆1102的车身耦合。例如,直接连接1112可以允许能量、流体、空气、数据等在驱动模块1114和车辆之间的传递。在一些情况下,直接连接1112可以进一步将驱动模块1114可释放地固定到车辆1102的车身。

[0126] 在至少一个示例中,本文讨论的组件可以如上所述处理传感器数据,并且可以通过一个或多个网络1142将它们相应的输出发送到一个或多个计算设备1140。在至少一个示例中,本文讨论的组件可以以特定的频率、在经过预定时间段之后、接近实时地等将它们相应的输出发送到一个或多个计算设备1140。

[0127] 在一些示例中,车辆1102可以经由网络1142将传感器数据发送到一个或多个计算设备114。在一些示例中,车辆1102可以将原始传感器数据发送至计算设备1140。在其他示例中,车辆1102可以将处理后的传感器数据和/或传感器数据的表示发送至计算设备1140。在一些示例中,车辆1102可以以特定的频率、在经过预定的时间段之后、接近实时等将传感器数据发送至计算设备1140。在一些情况下,车辆1102可以将传感器数据(原始或经处理的)作为一个或多个日志文件发送到计算设备1140。

[0128] 计算设备1140可以包括处理器1144和存储器1146,存储器1146存储地图组件1148、时间戳组件110、传感器关联组件418、传感器同步组件512和/或图像处理组件602。

[0129] 车辆1102的处理器1116和计算设备1140的处理器1144可以是能够执行指令以处理数据并执行本文所述的操作的任何合适的处理器。作为示例而非限制,处理器1116和

1144可以包括一个或多个中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)或处理电子数据以将该电子数据转换为可以存储在寄存器和/或存储器中的其他电子数据的其他电子数据的任何其他设备或设备的一部分。在一些示例中,只要将集成电路(例如,ASIC等)、门阵列(例如,FPGA等)和其他硬件设备配置为实现编码指令,就可以将它们视为处理器。

[0130] 存储器1118和1146是非暂时性计算机可读介质的示例。存储器1118和1146可以存储操作系统和一个或多个软件应用、指令、程序和/或数据,以实现本文描述的方法以及从属于各种系统的功能。在各种实施方式中,可以使用任何合适的存储器技术来实现该存储器,例如静态随机存取存储器(SRAM)、同步动态RAM(SDRAM)、非易失性/闪存类型的存储器或能够存储信息的任何其他类型的存储器。本文描述的体系结构、系统和个体元件可以包括许多其他逻辑、程序和物理组件,其中附图中示出的那些仅仅是与本文的讨论有关的示例。

[0131] 可以理解的是,出于说明性目的,将本文讨论的组件描述为分开的。然而,由各种组件执行的操作可以被组合或在任何其他组件中执行。

[0132] 应当注意,尽管图11被示为分布式系统,但是在替代示例中,车辆1102的组件可以与计算设备1140相关联和/或计算设备1140的组件可以余车辆1102相关联。也就是说,车辆1102可以执行与计算设备1140相关联的一个或多个功能,反之亦然。此外,时间戳组件110、传感器关联组件418、传感器同步组件512和/或图像处理组件602的各方面可以在本文讨论的任何设备上执行。

[0133] 图7-10示出了根据本公开示例的示例过程。这些过程被示出为逻辑流程图,其每个操作表示可以以硬件、软件或其组合实现的一系列操作。在软件的上下文中,所述操作表示存储在一个或多个计算机可读存储介质上的计算机可执行指令,所述计算机可执行指令在由一个或多个处理器执行时执行所记载的操作。通常,计算机可执行指令包括执行特定功能或实现特定抽象数据类型的例程、程序、对象、组件、数据结构等。描述操作的顺序不旨在被理解为限制,并且可以以任何顺序和/或并行地组合任意数量的所描述的操作以实现处理。在一些实施方式中,可以省略一个或多个操作。

[0134] 示例条款

[0135] A.一种系统包括:一个或多个处理器;以及一个或多个非暂时性计算机可读介质,其存储可由一个或多个处理器执行的指令,其中,该指令在被执行时使一个或多个处理器执行包括以下步骤的操作:从图像传感器接收与滚动快门图像捕获相关联的图像帧的第一扫描线数据;将第一时间数据附加到第一扫描线数据;至少部分地基于第一时间数据的大小,调节与第一扫描线数据相关联的宽度;从图像传感器接收与滚动快门图像捕获相关联的图像帧的第二扫描线数据;以及将第二时间数据附加到第二扫描线数据。

[0136] B.如A段所述的系统,操作还包括:从LIDAR传感器接收包括LIDAR点的LIDAR数据,该LIDAR数据与第三时间数据相关联;以及至少部分地基于第一时间数据和第三时间数据,将LIDAR点与第一扫描线数据的至少一部分相关联。

[0137] C.如A或B段所述的系统,其中:第一扫描线数据与第一曝光时间相关联;以及第二扫描线数据与不同于第一曝光时间的第二曝光时间相关联。

[0138] D.如A至C段任一项所述的系统,操作还包括:至少部分地基于第一时间数据,修改图像的至少一部分以校正或补偿由与滚动快门图像捕获相关联的运动引起的失真效应,以

产生修改的图像,其中,失真效应包括以下一项或多项:摆动;歪斜;空间混叠;或者时间混叠;以及至少部分地基于修改的图像控制自动驾驶车辆的运动。

[0139] E.如A至D段任一项所述的系统,还包括:精确时间协议(PTP)时钟;以及与PTP时钟同步的系统处理器时钟;其中,操作还包括:从从属于系统处理器时钟的计数器获得数据;以及至少部分地基于该数据确定第一时间数据。

[0140] F.一种方法,包括:接收与图像帧的第一扫描线相关联的第一扫描线数据;将第一时间数据添加到第一扫描线;接收与图像帧的第二扫描线相关联的第二扫描线数据;以及将第二数据添加到第二扫描线。

[0141] G.如F段所述的方法,其中:接收第一扫描线数据包括:从具有第一传感器模态的第一传感器接收第一扫描线数据;以及该方法还包括:从具有第二传感器模态的第二传感器接收数据,该数据包括测量结果;以及至少部分地基于第一时间数据,确定测量结果与第一扫描线数据的至少一部分之间的关联。

[0142] H.如G段所述的方法,其中:第一传感器包括图像传感器;以及第二传感器包括以下至少之一:额外的图像传感器;LIDAR传感器;雷达传感器;或者飞行时间传感器。

[0143] I.如G或H段所述的方法,还包括:至少部分地基于测量结果与第一扫描线的至少一部分之间的关联,将第一扫描线数据的至少一部分与来自第二传感器的至少一部分数据相关联以产生相关联的数据;以及至少部分地基于相关联的数据控制自动驾驶车辆的运动。

[0144] J.如F至I段中任一项所述的方法,还包括:从从属于自动驾驶车辆的系统处理器时钟的计数器获得数据,其中,系统处理器时钟与精确时间协议(PTP)时钟同步;以及至少部分地基于该数据确定第一时间数据。

[0145] K.如J段所述的方法,其中:接收第一扫描线数据包括:从具有第一传感器模态的第一传感器接收第一扫描线数据;该方法还包括:从具有第二传感器模态的第二传感器接收其他数据,该其他数据包括测量结果,其中该测量结果与基于来自PTP时钟的时间数据的时间戳相关联;以及至少部分地基于第一时间数据和与测量结果相关联的时间戳确定测量结果与第一扫描线数据的至少一部分之间的关联。

[0146] L.如F至K段中任一项所述的方法,其中:第一扫描线数据与第一曝光时间相关联;以及第二扫描线数据与不同于第一曝光时间的第二曝光时间相关联。

[0147] M.如F至M段中任一项所述的方法,还包括:至少部分地基于第一时间数据修改图像的至少一部分,以校正或补偿由与滚动快门图像捕获相关联的运动引起的失真效应。

[0148] N.如M段所述的方法,其中,失真效应包括以下至少一个:摆动;歪斜;空间混叠;或者时间混叠。

[0149] O.一个或多个非暂时性计算机可读介质,其存储可由一个或多个处理器执行的指令,其中,所述指令在被执行时使所述一个或多个处理器执行操作,所述操作包括:接收与滚动快门图像捕获的图像帧的扫描线相关联的扫描线数据;以及将时间数据添加到扫描线。

