



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104169723 B

(45)授权公告日 2017.04.19

(21)申请号 201380012838.6

(22)申请日 2013.03.21

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104169723 A

(43)申请公布日 2014.11.26

(30)优先权数据
13/430,917 2012.03.27 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.09.05

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2013/033259 2013.03.21

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/148451 EN 2013.10.03

(73)专利权人 奥托里夫ASP股份有限公司
地址 美国犹他州

(72)发明人 C·P·博兰 E·J·贝德内尔

(74)专利代理机构 北京邦信阳专利商标代理有限公司 11012
代理人 刘金峰

(51)Int.Cl.
G01P 3/44(2006.01)

(56)对比文件
US 2007282529 A1, 2007.12.06,
US 2011015817 A1, 2011.01.20,
US 2008077284 A1, 2008.03.27,
US 2008061625 A1, 2008.03.13,
US 2010088027 A1, 2010.04.08,

审查员 李佳

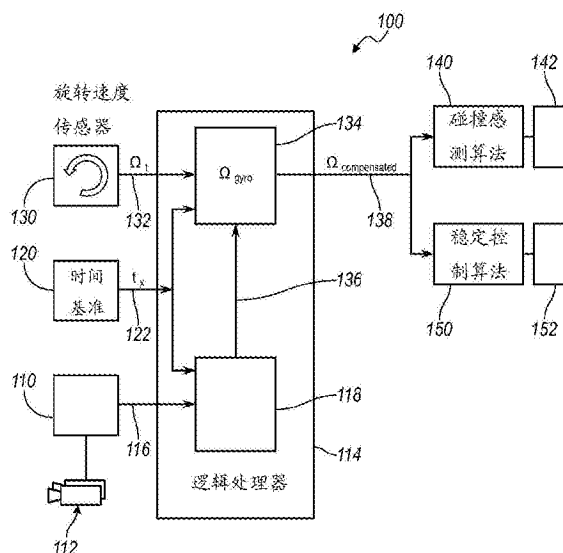
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

增强的惯性传感器

(57)摘要

本发明提供了用于增强交通工具内的惯性传感的系统。所述系统使用惯性测量单元来确定交通工具的测量的旋转速度和平移加速度。此外,所述系统还基于远程传感系统确定交通工具的估测的旋转速度和平移加速度。所述系统基于所述估测的旋转速度和平移加速度来产生补偿的旋转速度和平移加速度,以减小惯性测量单元的增益误差或偏移误差。



1. 一种用于增强交通工具内的惯性传感的系统,所述系统包括:

处理器单元;

惯性测量单元,所述惯性测量单元与所述处理器单元进行通信以产生所述交通工具的测量的旋转速度和平移加速度;

远程传感系统,所述远程传感系统与所述处理器单元进行通信以产生所述交通工具的估测的旋转速度和平移加速度;并且其中,基于所述估测的旋转速度和平移加速度,所述处理器单元产生补偿的旋转速度和平移加速度,以减小所述惯性测量单元的增益误差或偏移误差,

其中,所述远程传感系统确定处于第一交通工具位置处的所述交通工具的中心轴线与第一物体之间的第一角度,并且所述远程传感系统确定处于所述第一交通工具位置处的所述交通工具的中心轴线与第二物体之间的第二角度,

所述远程传感系统确定处于第二交通工具位置处的所述交通工具的中心轴线与第一物体之间的第三角度,并且所述远程传感系统确定处于所述第二交通工具位置处的所述交通工具的中心轴线与第二物体之间的第四角度,以及所述远程传感系统确定处于所述第一交通工具位置处的所述交通工具与第一物体之间的第一距离,并且所述远程传感系统确定处于所述第一交通工具位置处的所述交通工具与第二物体之间的第二距离,

所述远程传感系统确定处于所述第二交通工具位置处的所述交通工具与第一物体之间的第三距离,并且所述远程传感系统确定处于所述第二交通工具位置处的所述交通工具与第二物体之间的第四距离,

所述远程传感系统基于所述第一角度和所述第三角度之间的改变、所述第二角度和所述第四角度之间的改变、以及所述第一距离和所述第三距离之间的改变、所述第二距离和所述第四距离之间的改变、以及所述第一交通工具位置与所述第二交通工具位置之间消逝的时间总量来确定所述交通工具的估测的旋转速度和平移加速度,

所述估测的旋转速度和平移加速度与测量的旋转速度和平移加速度进行比较,以计算增益误差或偏移误差,由此通过对测量的旋转速度和平移加速度进行增益误差或偏移误差的修正,产生补偿的旋转速度和平移加速度,然后所述远程传感系统重新确定两个或更多个新的外部静止物体以重复上述操作。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述远程传感系统是位于所述交通工具内的视觉系统。

3. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述远程传感系统是位于交通工具内的雷达系统。

4. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述远程传感系统是位于交通工具内的全球定位系统。

5. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述处理器单元与乘员安全控制系统和电子稳定控制系统进行通信,并且其中,所述乘员安全控制系统和所述电子稳定控制系统均使用所述补偿的旋转速度和平移加速度。

