



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110077407 B

(45) 授权公告日 2022. 08. 16

(21) 申请号 201910125522.7

(22) 申请日 2014.04.03

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110077407 A

(43) 申请公布日 2019.08.02

(30) 优先权数据
13/857,240 2013.04.05 US

(62) 分案原申请数据
201480032483.1 2014.04.03

(73) 专利权人 伟摩有限责任公司
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 D.多尔戈夫 A.舒尔茨
D.T.埃格诺 C.厄姆森

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

专利代理师 岳永娟

(51) Int.Cl.
B60W 30/182 (2020.01)
B60W 40/00 (2006.01)
B60W 40/08 (2012.01)

(56) 对比文件
JP 2012051441 A, 2012.03.15
CN 101746412 A, 2010.06.23
CN 102765420 A, 2012.11.07
CN 102975768 A, 2013.03.20
US 2011245992 A1, 2011.10.06
CN 101423029 A, 2009.05.06

审查员 朱志林

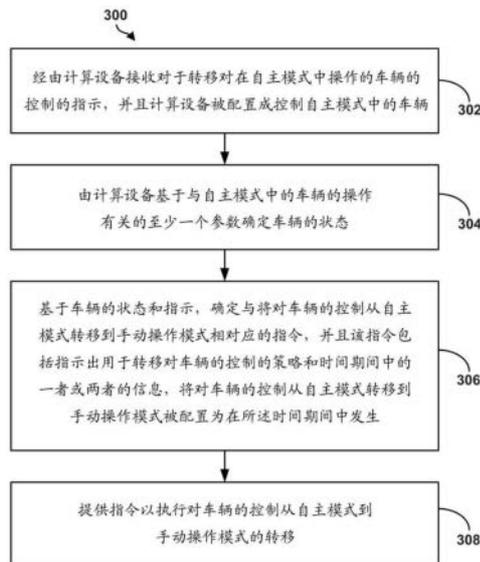
权利要求书3页 说明书15页 附图6页

(54) 发明名称

用于将对自主车辆的控制转移给驾驶员的系统和方法

(57) 摘要

描述了用于将控制转移给驾驶员的自适应方法的方法和系统。自主控制车辆的计算设备可被配置成接收通过驾驶员的指示做出的对于将车辆从自主模式转移到手动模式的请求。计算设备可基于与车辆的自主操作有关的参数来确定车辆的状态。基于车辆的状态和指示，计算设备可确定与控制转移相对应的指令，其可包括用于转移的策略和与控制转移相对应的时间期间。计算设备可提供指令以执行对车辆的控制从自主模式到手动模式的转移。



1. 一种用于将对自主车辆的控制转移给驾驶员的方法,包括:

由计算系统操作处于自主模式的车辆,其中方向盘实质上脱离所述车辆的转向系统的手动控制;

由所述计算系统接收对应于施加在所述方向盘上的扭矩超过阈值的启用信号;

在接收到所述启用信号时确定车辆状态,其中车辆状态包括车辆速度的指示;

至少部分地基于所述车辆状态,确定将车辆从自主模式转移到手动模式的转移期间,其中,所述确定的转移期间是从当所述计算系统开始减小由自主控制过程施加到所述转向系统的扭矩时到当所述转向系统的手动控制的转移完成时的持续时间;

在所述转移期间,减小由自主控制过程施加到所述转向系统的扭矩;以及

到所述转移期间结束,通过启用方向盘完成从自主模式到手动模式的转移以允许所述转向系统的手动控制并停止自主控制过程的使用;

其中,在所述转移期间,减小由自主控制过程施加到所述转向系统的扭矩包括:

以基于车辆速度的速率减小施加到所述转向系统的扭矩。

2. 如权利要求1所述的方法,其中,所述车辆状态还包括车辆方位和加速度的指示。

3. 如权利要求1所述的方法,其中,至少部分地基于所述车辆状态,确定将车辆从自主模式转移到手动模式的转移期间包括:

响应于确定车辆以低于阈值水平的速度行驶,确定低于预定持续时间的转移期间。

4. 如权利要求1所述的方法,其中,启用方向盘以控制所述转向系统包括:

确定启用方向盘以控制所述转向系统是否满足一个或多个条件,其中,一个或多个条件包括确定方向盘的控制;以及

响应于确定启用方向盘以控制所述转向系统满足一个或多个条件,启用方向盘以控制所述转向系统。

5. 如权利要求1所述的方法,其中,到所述转移期间结束,启用方向盘以控制所述转向系统来将车辆从自主模式转移到手动模式包括:

将在不同时间以自主模式操作的车辆的相应系统转移到手动模式。

6. 一种用于将对自主车辆的控制转移给驾驶员的系统,包括:

至少一个处理器;以及

存储器,其上存储有可执行指令,所述可执行指令在由所述至少一个处理器执行时使所述系统执行以下功能:

操作处于自主模式的车辆,其中方向盘实质上脱离所述车辆的转向系统的手动控制;

接收对应于施加在所述方向盘上的扭矩超过阈值的启用信号;

在接收到所述启用信号时确定车辆状态,其中车辆状态包括车辆速度的指示;

至少部分地基于所述车辆状态,确定将车辆从自主模式转移到手动模式的转移期间,其中,所述确定的转移期间是从当所述系统开始减小由自主控制过程施加到所述转向系统的扭矩时到当所述转向系统的手动控制的转移完成时的持续时间;

在所述转移期间,减小由自主控制过程施加到所述转向系统的扭矩;以及

到所述转移期间结束,通过启用方向盘完成从自主模式到手动模式的转移以允许所述转向系统的手动控制并停止自主控制过程的使用;

其中,在所述转移期间,减小由自主控制过程施加到所述转向系统的扭矩包括:

以基于车辆速度的速率减小施加到所述转向系统的扭矩。

7. 如权利要求6所述的系统,其中,所述车辆状态还包括车辆方位和加速度的指示。

8. 如权利要求6所述的系统,其中,至少部分地基于所述车辆状态,确定将车辆从自主模式转移到手动模式的转移期间包括:

响应于确定车辆以高于阈值水平的速度行驶,确定高于预定持续时间的给定的转移期间。

9. 如权利要求6所述的系统,其中,到所述转移期间结束,启用方向盘以控制所述转向系统来将车辆从自主模式转移到手动模式包括:

确定启用方向盘以控制所述转向系统是否满足一个或多个条件,其中,一个或多个条件包括确定方向盘的控制;以及

响应于确定启用方向盘以控制所述转向系统满足一个或多个条件,启用方向盘以控制所述转向系统。

10. 一种非暂态计算机可读介质,其上存储有可执行指令,所述可执行指令在由计算设备执行时使所述计算设备执行以下功能:

操作处于自主模式的车辆,其中方向盘实质上脱离所述车辆的转向系统的手动控制;

接收对应于施加在所述方向盘上的扭矩超过阈值的启用信号;

在接收到所述启用信号时确定车辆状态,其中车辆状态包括车辆速度的指示;

基于车辆状态从多个转移策略中选择优选的转移策略,以将车辆从自主模式转移到手动模式,至少一个转移策略包括:

a) 至少部分地基于所述车辆的速度,确定转移期间,其中,所述确定的转移期间是从当所述计算设备开始减小由自主控制过程施加到所述转向系统的扭矩时到当所述转向系统的手动控制的转移完成时的持续时间;

b) 在所述转移期间,减小由自主控制过程施加到所述转向系统的扭矩;以及

c) 到所述转移期间结束,通过启用方向盘完成从自主模式到手动模式的转移以允许所述转向系统的手动控制;

执行所述优选的转移策略并停止自主控制过程的使用;

其中,在所述转移期间,减小由自主控制过程施加到所述转向系统的扭矩包括:

以基于车辆速度的速率减小施加到所述转向系统的扭矩。

11. 如权利要求10所述的非暂态计算机可读介质,其中,所述车辆状态还包括车辆方位和加速度的指示。

12. 如权利要求10所述的非暂态计算机可读介质,其中,所述多个转移策略包括对应于给定的启用信号的相应转移策略。

13. 如权利要求10所述的非暂态计算机可读介质,其中,启用方向盘以控制所述转向系统包括:

确定启用方向盘以控制所述转向系统是否满足一个或多个条件,其中,一个或多个条件包括确定方向盘的控制;以及

响应于确定启用方向盘以控制所述转向系统满足一个或多个条件,启用方向盘以控制所述转向系统。

14. 如权利要求10所述的非暂态计算机可读介质,其中,由所述计算设备执行所述优选

的转移策略来将车辆从自主模式转移到手动模式包括：

将在不同时间以自主模式操作的车辆的相应系统转移到手动模式。

用于将对自主车辆的控制转移给驾驶员的系统和方法

[0001] 本申请是申请日为2014年04月03日、申请号为201480032483.1、发明名称为“用于将对自主车辆的控制转移给驾驶员的系统和方法”的PCT专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本申请涉及用于将对自主车辆的控制转移给驾驶员的系统和方法。

背景技术

[0003] 自主车辆使用各种计算系统来帮助将乘客从一个位置输送到另一位置。一些自主车辆可能要求来自操作者,诸如飞行员、驾驶员或乘客的一些初始输入或者连续输入。其它系统,例如自动驾驶系统,只有当系统已被启用时才可被使用,其准许操作者将手动模式(其中操作者对车辆的运动实行高度控制)切换到自主模式(其中车辆实质上是自身驾驶的)并且切换到处于这两者之间的某处的模式。

发明内容

[0004] 本申请公开了涉及用于在自主车辆中将控制转移给驾驶员的自适应方法的实施例。在一个方面中,本申请描述了一种方法。该方法可包括经由计算设备接收对于转移对在自主模式中操作的车辆的控制的指示,并且计算设备被配置成控制自主模式中的车辆。该方法还可包括由计算设备基于与自主模式中的车辆的操作有关的至少一个参数确定车辆的状态。该方法还可包括基于车辆的状态和指示,确定与将对车辆的控制从自主模式转移到手动操作模式相对应的指令,并且该指令包括指示出用于转移对车辆的控制的策略和时间期间中的一者或两者的信息,将对车辆的控制从自主模式转移到手动操作模式被配置为在所述时间期间中发生。该方法可额外包括提供指令以执行对车辆的控制从自主模式到手动操作模式的转移。

[0005] 在另一方面中,本申请描述了一种非暂态计算机可读介质,其上存储有在由计算设备运行时引起该计算设备执行功能的可运行指令。所述功能可包括经由计算设备接收对于转移对在自主模式中操作的车辆的控制的指示,并且计算设备被配置成控制自主模式中的车辆。所述功能还可包括由计算设备基于与自主模式中的车辆的操作有关的至少一个参数确定车辆的状态。所述功能可额外包括基于车辆的状态和指示,确定与将对车辆的控制从自主模式转移到手动操作模式相对应的指令,并且该指令包括指示出用于转移对车辆的控制的策略和时间期间中的一者或两者的信息,将对车辆的控制从自主模式转移到手动操作模式被配置成在所述时间期间中发生。所述功能还可包括提供指令以执行对车辆的控制从自主模式到手动操作模式的转移。

[0006] 在又一方面中,本申请描述了一种系统。所述系统可包括至少一个处理器。所述系统还可包括其上存储有可运行指令的存储器,所述可运行指令在由至少一个处理器运行时引起该系统执行功能,所述功能包括经由计算设备接收对于转移对在自主模式中操作的车辆的控制的指示,并且计算设备被配置成控制自主模式中的车辆。所述功能还可包括由计

算设备基于与自主模式中的车辆的操作有关的至少一个参数确定车辆的状态。所述功能可额外包括基于车辆的状态和指示,确定与将对车辆的控制从自主模式转移到手动操作模式相对应的指令,并且该指令包括指示出用于转移对车辆的控制的策略和时间期间中的一者或两者的信息,将对车辆的控制从自主模式转移到手动操作模式被配置成在所述时间期间中发生。所述功能还可包括提供指令以执行对车辆的控制从自主模式到手动操作模式的转移。