[0150] P.如O段所述的一个或多个非暂时性计算机可读介质,其中:与扫描线相关联的扫描线数据为与第一扫描线相关联的第一扫描线数据;时间数据是第一时间数据;以及所述操作还包括:接收与滚动快门图像捕获的图像帧的第二扫描线相关联的第二扫描线数据;

以及将第二时间数据添加到第二扫描线。

[0151] Q.如O或P段所述的一个或多个非暂时性计算机可读介质,其中:接收扫描线数据包括:从图像传感器接收扫描线数据;以及所述操作还包括:从以下至少之一接收测量结果数据:额外的图像传感器;LIDAR传感器;雷达传感器;或者飞行时间传感器;其中,测量结果数据包括与车辆附近的环境的至少一部分相关联的测量结果;至少部分地基于时间数据,确定测量结果与扫描线数据的一个或多个像素之间的关联。

[0152] R.如Q段所述的一个或多个非暂时性计算机可读介质,其中:车辆包括自动驾驶车辆,关联包括距离数据,并且操作还包括:至少部分地基于相关联的数据来控制自动驾驶车辆的运动。

[0153] S.如Q或R段所述的一个或多个非暂时性计算机可读介质,其中:测量结果数据包括与物体相关联的距离数据;并且操作还包括:至少部分地基于时间数据和距离数据,修改与物体相关联的图像的至少一部分,以校正或补偿由与滚动快门图像捕获相关联的运动引起的失真效应。

[0154] T.如O至S段中任一项所述的一个或多个非暂时性计算机可读介质:操作还包括:从从属于自动驾驶车辆的系统处理器时钟的计数器获得数据,其中,系统处理器时钟与精确时间协议(PTP)时钟同步;以及至少部分地基于该数据确定时间数据。

[0155] U.一种系统,包括:一个或多个处理器;以及一个或多个非暂时性计算机可读介质,其存储可由所述一个或多个处理器执行的指令,其中,该指令在被执行时使所述一个或多个处理器执行包括以下步骤的操作:确定图像传感器的第一姿态,其中,图像传感器与第一所述相关联;确定LIDAR传感器的第二姿态,其中,LIDAR传感器与第二视场相关联;以及使图像传感器发起对第一视场的滚动快门图像捕获,以使得根据一个或多个同步条件,第一视场的至少第一部分与第二视场的至少第二部分重叠,其中,滚动快门图像捕获产生图像帧,该图像帧包括:与第一曝光时间相关联的第一扫描线;以及与不同于第一曝光时间的第二曝光时间相关联的第二曝光时间。

[0156] V.如U段所述的系统,其中:图像传感器是第一图像传感器;滚动快门图像捕获是第一滚动快门图像捕获;一个或多个同步条件包括第一组一个或多个同步条件;并且操作还包括:确定第二图像传感器的姿态,其中,第二图像传感器与视场相关联;以及使第二图像传感器发起对视场的第二滚动快门图像捕获,使得根据一个或多个同步条件的第二组,与第二图像传感器相关联的视场的至少一部分与和LIDAR传感器相关联的第二视场的至少一部分重叠。

[0157] W.如U或V段所述的系统,其中,一个或多个同步条件包括以下至少之一:图像帧的第一中心部分与和LIDAR传感器相关联的第二视场的第二中心部分基本对准;或图像帧的大部分扫描线是在与第二视场相关联的时间段期间捕获的。

[0158] X.如U至W段中任一项所述的系统,操作还包括:从图像传感器并且在滚动快门图像捕获之前的时间段期间,接收与先前滚动快门图像捕获的扫描线相关联的扫描线数据;以及将时间数据附加到扫描线数据;其中,至少部分地基于时间数据使图像传感器发起滚动快门图像捕获。

[0159] Y.一种方法,包括:确定与第一传感器相关联的第一视场相对于与第二传感器相关联的第二视场的取向;以及使第一传感器发起对第一视场的滚动快门图像捕获,以使得

根据一个或多个同步条件,第一视场的至少一部分与第二视场的至少第二部分重叠,其中,滚动快门图像捕获产生图像帧,该图像帧包括:与第一曝光时间相关联的第一扫描线;以及与不同于第一曝光时间的第二曝光时间相关联的第二扫描线。

[0160] Z.如Y段所述的方法,其中:第一传感器包括自动驾驶车辆的图像传感器;以及第二传感器包括自动驾驶车辆的LIDAR传感器。

[0161] AA.如Y或Z段所述的方法,还包括:确定第一传感器的第一姿态,其中,第一姿态包括:第一位置;以及第一取向;以及确定第二传感器的第二姿态,其中,第二姿态包括:第二位置;以及第二取向;其中,至少部分地基于第一姿态和第二姿态使第一传感器发起滚动快门图像捕获。

[0162] BB.如Y至AA段中任一项所述的方法,其中:第一传感器包括第一图像传感器;取向是第一取向;滚动快门图像捕获是第一滚动快门图像捕获;第二传感器包括LIDAR传感器;一个或多个同步条件包括一个或多个同步条件的第一集合;该方法还包括:相对于LIDAR传感器确定与视场相关联的第二图像传感器的第二取向;以及至少部分地基于第二取向,使第二图像传感器发起对视场的第二滚动快门图像捕获,以使得根据一个或多个同步条件的第二集合,视场的至少一部分与和LIDAR传感器相关联的第二视场的至少一部分重叠。

[0163] CC.如Y至BB段中任一项所述的方法,其中:一个或多个同步条件包括以下至少之一:图像帧的第一中心部分与和第二传感器相关联的第二视场的第二中心部分基本对准;或者图像帧的大部分扫描线在与第二视场相关联的时间段期间被捕获。

[0164] DD.如Y至CC段中任一项所述的方法,还包括:估计图像帧的曝光时间;其中,至少部分基于曝光时间使第一传感器发起滚动快门图像捕获。

[0165] EE.如DD段所述的方法,还包括:从第一传感器并且在滚动快门图像捕获之前的时间段期间,接收与先前的滚动快门图像捕获相关的曝光时间数据;其中,估计图像帧的曝光时间至少部分地基于与先前的滚动快门图像捕获相关联的曝光时间数据。

[0166] FF.如Y至EE段中任一项所述的方法,还包括:至少部分地基于来自与精确时间协议(PTP)时钟同步的系统处理器时钟的第一时间数据,确定与图像帧的扫描线相关联的第一时间戳;其中,至少部分地基于第一时间戳使第一传感器发起滚动快门图像捕获。

[0167] GG.如FF段所述的方法,还包括:至少部分地基于来自PTP时钟的第二时间数据,确定与由第二传感器捕获的测量结果相关联的第二时间戳;其中,使第一传感器发起滚动快门图像捕获至少部分地基于第二时间戳。

[0168] HH.如Y至GG段中任一项所述的方法,其中:第一传感器包括图像传感器;图像帧包括在图像帧的第一中心部分内的扫描线;第二传感器包括LIDAR传感器;以及使所述第一传感器发起滚动快门图像捕获包括:使图像传感器发起滚动快门图像捕获,使得在与LIDAR传感器相关联的第二视场的第二中心部分相关联的时间段期间捕获扫描线。

[0169] II.如Y至HH段中任一项所述的方法,其中,在滚动快门图像捕获期间,第二视场相对于第一视场移动。

[0170] JJ.一个或多个非暂时性计算机可读介质,其存储可由一个或多个处理器执行的指令,其中,所述指令在被执行时使所述一个或多个处理器执行包括以下步骤的操作:确定与第一传感器相关联的第一视场相对于与第二传感器相关联的第二视场的取向;以及使图像传感器发起对第一视场的滚动快门图像捕获,以使得根据一个或多个同步条件,第一视

场的至少第一部分与第二视场的至少第二部分重叠,其中,滚动快门图像捕获产生图像帧,该图像帧包括:与第一曝光时间相关联的第一扫描线;以及与不同于第一曝光时间的第二曝光时间相关联的第二扫描线。

[0171] KK.如JJ段所述的一个或多个非暂时性计算机可读介质,其中,一个或多个同步条件包括以下至少一项:图像帧的第一中心部分与和第二传感器相关联的第二视场的第二中心部分基本对准;或者图像帧的大部分扫描线在与第二视场相关的时间段内捕获。