6. 一种用于增强交通工具内的惯性传感的方法,所述方法包括:

使用惯性测量单元确定所述交通工具的测量的旋转速度和平移加速度;

基于与一处理器单元进行通信的远程传感系统确定所述交通工具的估测的旋转速度

和平移加速度;以及

基于所述估测的旋转速度和平移加速度产生补偿的旋转速度和平移加速度,以减小所述惯性测量单元的增益误差或偏移误差,

其中,所述远程传感系统确定处于第一交通工具位置处的所述交通工具的中心轴线与第一物体之间的第一角度,并且所述远程传感系统确定处于所述第一交通工具位置处的所述交通工具的中心轴线与第二物体之间的第二角度,

所述远程传感系统确定处于第二交通工具位置处的所述交通工具的中心轴线与第一物体之间的第三角度,并且所述远程传感系统确定处于所述第二交通工具位置处的所述交通工具的中心轴线与第二物体之间的第四角度,

所述远程传感系统确定处于所述第一交通工具位置处的所述交通工具与第一物体之间的第一距离,并且所述远程传感系统确定处于所述第一交通工具位置处的所述交通工具与第二物体之间的第二距离,

所述远程传感系统确定处于所述第二交通工具位置处的所述交通工具与第一物体之间的第三距离,并且所述远程传感系统确定处于所述第二交通工具位置处的所述交通工具与第二物体之间的第四距离,

所述远程传感系统基于所述第一角度和所述第三角度之间的改变、所述第二角度和所述第四角度之间的改变、以及所述第一距离和所述第三距离之间的改变、所述第二距离和所述第四距离之间的改变以及所述第一交通工具位置与所述第二交通工具位置之间消逝的时间总量来确定所述交通工具的估测的旋转速度和平移加速度,

所述估测的旋转速度和平移加速度与测量的旋转速度和平移加速度进行比较,以计算增益误差或偏移误差,由此通过对测量的旋转速度和平移加速度进行增益误差或偏移误差的修正,产生补偿的旋转速度和平移加速度,然后所述远程传感系统重新确定两个或更多个新的外部静止物体以重复上述操作。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中,所述处理器单元与乘员安全控制系统和电子稳定控制系统进行通信,并且其中,所述乘员安全控制系统和所述电子稳定控制系统均使用所述补偿的旋转速度和平移加速度。

增强的惯性传感器

技术领域

[0001] 本发明大体涉及增强的惯性传感器系统。

背景技术

[0002] 乘员约束系统和交通工具动态控制系统(如电子稳定控制系统)通常使用惯性传感器(例如加速度计和陀螺仪)来检测保证多种制约器/稳定致动器运行的事件。乘员约束系统通常需要检测出加速度和/或旋转速度在短时间内的相对大的、突然的变化。交通工具动态控制系统通常需要检测出加速度和旋转速度在较长时间段内的相对小的、细微的变化。通常,选择能够测量约束系统所需的较大信号并且还能够精确测量交通工具动态控制系统所需的较小信号的单一加速度计和/或单一旋转速度传感器是困难的,这是因为大信号传感器的增益和偏移误差通常大于稳定控制系统的需求。仅通过传感器的改进或自行调整来最小化加速度计和陀螺仪的增益和偏移误差通常会产生过高的成本。

发明内容

[0003] 为了满足上述需求,同时也为了克服相关技术的缺点和其它限制,本发明提供了增强惯性传感器的使用的系统。

[0004] 所述系统通过使用惯性测量单元来确定交通工具的测量旋转速度和平移加速度,所述惯性测量单元包括(例如)线性加速度计和/或旋转速度传感器(例如陀螺仪)。此外,所述系统还可基于另一传感系统(例如远程传感系统)单独确定交通工具的估测旋转速度和平移加速度。所述远程传感系统基于与交通工具外部的元件(例如道路、树或卫星)之间的相互作用来估测旋转速度和平移加速度。远程传感系统的示例可包括视觉系统、距离传感器或全球定位系统(GPS)。基于估测旋转速度和平移加速度的增益误差和偏移误差,所述系统产生补偿旋转速度和补偿平移加速度,以减小来自惯性测量单元的。如此,补偿旋转速度和补偿平移加速度允许用于感测碰撞事件的宽动态范围的惯性传感器也用于交通工具稳定性的应用。

[0005] 下文将结合相应附图和随附的权利要求对本发明进行描述,通过下文的描述,本领域技术人员能够明显看出本发明的其它目的、特征以及优势。

附图说明

[0006] 在相应附图中,零件不必按比例绘制,这些零件是为了阐述本发明的原理。此外,所有附图中,相同的附图标记指示了相同的部件。

[0007] 图1是用于处理视觉系统数据和惯性传感器数据的系统的示意图;