[0007] 在又一方面中,本申请描述了一种方法,包括:由计算系统操作处于自主模式的车辆,其中方向盘实质上脱离所述车辆的转向系统的手动控制;由所述计算系统接收对应于施加在所述方向盘上的扭矩超过阈值的启用信号;在接收到所述启用信号时确定车辆状态,其中车辆状态包括车辆速度的指示;至少部分地基于所述车辆状态,确定将车辆从自主模式转移到手动模式的转移期间,其中,所述确定的转移期间是从当所述计算系统开始减小由自主控制过程施加到所述转向系统的扭矩时到当所述转向系统的手动控制的转移完成时的持续时间;在所述转移期间,减小由自主控制过程施加到所述转向系统的扭矩;以及到所述转移期间结束,通过启用方向盘完成从自主模式到手动模式的转移以允许所述转向系统的手动控制并停止自主控制过程的使用。

[0008] 在又一方面中,本申请描述了一种系统,包括:至少一个处理器;以及

[0009] 存储器,其上存储有可执行指令,所述可执行指令在由所述至少一个处理器执行时使所述系统执行以下功能:

[0010] 操作处于自主模式的车辆,其中方向盘实质上脱离所述车辆的转向系统的手动控制;接收对应于施加在所述方向盘上的扭矩超过阈值的启用信号;在接收到所述启用信号时确定车辆状态,其中车辆状态包括车辆速度的指示;至少部分地基于所述车辆状态,确定将车辆从自主模式转移到手动模式的转移期间,其中,所述确定的转移期间是从当所述系统开始减小由自主控制过程施加到所述转向系统的扭矩时到当所述转向系统的手动控制的转移完成时的持续时间;在所述转移期间,减小由自主控制过程施加到所述转向系统的扭矩;以及到所述转移期间结束,通过启用方向盘完成从自主模式到手动模式的转移以允许所述转向系统的手动控制并停止自主控制过程的使用。

[0011] 在又一方面中,本申请描述了一种非暂态计算机可读介质,其上存储有可执行指令,所述可执行指令在由计算设备执行时使所述计算设备执行以下功能:

[0012] 操作处于自主模式的车辆,其中方向盘实质上脱离所述车辆的转向系统的手动控制;接收对应于施加在所述方向盘上的扭矩超过阈值的启用信号;在接收到所述启用信号时确定车辆状态,其中车辆状态包括车辆速度的指示;基于车辆状态从多个转移策略中选择优选的转移策略,以将车辆从自主模式转移到手动模式,至少一个转移策略包括:

[0013] a) 至少部分地基于所述车辆的速度,确定转移期间,其中,所述确定的转移期间是从当所述计算设备开始减小由自主控制过程施加到所述转向系统的扭矩时到当所述转向系统的手动控制的转移完成时的持续时间;

[0014] b) 在所述转移期间,减小由自主控制过程施加到所述转向系统的扭矩;以及

[0015] c) 到所述转移期间结束,通过启用方向盘完成从自主模式到手动模式的转移以允许所述转向系统的手动控制;

[0016] 执行所述优选的转移策略并停止自主控制过程的使用。

[0017] 前述概要仅是说明性的,并且并不意图以任何方式进行限制。除了上述的说明性方面、实施例及特征之外,进一步的方面、实施例及特征将通过参考附图和下面的详细描述变得明显。

附图说明

[0018] 图1是依据示例实施例的示例汽车的简要框图。

[0019] 图2是依据示例实施例的示例汽车。

[0020] 图3是将对自主车辆的控制转移给驾驶员的示例方法的流程图。

[0021] 图4A-4C是将对自主车辆的控制转移给驾驶员的额外的示例方法的流程图。

具体实施方式

[0022] 以下详细描述参考附图对所公开的系统和方法的各种特征和功能进行了描述。在图中,除非上下文另外指出,否则相似的符号标识相似的组件。本文中所描述的说明性系统和方法实施例并非意图进行限制。可容易理解,所公开的系统和方法的某些方面可以按多种不同的配置进行布置和组合,所有这些都都在本文中被设想到。