[0172] LL.如JJ或KK段所述的一个或多个非暂时性计算机可读介质,操作还包括:从第一传感器并且在滚动快门图像捕获之前的时间段期间,接收与关联于先前滚动快门图像捕获的先前图像帧的第一扫描线相关联的第一曝光时间数据;从第一传感器并且在滚动快门图像捕获之前的时间段期间,接收与先前图像帧的最后扫描线相关联的第二曝光时间数据;至少部分地基于第一曝光时间数据和第二曝光时间数据,确定滚动快门图像捕获的图像帧的曝光时间;其中,使图像传感器发起滚动快门图像捕获至少部分基于曝光时间。

[0173] MM.如JJ至LL段任一项所述的一个或多个非暂时性计算机可读介质,操作还包括:至少部分地基于来自与精确时间协议(PTP)时钟同步的系统处理器时钟的第一时间数据,确定与图像帧的扫描线相关联的第一时间戳;其中,使第一传感器发起滚动快门图像捕获至少部分地基于第一时间戳。

[0174] NN.如MM段所述的一个或多个非暂时性计算机可读介质,操作还包括:至少部分地基于来自PTP时钟的第二时间数据,确定与由第二传感器捕获的测量结果相关联的第二时间戳;其中,至少部分地基于第二时间戳使第一传感器发起滚动快门图像捕获。

[0175] 尽管针对一个特定实施方式描述了上述示例性条款,但是应该理解,在本文档的上下文中,示例条款的内容也可以经由方法、设备、系统、计算机可读介质和/或另一种实施方式来实现。

[0176] 结论

[0177] 尽管已经描述了本文描述的技术的一个或多个示例,但是各种改变、添加、置换和其等同物也被包括在本文描述的技术的范围内。

[0178] 在示例的描述中,参考形成本文一部分的附图,其通过说明的方式示出了所要求保护的主题的特定示例。应当理解,可以使用其他示例,并且可以进行诸如结构改变之类的改变或替换。这样的示例、改变或变更不一定相对于旨在要求保护的主题偏离范围。尽管本文的步骤可以按一定顺序呈现,但在一些情况下,可以更改顺序,使得在不更改所描述系统和方法功能的情况下,可以在不同时间或以不同顺序提供某些输入。所公开的过程也可以以不同的顺序执行。另外,本文不需要以所公开的顺序执行各种计算,并且可以容易地实现使用计算的替代顺序的其他示例。除了被重新排序外,这些计算还可以被分解为具有相同结果的子计算。

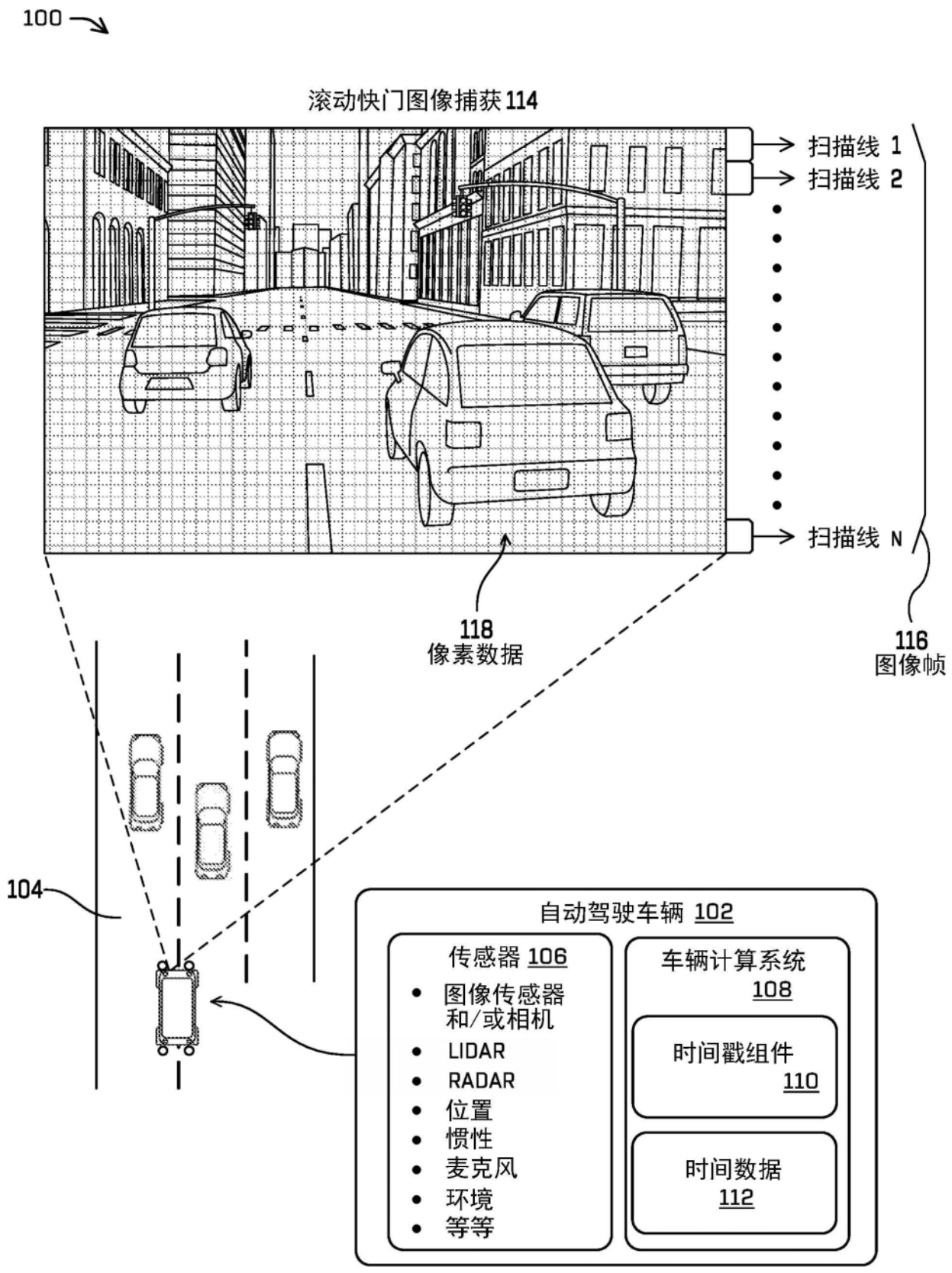

100
滚动快门图像捕获 114
扫描线 1
扫描线 2
扫描线 N
118
像素数据
116
图像帧
104
自动驾驶车辆 102
传感器 106
图像传感器和/或相机
LIDAR
RADAR
位置
惯性
麦克风
环境
等等
车辆计算系统 108
时间戳组件 110
时间数据 112