[0008] 图2是使用远程传感系统来增强惯性测量单元信号的方法的流程图;

[0009] 图3a和图3b是使用远程传感系统来增强惯性测量单元信号的图形示意图;

[0010] 图4是实施此处所述方法的计算机系统的示意图。

具体实施方式

[0011] 现在参考图1,附图标记100指示了包含有本发明的原理的系统。所述系统100包括被安装于交通工具上的远程传感系统,所述远程传感系统基于交通工具运行时在其周围环境中所观测到的固定物体来确定估测旋转速度和平移加速度。信号处理逻辑可使用来自远程传感系统的估测旋转速度和平移加速度来减小来自惯性测量单元的测量旋转速度和平移加速度的增益误差和偏移误差。补偿旋转速度和补偿平移加速度允许用于感测碰撞事件的宽动态范围的惯性传感器也可以用于交通工具稳定性的应用。

[0012] 系统100还可包括远程传感系统110、计时设备120、惯性测量单元130和逻辑处理器114。示例性的远程传感系统可包括(例如)视觉系统、距离传感器系统、全球定位系统(GPS)或上述系统的任一种组合。远程传感系统110可包括视觉处理器,并且可被连接到一个或多个用于接收图像的相机112。相机112可包括CCD、CMOS或原件的相似的感光序列。相机112还可包括用于聚焦或调节被接收到感光序列上的光的光学器件。感光序列随后将图像信息进行数字化,并且将其提供给远程传感系统110中的视觉处理器。可从图像数据中提取出多种特征信息以确定相机112的视图域中的物体的位置和方向。交通工具的旋转速度和平移加速度可由远程传感系统110计算出,而不依赖于惯性测量单元130。

[0013] 现在参考图2,提供了用于对惯性测量进行补偿的方法。所述方法可在软件中实施,所述软件在微控制器上实时重复地运行。在步骤1(210),远程传感系统被用于确定主交通工具外的静止物体。所述远程传感设备可包括雷达系统、视觉系统和GPS系统中的一个或多个,或上述系统的任一种组合。在步骤2(212),“三角测量”方法被用于计算主交通工具相对于静止物体的位置和方向。三角测量方法可通过测量主交通工具与两个或多个远程物体之间的距离和角度来确定主交通工具当前的位置和方向,可被理解的是,立体传感可随同单一静止物体被使用。雷达系统和视觉系统通常也使用至少两个静止的远程物体来进行三角测量。然而,GPS系统通常使用至少三颗卫星作为远程物体来进行三角测量。下文将对典型的三角测量方法进行描述。

[0014] 在步骤3(214),随着主交通工具移动到新的位置,度过了一个短的时间段(例如1秒)。在步骤4(216),三角测量方法再次被使用以计算主交通工具相对于步骤1(210)中的相同的静止物体的新的位置和新的方向。在步骤5(218),将主交通工具的新位置和新方向与其之前的位置和方向进行比较。进行计算以确定位置的改变和方向的改变。这种位置的改变和方向的改变随后被用于计算(“估测”)交通工具的平移和旋转运动。在步骤6(220),将估测的信号(即,由远程传感系统估测的交通工具的平移和旋转运动)与从惯性测量单元(IMU)传感器测量到的信号进行比较,然后计算偏移误差和/或增益误差。最后,处理器通过对测量到的信号进行修正(偏移和/或增益修正)以及使用多种用于信号处理的技术来产生补偿平移和补偿旋转运动。处理返回至步骤1(210)并继续重复。通过执行上述步骤,与IMU的测量信号相比,补偿旋转速度和补偿平移加速度提高了准确性,并且其既能满足约束控制系统的需求又能满足稳定控制系统的需求。

[0015] 下文将结合图3a对系统实现的一个示例进行描述。系统100可被集成到交通工具302中。交通工具302沿着公路308行驶。在附图标记312指示的第一个时间点处,交通工具302位于第一位置310。在第一位置310处,交通工具的中心轴线被示为318。系统100可确定

相机视图域中的多个物体,例如物体314和物体315。线316指示了物体314在视图域中的位置。如此,可确定交通工具302的中心轴线318与指示了物体314在视图域中位置的线316之间的角度 θ_{A1} 。此外,还可计算从交通工具302到物体314的距离 D_{A1} 。类似地,可确定交通工具302的中心轴线318与指示了物体315在视图域中位置的线317之间的角度 θ_{B1} ,并且可计算交通工具302到物体315的距离 D_{B1} 。

[0016] 在图3B所示的以及附图标记322所指示的第二时间点处,交通工具302已经移动至第二位置320。在第二位置320处,交通工具的中心轴线更改为由线324来指示。同样,系统100的相机112可确定视图域中由附图标记314所指示的物体或物体组。而后可计算交通工具302的中心轴线324与由线336所指示的物体314在视图域中的位置之间的角度 θ_{A2} 。此外,还可计算从交通工具302到物体314的距离 D_{A2} 。类似地,可确定交通工具302的中心轴线318与指示了物体315在视图域中位置的线337之间的角度 θ_{B2} ,并且可计算交通工具302到物体315的距离 D_{B2} 。