[0023] 在示例内,在自主模式中操作的车辆可被配置成将控制转移给驾驶员。车辆可被配置成在(例如,从驾驶员)接收到请求对车辆的控制的指示时不中断地在自主模式和手动模式之间转移。被配置成控制自主模式中的车辆的计算设备可通过各种指示从驾驶员接收对于对车辆的控制的请求,所述指示诸如由驾驶员对方向盘、油门或者制动装置的施力。

[0024] 另外,计算设备可基于与自主模式中的车辆的操作有关的参数来确定车辆的状态。计算设备可确定诸如与车辆的制动系统、转向系统或者油门系统相关联的信息之类的参数。额外地,计算设备可被配置成确定车辆的速度或者加速度、转向系统的当前或即将来临的转向角、所施加的制动水平或者各种参数的组合。车辆的状态可包括与新近和将来的交通模式、环境障碍物和车辆近期将发生的动作有关的信息。基于车辆的状态和指示,计算设备可被配置成确定与将对车辆的控制从自主模式转移到手动或半手动操作模式相对应的指令。指令可包括用于对车辆的控制的转移的策略和/或对控制的转移发生的时间期间。不同的参数和来自驾驶员的指示的类型可使得计算设备确定用于对车辆的控制的转移的不同策略并使用不同的时间期间来完成转移。计算设备可提供指令以执行对车辆的控制从自主模式到手动操作模式的转移并且还可执行指令来实行转移。其它实体也可执行指令。

[0025] 在一些实例中,计算设备可被配置成只在来自驾驶员的指示满足一个或多个阈值的情况下才执行将控制转移给驾驶员。例如,计算设备可被配置成只在检测到的车辆的转向系统的改变量超过一阈值的情况下才将控制转移给驾驶员。通过要求一阈值量,计算设备可确认所接收到的指示是驾驶员有意为之的,而非方向盘的偶然碰撞或者轻微改变的其它原因。

[0026] 额外地,计算设备可确定将控制从自主模式立即转移给驾驶员可能并不安全和/或并不合适,并且因此尽管从驾驶员接收到请求但也不执行移交。例如,计算设备可考虑自主操作的车辆的状态并确定转移可能要求来自驾驶员的太多的立即的动作,诸如在急转弯过程中或者在车辆正绕开道路中的物体时移交控制,等等。另外,计算设备可基于自主操作的车辆的状态确定从驾驶员接收到的指示的类型不是针对转移控制的适当指示。例如,如

果计算设备检测到由驾驶员施加力给方向盘以进行控制的指示,但车辆当前在以高速操作,则计算设备可拒绝将控制转移给驾驶员,因为在高速下立即实行转弯会不安全。

[0027] 另外,示例系统可采取非暂态计算机可读介质的形式,该非暂态计算机可读介质上存储有可由至少一个处理器运行以提供本文所述的功能的程序指令。示例系统还可采取汽车或者汽车的子系统的形式,所述汽车包括具有存储于其上的这种程序指令的这种非暂态计算机可读介质。

[0028] 现在参照附图,图1是依据示例实施例的示例汽车100的简化框图。耦合到汽车100或包括在汽车100中的组件可包括推进系统102、传感器系统104、控制系统106、外围设备108、电源110、计算设备111以及用户接口112。计算设备111可包括处理器113和存储器114。计算设备111可以是汽车100的控制器或控制器的一部分。存储器114可包括处理器113可运行的指令115,并且还可存储地图数据116。汽车100的组件可被配置成以与彼此互连和/或与耦合到各系统的其它组件互连的方式工作。例如,电源110可向汽车100的所有组件提供电力。计算设备111可被配置成从推进系统102、传感器系统104、控制系统106和外围设备108接收信息并对它们进行控制。计算设备111可被配置成在用户接口112上生成图像的显示并从用户接口112接收输入。

[0029] 在其它示例中,汽车100可包括更多、更少或不同的系统,并且每个系统可包括更多、更少或不同的组件。此外,示出的系统和组件可以按任意种的方式进行组合或划分。