图1

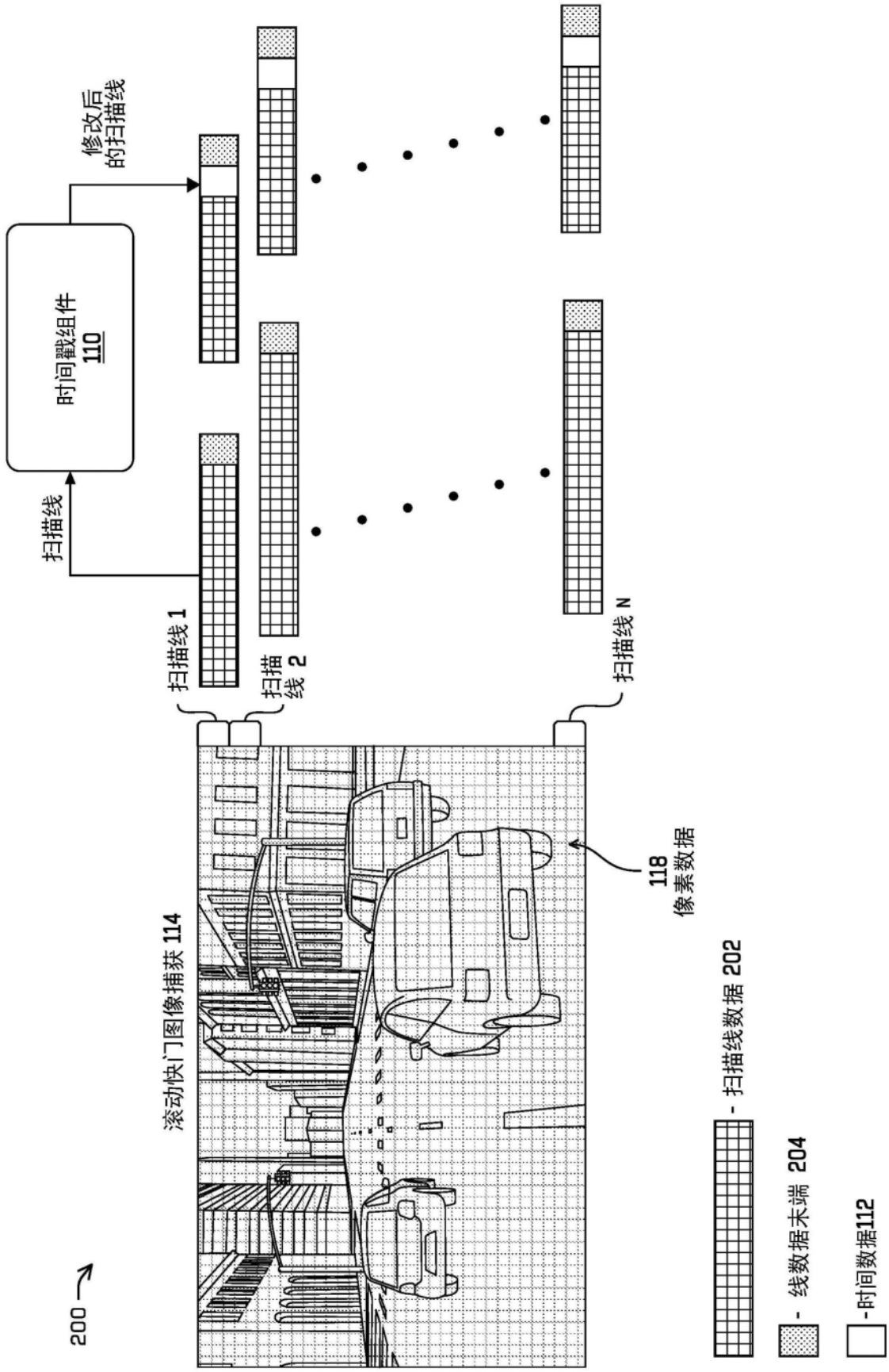

修改后的扫描线
时间戳组件 110
扫描线
扫描线 1
扫描线 2
扫描线 N
滚动快门图像捕获 114
118 像素数据
- 扫描线数据 202
- 线数据末端 204
-时间数据112
200

图2

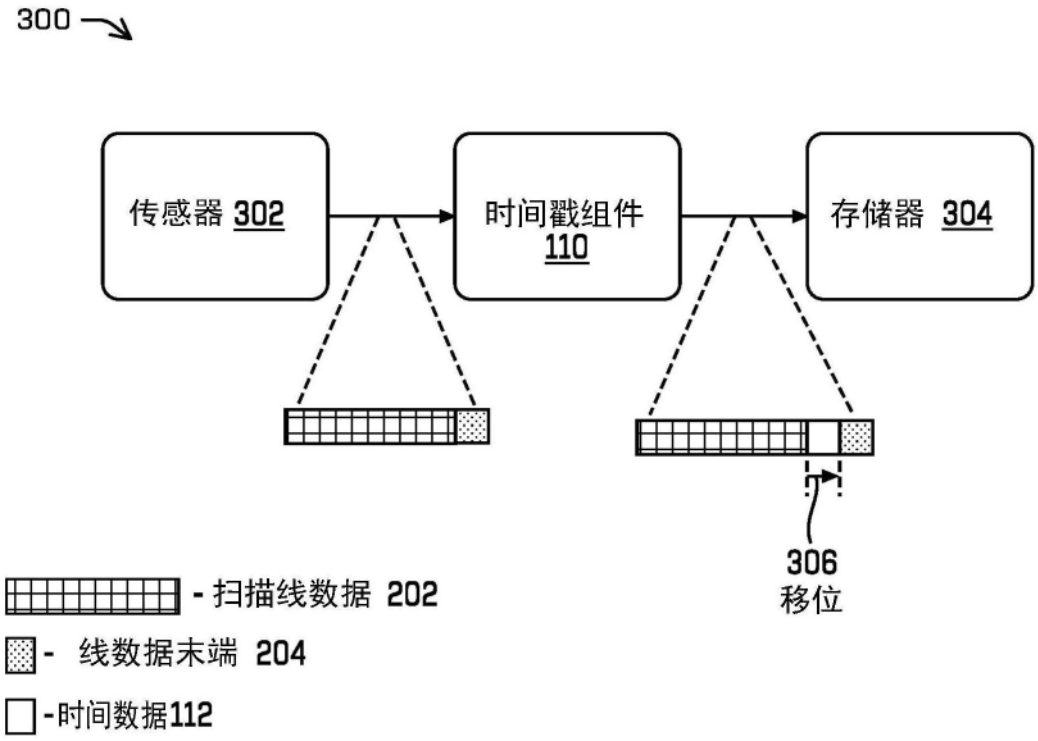

300
传感器 302
时间戳组件 110
存储器 304
306
移位
- 扫描线数据 202
- 线数据末端 204
-时间数据112

图3

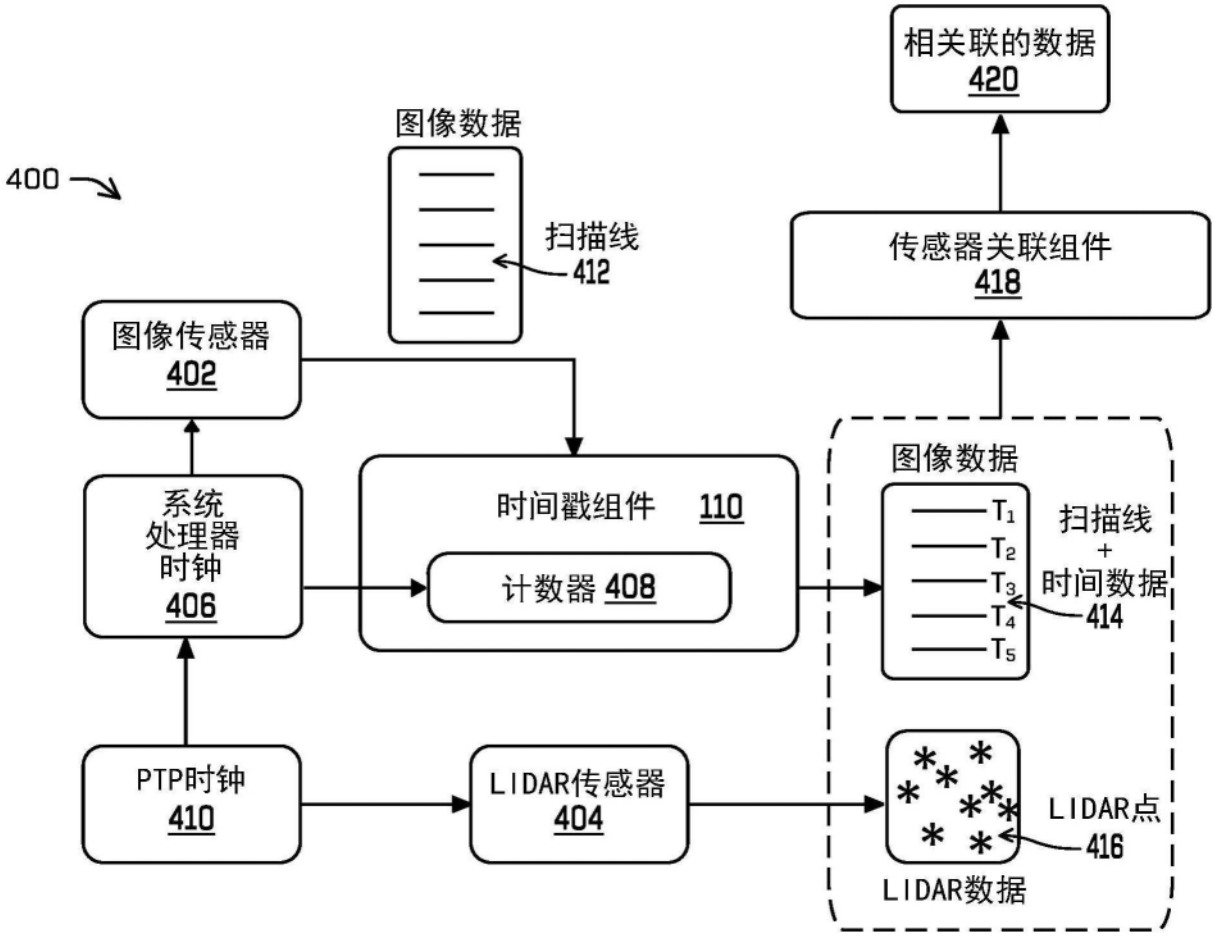

400
图像数据
扫描线
412
相关联的数据
420
传感器关联组件
418
图像传感器
402
系统
处理器
时钟
406
时间戳组件 110
计数器 408
图像数据
T1
T2
T3
T4
T5
扫描线
+
时间数据
414
PTP时钟
410
LIDAR传感器
404
LIDAR点
416
LIDAR数据