[0017] 如图1所示,正如线116和线122所指示的,计时设备120可将多种信号(例如 θ_{A1} 、 θ_{B1} 、 θ_{A2} 、 θ_{B2} 、 D_{A1} 、 D_{B1} 、 D_{A2} 、 D_{B2} 以及每个参数所对应的时间)提供给逻辑处理器。正如块118所指示的,逻辑处理器可从此信息中确定主交通工具在每个时间点的位置(X,Y)和方向(θ)。在每个时间点,而后主交通工具位置改变和方向的改变被用于计算(“估测”)交通工具的平移运动和旋转运动。

[0018] 如线132所指示的,将所述的测量旋转速度和平移速度提供给块134。计时设备120提供时间信号122,块134使用所述时间信号122来确定相对于时间的测量旋转速度和平移加速度。块134可接收来自块118的、由远程传感系统110所确定的估测旋转速度和平移加速度。相应地,可基于来自远程传感系统110的估测旋转速度和平移加速度对来自惯性测量单元130的测量旋转速度和平移加速度进行补偿。

[0019] 由惯性测量单元130所确定的测量旋转速度和平移加速度可由逻辑处理器114独立于远程传感系统110而计算。逻辑处理器114使用远程传感系统110的估测值来补偿测量旋转速度和平移加速度的增益误差和偏移误差,所述测量旋转速度和平移加速度来自惯性测量单元130或分别来自惯性测量单元130的每个惯性传感器。补偿的旋转速度和平移加速度($\Omega_{\text{compensated}}$, $a_{\text{compensated}}$)既可被用于碰撞感测中,又可被用于稳定性控制算法中。

[0020] 在一些实施中,可根据基于来自远程传感系统110的估测旋转速度和平移加速度的线性关系对来自惯性测量单元130的测量旋转速度和平移加速度的偏移和/或增益进行调整。例如,可基于下述关系来计算旋转速度测量值的增益和偏移:

$$[0021] \quad \Omega_{\text{remote}} = (\Omega_{\text{imu}} \times \text{gain}) + \text{offset}$$

[0022] 其中, Ω_{remote} 是来自远程传感系统的估测旋转速度,以及 Ω_{imu} 是来自惯性传感器的测量旋转速度。同样地,可基于下述关系来计算平移加速度测量值的增益和偏移:

$$[0023] \quad a_{\text{remote}} = (a_{\text{imu}} \times \text{gain}) + \text{offset}$$

[0024] 其中, a_{remote} 是来自远程传感系统的估测平移加速度,以及 a_{imu} 是来自惯性传感器的测量平移加速度。

[0025] 在一个示例中,如果远程传感系统感测到交通工具处于转弯状态,可根据由视觉系统感测到的加速度值来计算加速度计的增益。在使用陀螺仪的情况中,可根据由远程传感系统感测到的旋转速度的变化来计算改变的旋转速度的增益。在另一示例中,当交通工

具出现在长的直的道路上时(例如0.25英里的道路),可基于视觉系统来计算加速度计的偏移或改变的旋转速度的偏移。而在另一示例中,当交通工具静止时,可计算加速度计的偏移或改变的旋转速度的偏移,或者将上述两个偏移量归零。而在另一示例中,可同时实现增益和偏移。上述方案可与此处提到的任一远程传感系统相结合使用。

[0026] 可基于多种标准来自动重新计算用于来自惯性测量单元的旋转速度和平移加速度的偏移和增益的补偿值。所述标准可包括远程传感系统与惯性测量单元之间的测量偏差、周围环境温度的改变、交通工具温度的改变、感测到的道路状况(例如,预定半径范围内的连续的弧线或预定长度的直线距离)、预定时间段、或上述标准的任一组合。

[0027] 如线138所指示的,来自块134的补偿的旋转速度和平移加速度可被提供给外部系统。例如,补偿的旋转速度和平移加速度138可被提供给碰撞传感系统140,从而确定是否发生了碰撞并且控制安全系统,所述安全系统例如是安全带张紧装置或气囊控制器,正如块142所示的。此外,如块150所示,补偿的旋转速度和平移加速度138可被提供给稳定控制系统。如块152所示,稳定控制系统150可基于补偿的旋转速度和平移加速度138来控制制动系统中的制动液压力、以及主动悬架系统中的支柱压力、或主动转向系统中的转向角度。

[0028] 将所述系统设置于上述多个配置中的一个配置中既能够将宽动态范围传感器用于大信号应用又能将其用于小信号应用,而无需复杂的传感器校准技术。此外,这些配置提供了独立的真实性检验来检测传感器的失效。

[0029] 由上述系统中的任一个所提供的结果还能够通过将已知的技术与调整传感器的增益和偏移结合使用而被增强。在一个示例中,传感器信号也可被采样或过滤以提取较小的/微小的信号。在另一示例中,传感器和ECU装置可分别被温度补偿以帮助消除每个传感器的偏移误差和增益误差。

[0030] 在其它实施中,视觉系统、范围传感器或位置系统中的两个或多个可被共同使用以估测交通工具的旋转速度和平移加速度。在一个示例中,视觉系统、范围传感器和/或位置系统所估测的旋转速度和平移加速度可被结合(例如通过加权平均的方法)以提供增强的估测。当被结合使用时,可根据相对于上述实施所述的视觉系统、范围传感器和/或位置系统分别计算旋转速度和平移加速度,然后在将它们结合在一起。

[0031] 所述任一模块、服务器、路由器、存储单元、控制器或引擎可随一个或多个计算机系统被实施。如果被实施于多个计算机系统中,代码可通过应用程序接口被分发和交互。此外,每一方法可被实施于一个或多个计算机上。图4提供了一个示例性的计算机系统。计算机系统1100包括处理器1110,所述处理器1110用于执行诸如上文所讨论的方法中所述的那些指令。所述指令可被存储于计算机可读介质中,例如内存1112或存储设备1114,所述存储设备1114例如磁盘驱动器、CD或DVD。计算机可包括用于响应指令的显示控制器1116,从而在显示设备1118(例如计算机显示屏)上产生文字或图像显示。此外,处理器1110可与网络控制器1120进行通信以将数据或指令传递给其它系统(例如其它通用的计算机系统)。网络控制器1120可基于以太网或其它已知的协议进行通信,从而分布处理,或者基于多种网络技术向信息提供远程接入,所述的多种网络技术包括局域网、广域网、因特网或其它通用的网络技术。

[0032] 在可选的实施例中,专用硬件实现(例如专用集成电路、可编程逻辑阵列或其它硬件设备)可被构造,以实现此处所述的方法中的一个或多个。包括多个实施例的设备和系统

的应用可广泛地包括多个电子和计算机系统。此处所描述的一个或多个实施例可使用两个或多个特定的相互关联的硬件模块或设备及相关的控制和数据信号来实现功能,所述控制和数据信号可在两个模块及多个模块之间进行通信,或作为专用集成电路的一些部分。因此,所述现有系统包括软件、固件和硬件实施。

[0033] 根据本发明的多个实施例,此处描述的方法可由计算机系统通过软件程序的执行来实现。此外,在一个示例性而非限制性实施例中,实现方法可包括分布式处理、组件/对象分布式处理和并行处理。可选地,虚拟计算机系统处理可被构造以实现此处所述的方法或功能中的一个或多个。

[0034] 此外,此处所描述的方法可被嵌入计算机可读媒介中。术语“计算机可读媒介”包括单媒体或多媒体,例如集中式或分布式数据库、和/或存储一组或多组指令的相关缓存和服务器。术语“计算机可读媒介”也可包括任一媒质,所述的任一媒质能够存储、编码或执行一组由处理器执行的指令,或者使计算机系统执行此处所公开的方法或操作中的任一个或任多个。

[0035] 本领域技术人员可以理解的是,上文的描述仅是对本发明原理的阐述。这一描述不欲限制权利要求的范围,在所述权利要求的范围内,可对本发明进行修改、变换和改变,这将不脱离本发明的权利要求所限定的精神。