图4

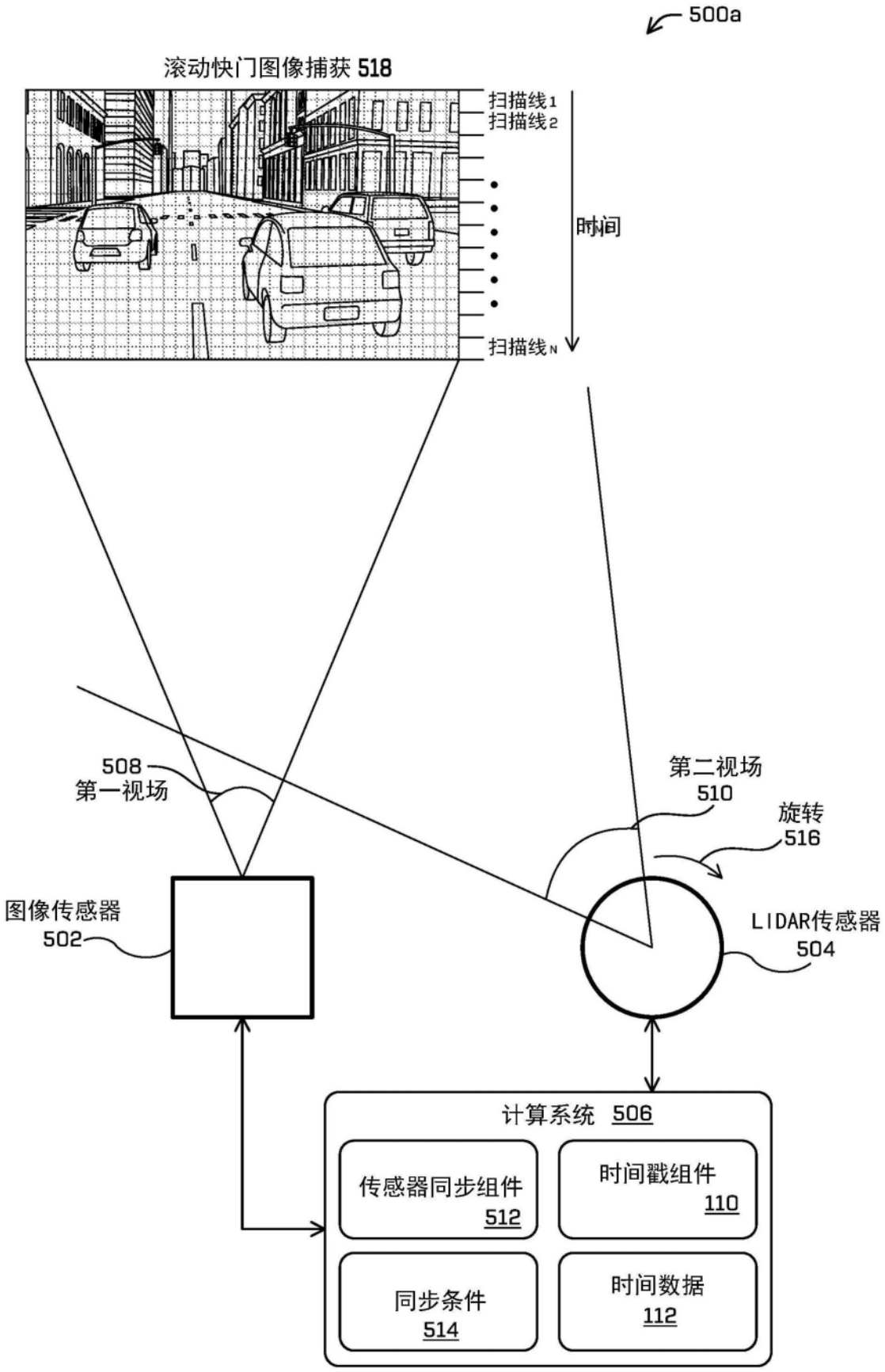

500a
滚动快门图像捕获 518
扫描线1
扫描线2
扫描线N
时间
508
第一视场
第二视场
510
旋转
516
图像传感器
502
LIDAR传感器
504
计算系统 506
传感器同步组件
512
时间戳组件
110
同步条件
514
时间数据
112

图5A

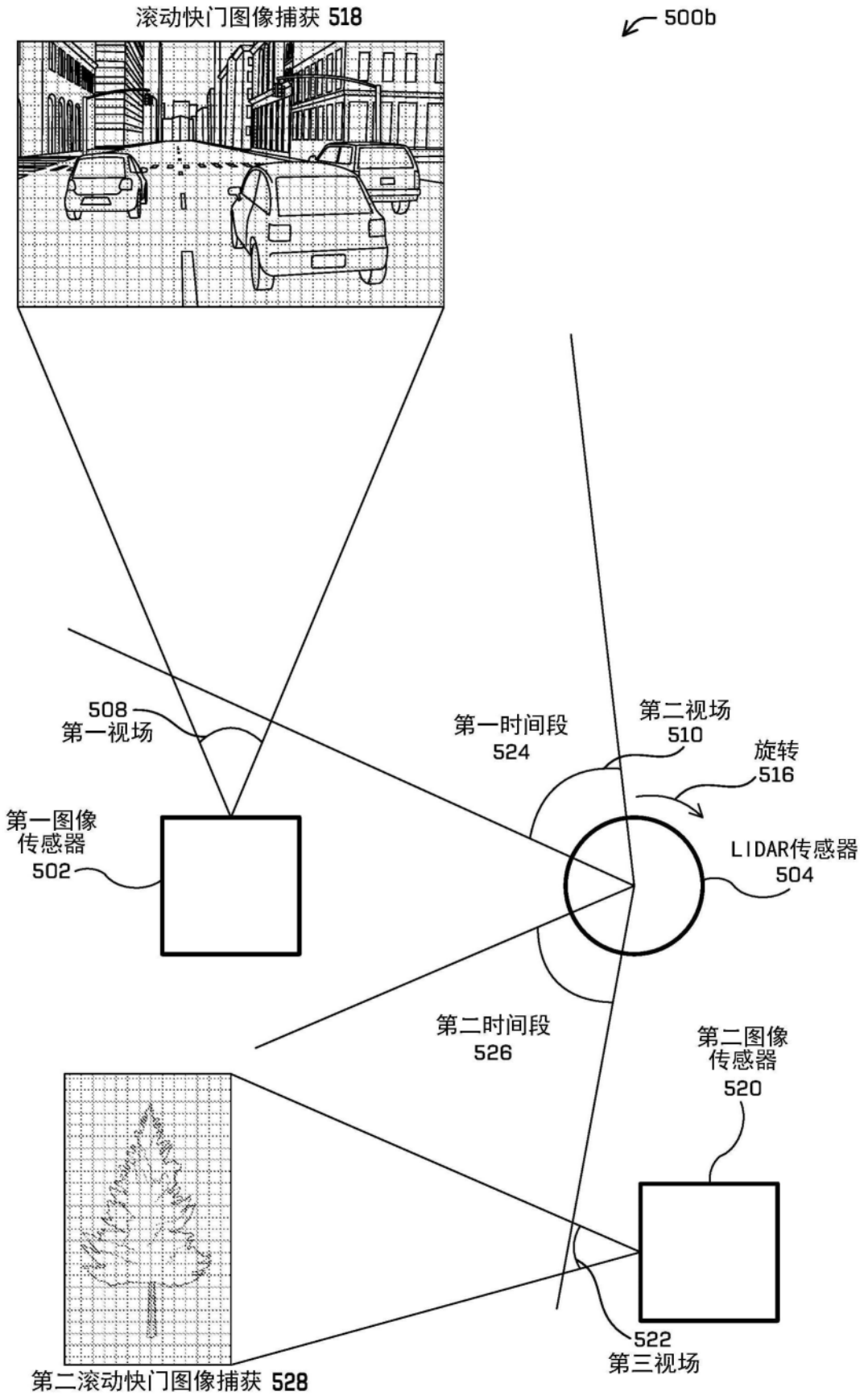

滚动快门图像捕获 518
500b
508
第一视场
第一时间段
524
第二视场
510
旋转
516
第一图像
传感器
502
LIDAR传感器
504
第二时间段
526
第二图像
传感器
520
522
第三视场
第二滚动快门图像捕获 528