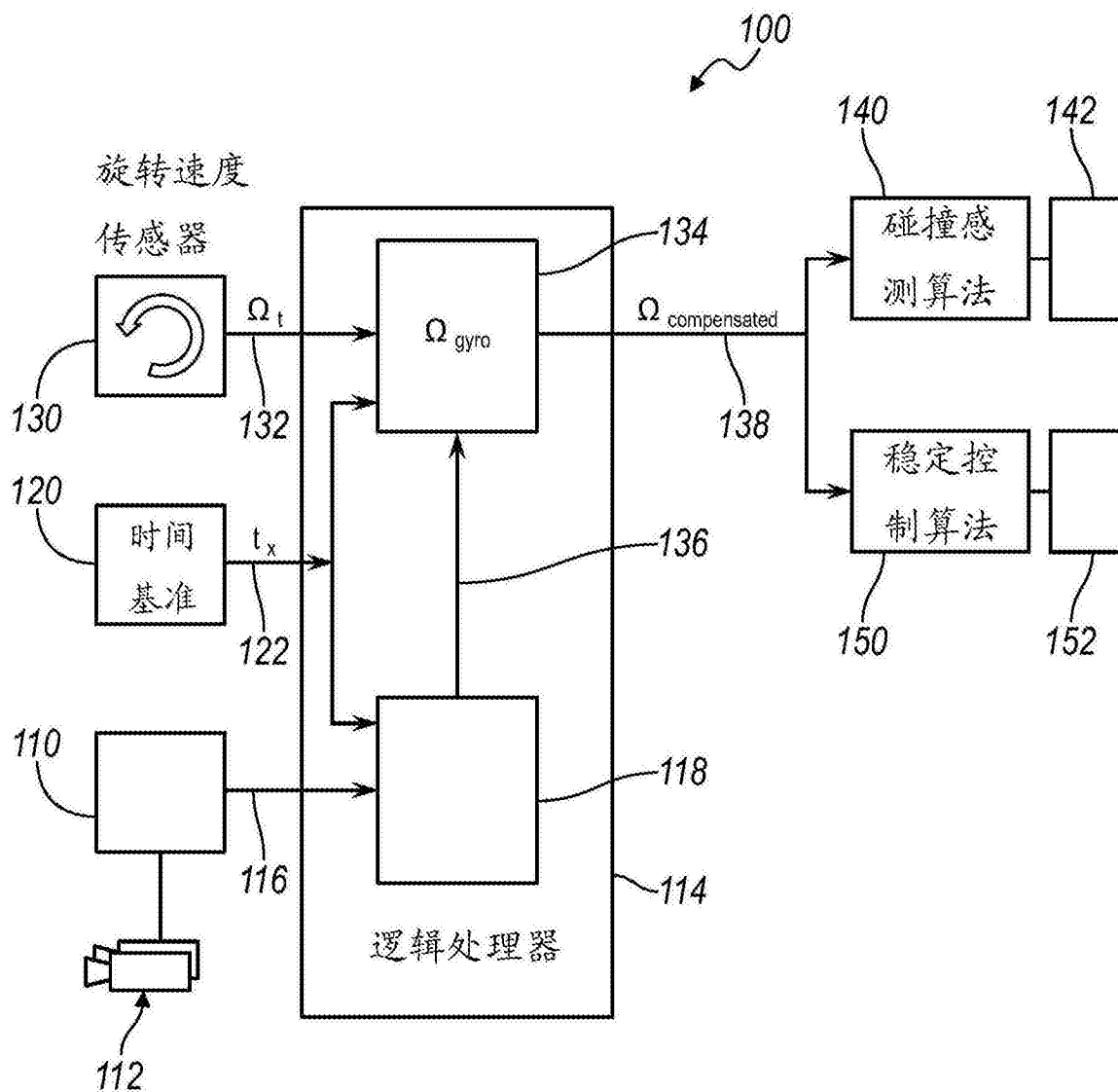


图1

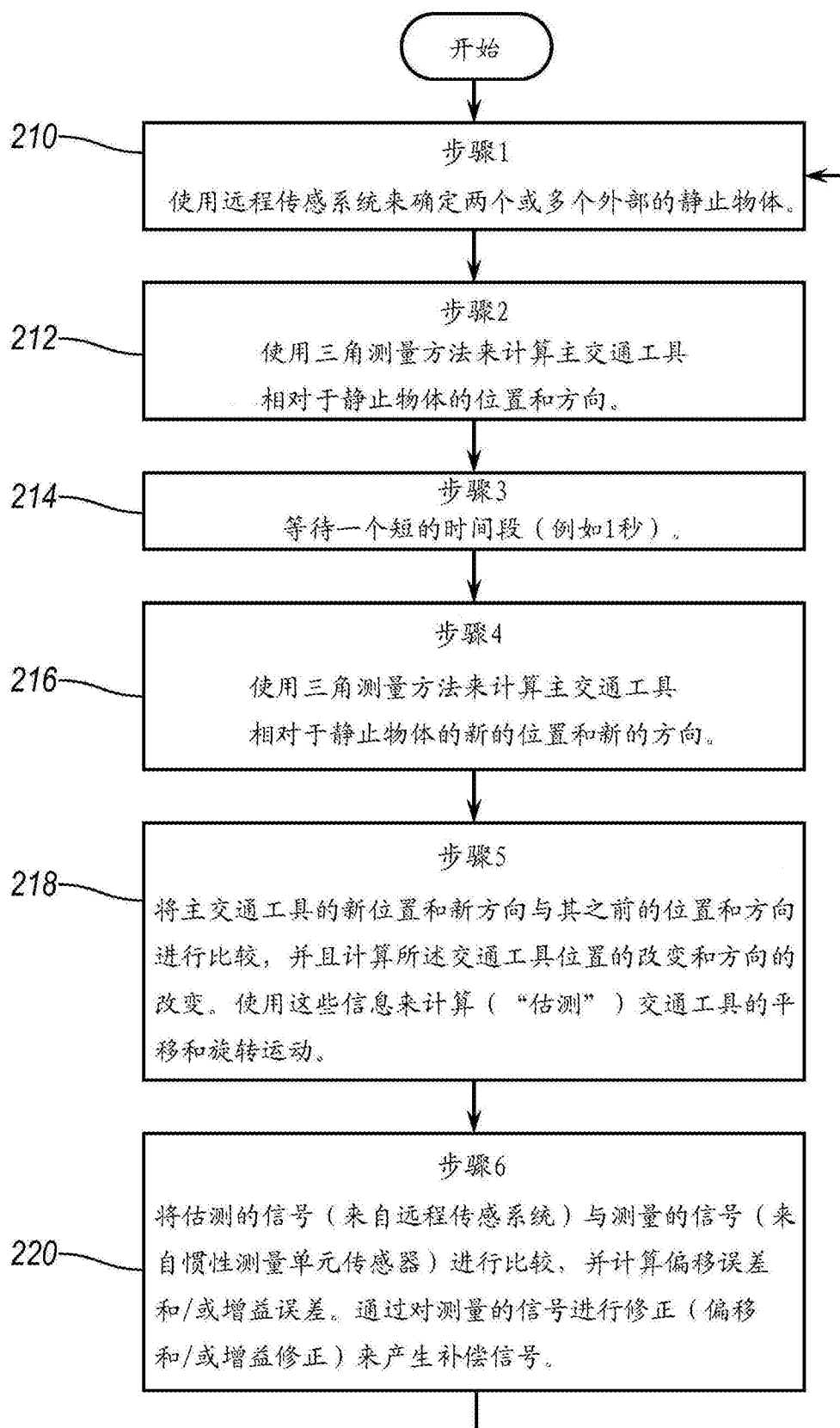


图2

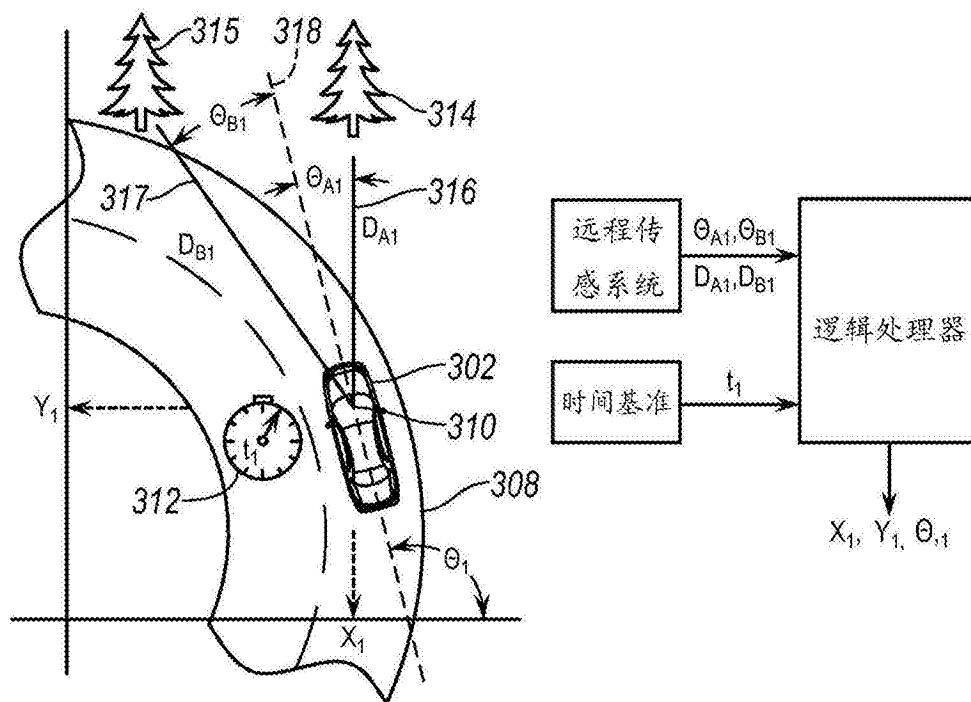


图3A