图5B

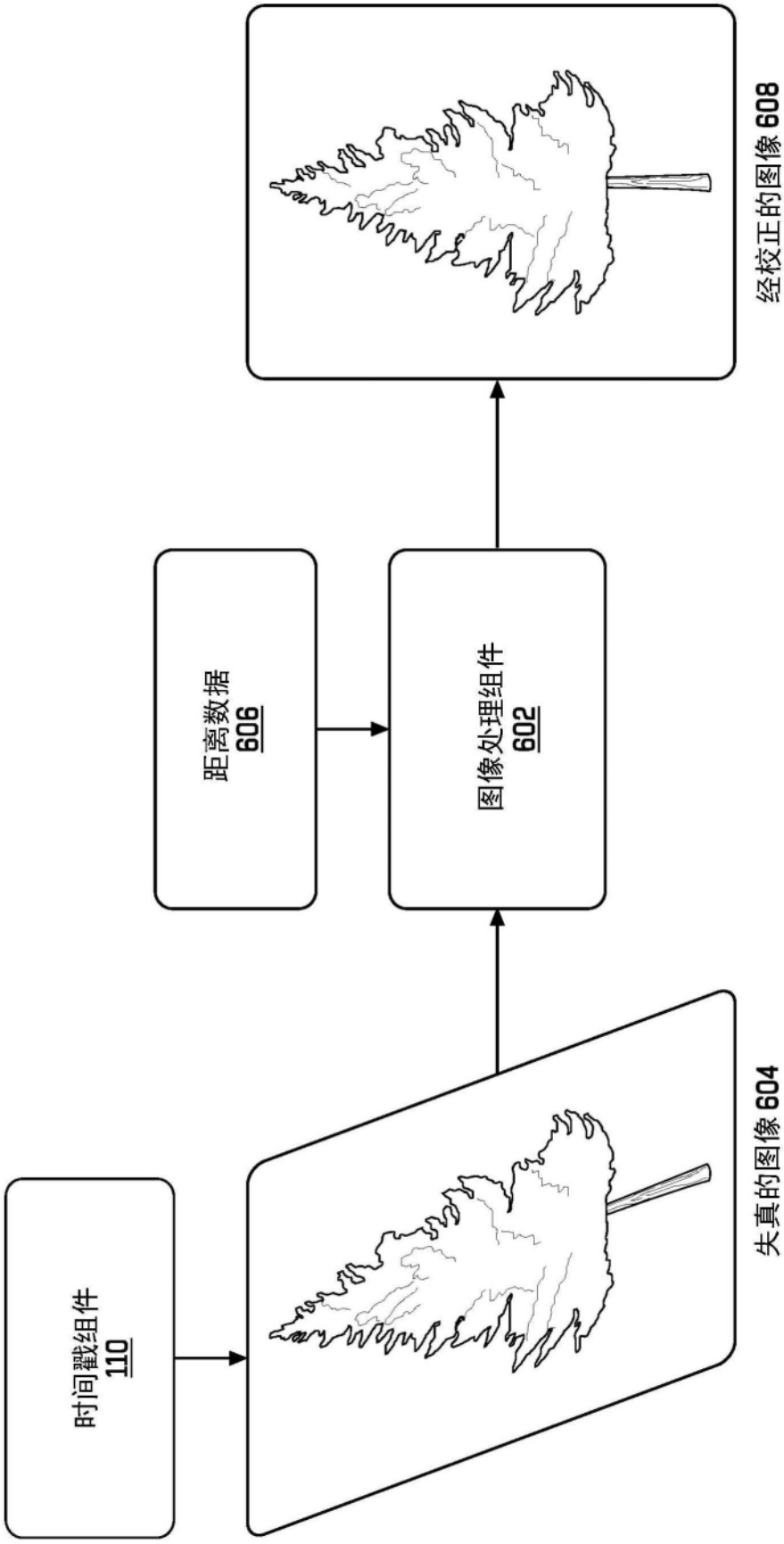


图6

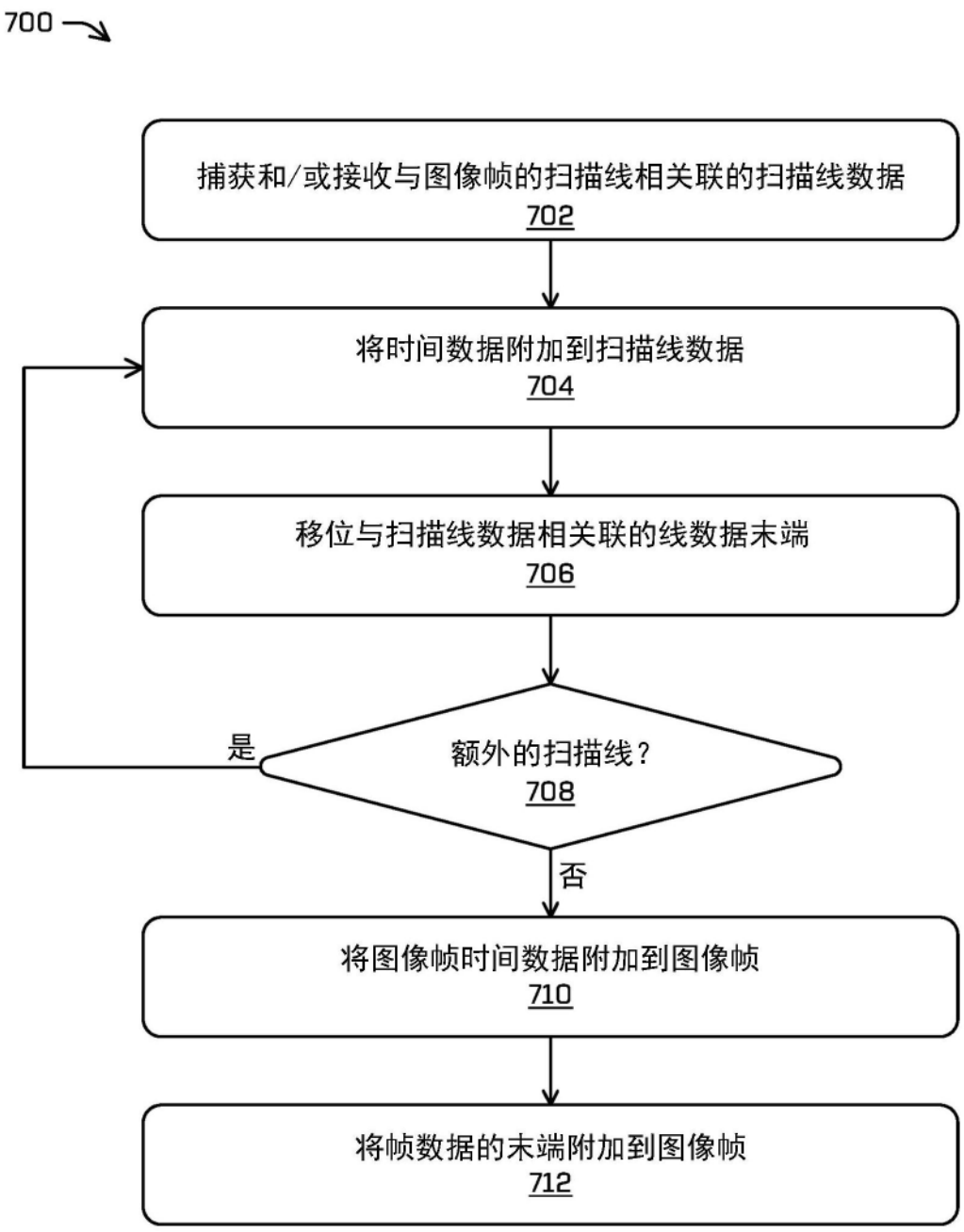

700
捕获和/或接收与图像帧的扫描线相关联的扫描线数据
702
将时间数据附加到扫描线数据
704
移位与扫描线数据相关联的线数据末端
706
额外的扫描线？
708
是
否
将图像帧时间数据附加到图像帧
710
将帧数据的末端附加到图像帧
712

图7

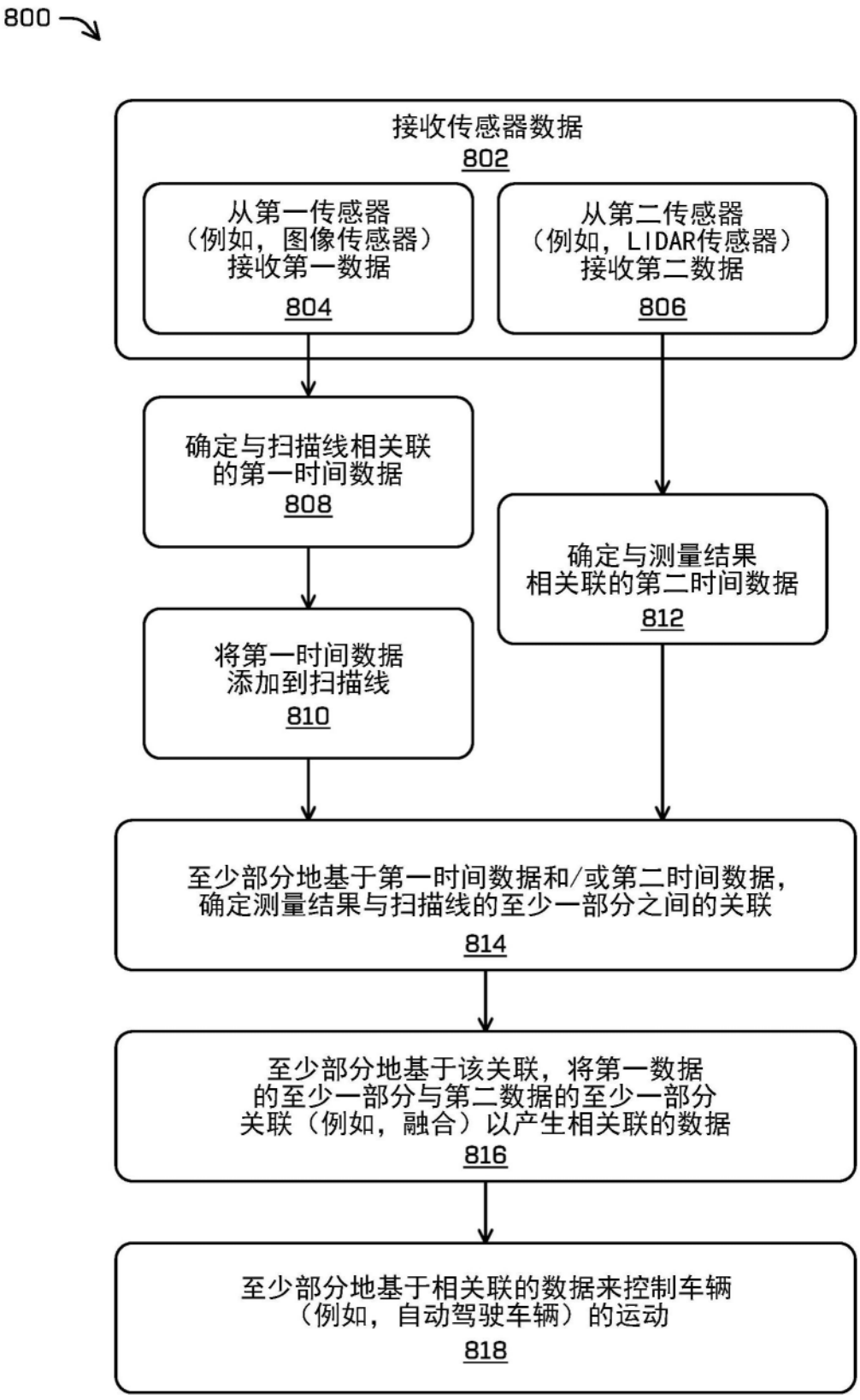

800
接收传感器数据
802
从第一传感器
（例如，图像传感器）
接收第一数据
804
从第二传感器
（例如，LIDAR传感器）
接收第二数据
806
确定与扫描线相关联
的第一时间数据
808
确定与测量结果
相关联的第二时间数据
812
将第一时间数据
添加到扫描线
810
至少部分地基于第一时间数据和/或第二时间数据，
确定测量结果与扫描线的至少一部分之间的关联
814
至少部分地基于该关联，将第一数据
的至少一部分与第二数据的至少一部分
关联（例如，融合）以产生相关联的数据
816
至少部分地基于相关联的数据来控制车辆
（例如，自动驾驶车辆）的运动
818

图8

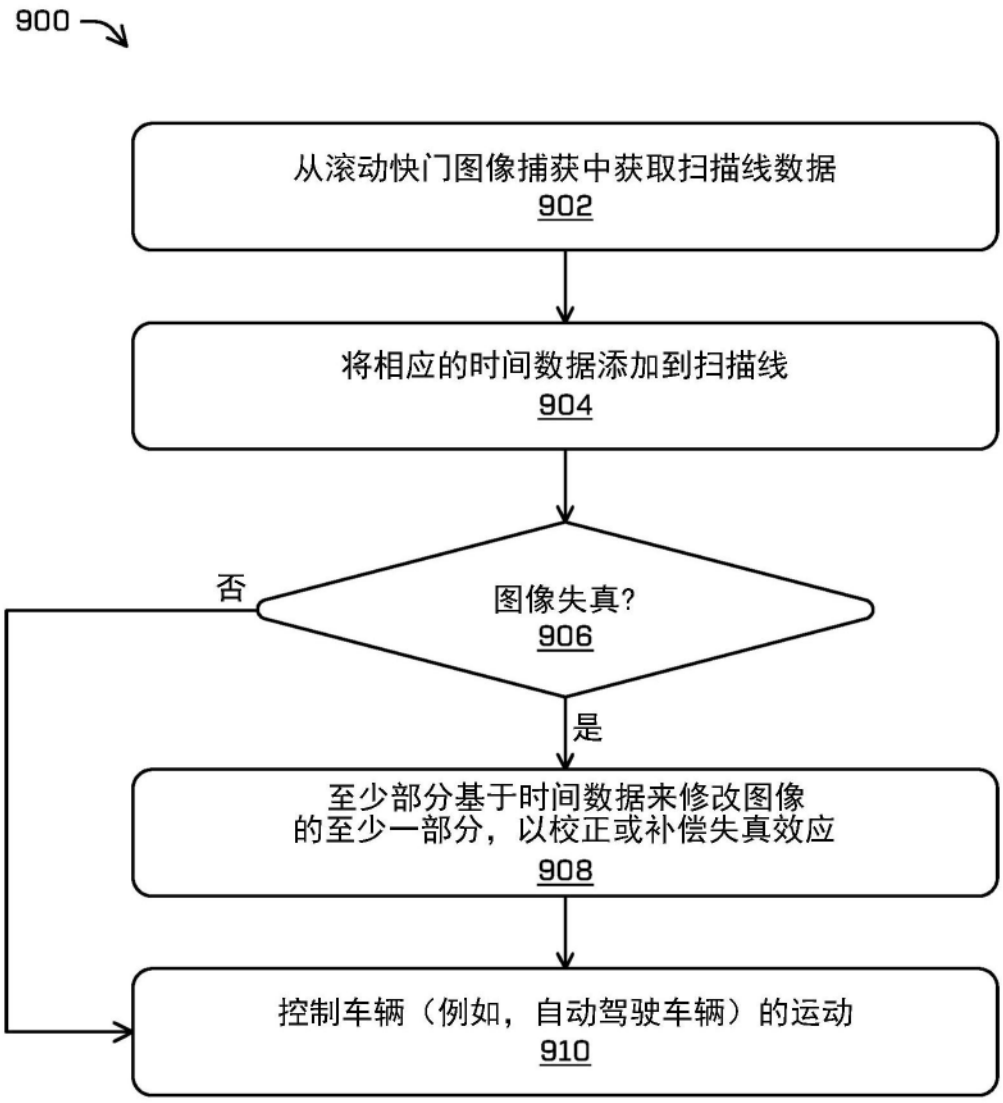

900
从滚动快门图像捕获中获取扫描线数据
902
将相应的时间数据添加到扫描线
904
图像失真?
906
否
是
至少部分基于时间数据来修改图像
的至少一部分，以校正或补偿失真效应
908
控制车辆（例如，自动驾驶车辆）的运动
910