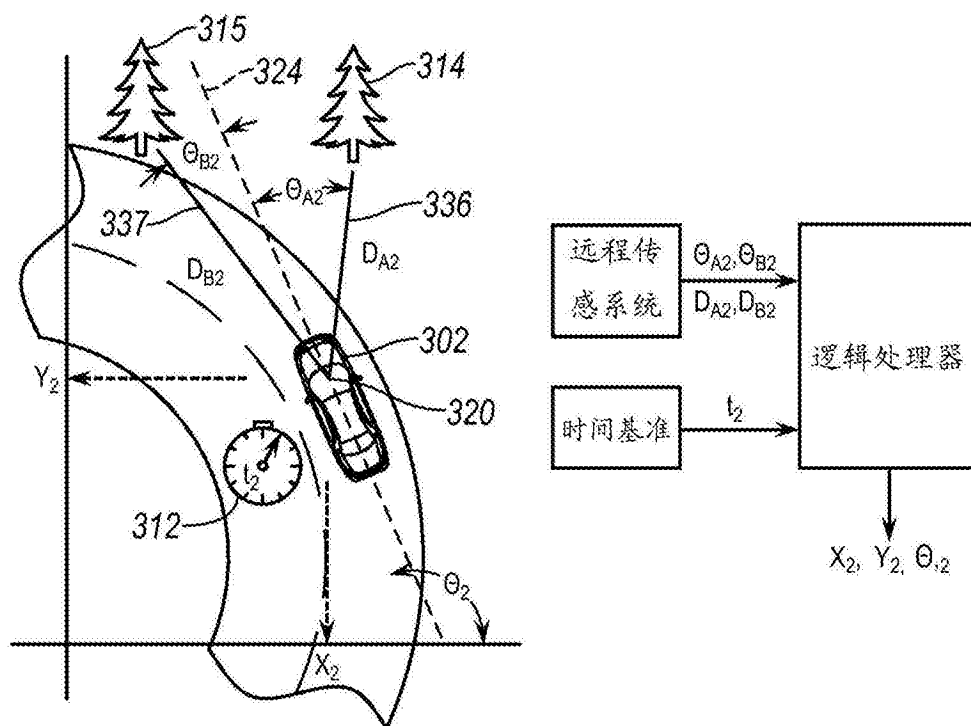


图3B

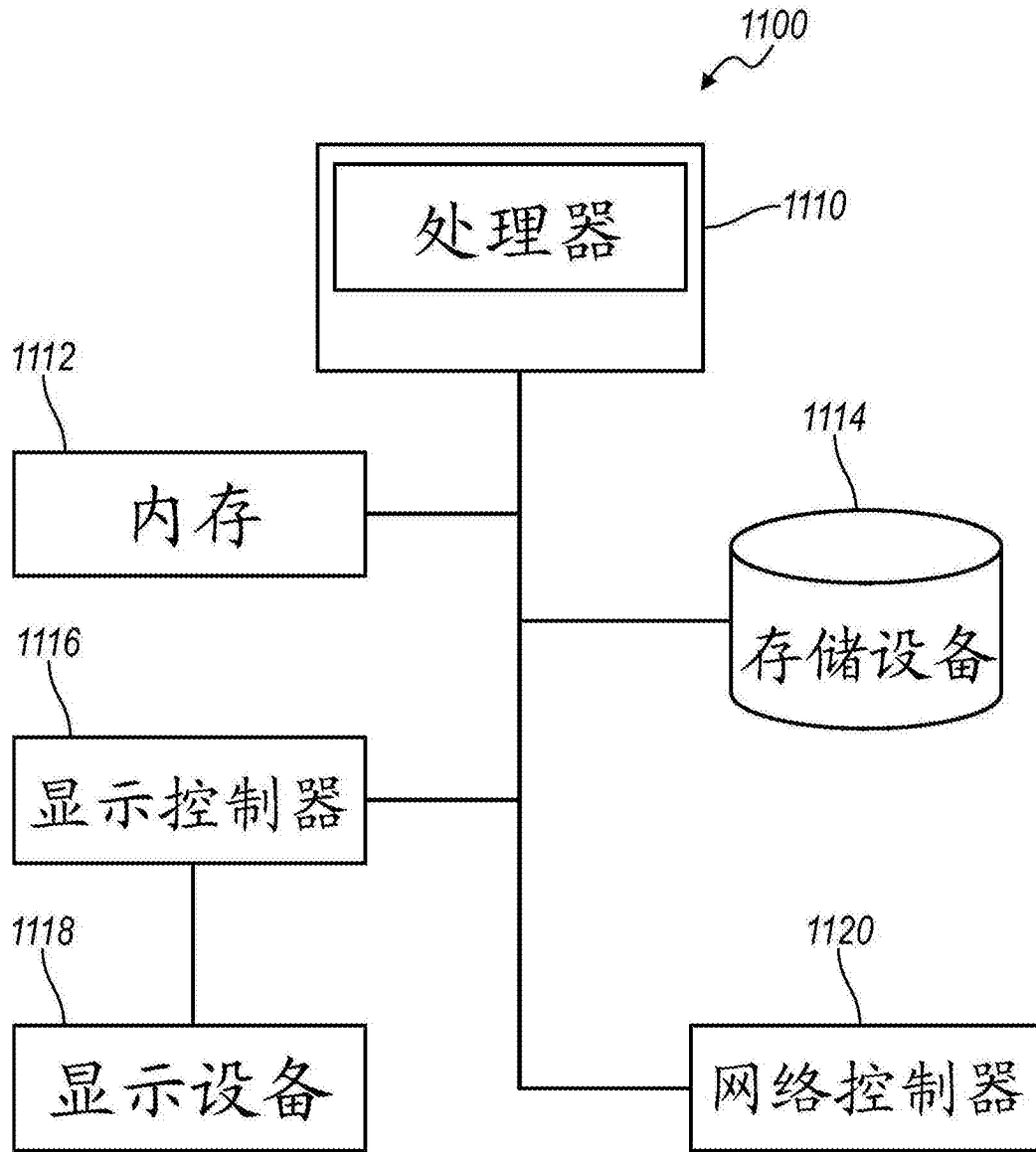


图4