图9

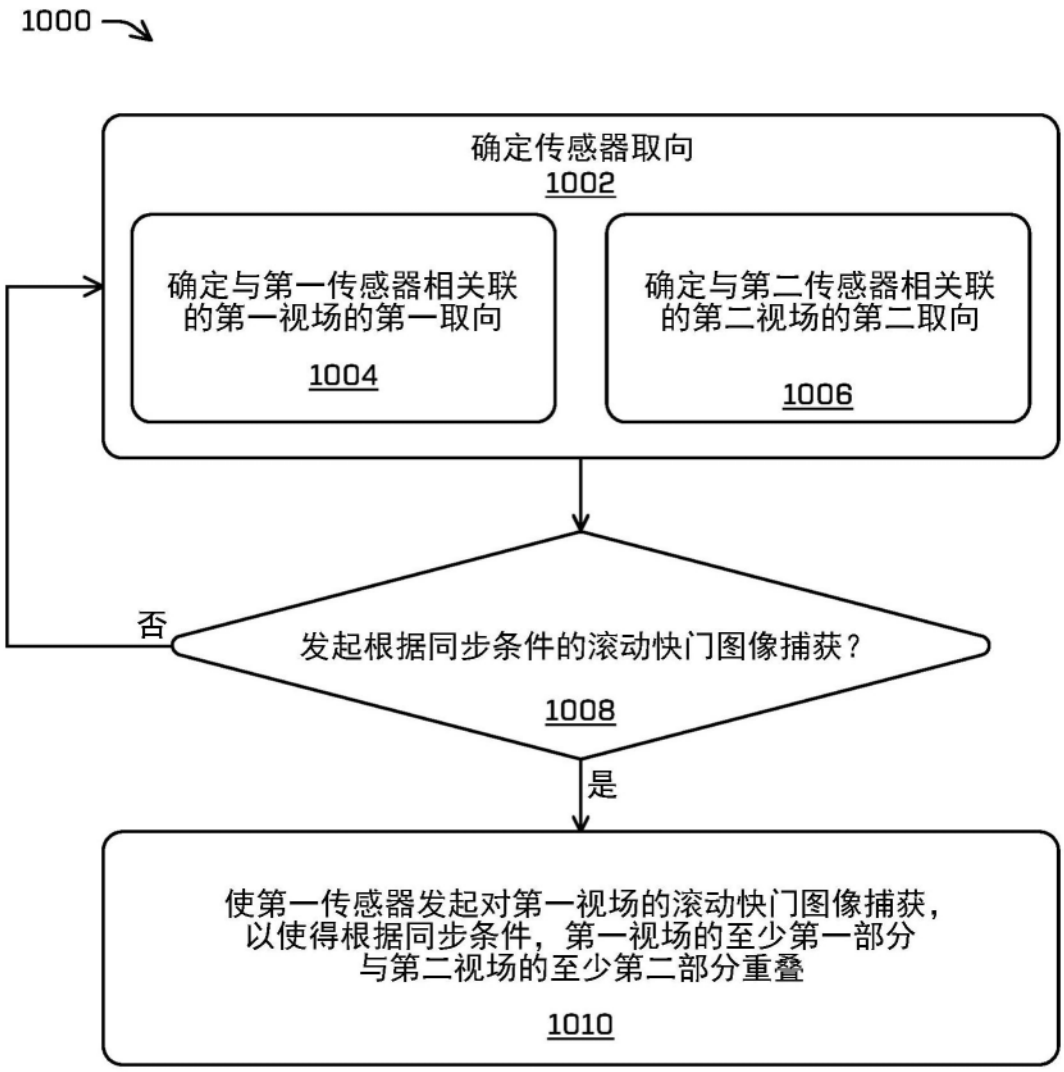

1000
确定传感器取向
1002
确定与第一传感器相关联的第一视场的第一取向
1004
确定与第二传感器相关联的第二视场的第二取向
1006
否
发起根据同步条件的滚动快门图像捕获？
1008
是
使第一传感器发起对第一视场的滚动快门图像捕获，以使得根据同步条件，第一视场的至少第一部分与第二视场的至少第二部分重叠
1010

图10

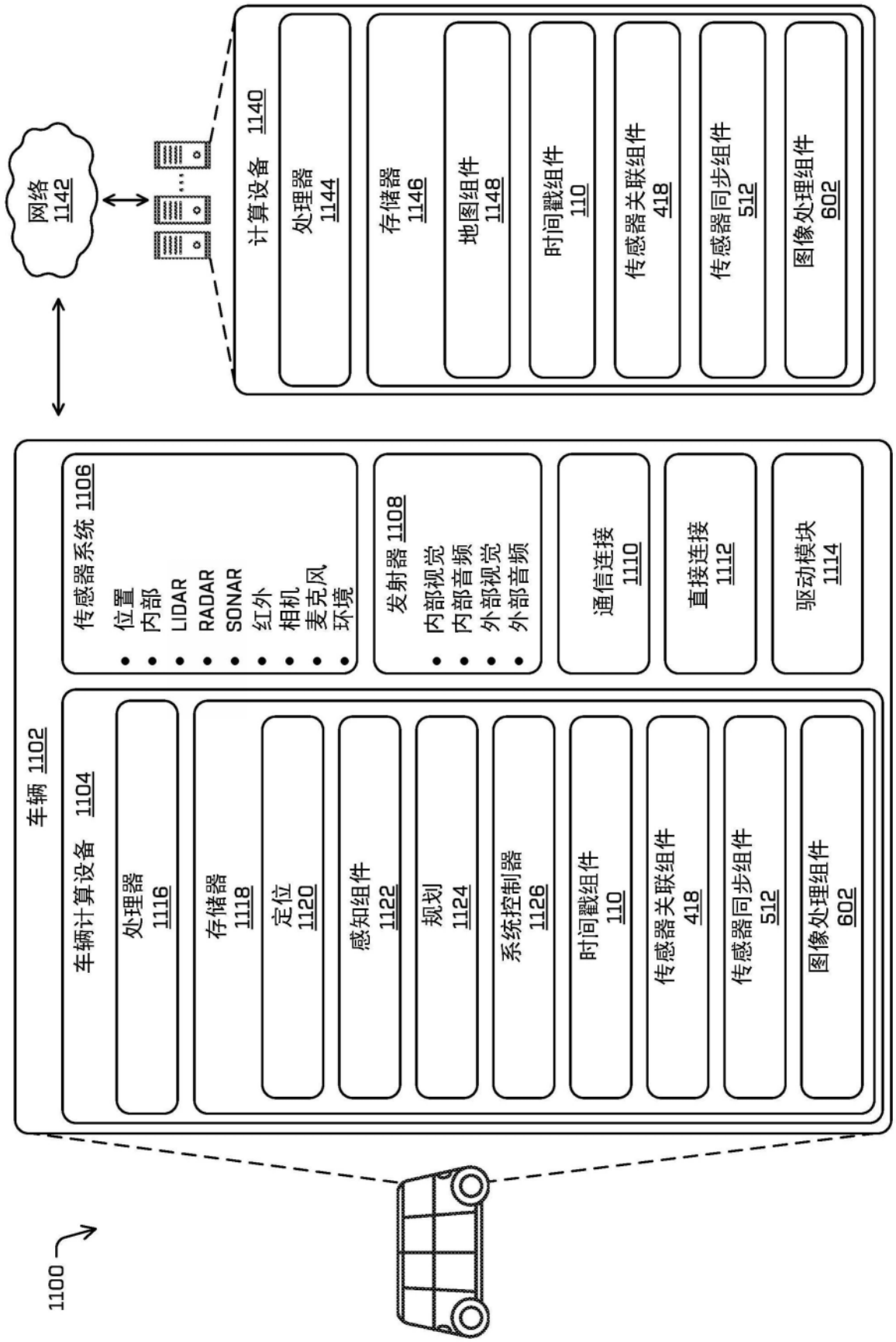

1100
车辆 1102
车辆计算设备 1104
处理器 1116
存储器 1118
定位 1120
感知组件 1122
规划 1124
系统控制器 1126
时间戳组件 110
传感器关联组件 418
传感器同步组件 512
图像处理组件 602
传感器系统 1106
位置
内部
LIDAR
RADAR
SONAR
红外
相机
麦克风
环境
发射器 1108
内部视觉
内部音频
外部视觉
外部音频
通信连接 1110
直接连接 1112
驱动模块 1114
网络 1142
计算设备 1140
处理器 1144
存储器 1146
地图组件 1148
时间戳组件 110
传感器关联组件 418
传感器同步组件 512
图像处理组件 602

图11