[0030] 推进系统102可被配置成为汽车100提供动力运动。如图所示,推进系统102包括引擎/发动机118、能量源120、传动装置(transmission) 122和车轮/轮胎124。

[0031] 引擎/发动机118可以是或包括内燃机、电动机、蒸汽机和斯特林发动机等的任意组合。其它发动机和引擎也是可能的。在一些示例中,推进系统102可包括多种类型的引擎和/或发动机。例如,气电混合轿车可包括汽油发动机和电动机。其它示例是可能的。

[0032] 能量源120可以是向引擎/发动机118提供全部或部分动力的能量来源。也就是说,引擎/发动机118可被配置成将能量源120转换为机械能。能量源120的示例包括汽油、柴油、其它基于石油的燃料、丙烷、其它基于压缩气体的燃料、乙醇、太阳能电池板、电池和其它电力来源。(一个或多个)能量源120可以额外地或可替换地包括燃料箱、电池、电容器和/或飞轮的任意组合。在一些示例中,能量源120也可以为汽车100的其它系统提供能量。

[0033] 传动装置122可被配置成把机械动力从引擎/发动机118传送到车轮/轮胎124。为此,传动装置122可包括变速箱、离合器、差速器、驱动轴和/或其它元件。在传动装置122包括驱动轴的示例中,驱动轴可包括被配置成耦合到车轮/轮胎124的一个或多个轴。

[0034] 汽车100的车轮/轮胎124可配置为各种形式,包括单轮车、双轮车/摩托车、三轮车或者轿车/卡车四轮形式。其它车轮/轮胎形式也是可能的,诸如包括六个或更多个车轮的那些。汽车100的车轮/轮胎124可被配置成相对于其它车轮/轮胎124差速地旋转。在一些示例中,车轮/轮胎124可包括固定地附着到传动装置122的至少一个车轮和可与驱动面接触的耦合到车轮的边缘的至少一个轮胎。车轮/轮胎124可包括金属和橡胶的任意组合,或者其它材料的组合。

[0035] 推进系统102可以额外地或可替换地包括除了所示出的那些以外的组件。

[0036] 传感器系统104可包括被配置成感测关于汽车100所位于的环境的信息的若干个传感器。如图所示,传感器系统的传感器包括全球定位系统(Global Positioning System,

GPS) 模块126、惯性测量单元(inertial measurement unit,IMU) 128、无线电检测和测距(RADAR) 单元130、激光测距仪和/或光检测和测距(LIDAR) 单元132、相机134以及被配置成改变传感器的位置和/或朝向的致动器136。传感器系统104也可包括额外的传感器,包括例如监视汽车100的内部系统的传感器(例如, O_2 监视器、燃油量表、机油温度,等等)。其它传感器也是可能的。

[0037] GPS模块126可以是配置成估计汽车100的地理位置的任何传感器。为此,GPS模块126可包括被配置成基于星基定位数据估计汽车100相对于地球的位置的收发器。在示例中,计算设备111可被配置成结合地图数据116使用GPS模块126来估计汽车100可正在其上行驶的道路上的车道边界的位置。GPS模块126也可采取其它形式。

[0038] IMU 128可以是配置成基于惯性加速度来感测汽车100的位置和朝向变化的传感器的任意组合。在一些示例中,传感器的组合可包括例如加速度计和陀螺仪。传感器的其它组合也是可能的。

[0039] RADAR单元130可以被看作物体检测系统,其可被配置成使用无线电波来检测物体的特性,诸如物体的距离、高度、方向或速度。RADAR单元130可被配置成传送无线电波或微波脉冲,其可从波的路径中的任何物体反弹。物体可将波的一部分能量返回至接收器(例如,碟形天线或天线),该接收器也可以是RADAR单元130的一部分。RADAR单元130还可被配置成对接收到的信号(从物体反弹的)执行数字信号处理,并且可被配置成识别物体。

[0040] 其它类似于RADAR的系统已用在电磁波谱的其它部分上。一个示例是LIDAR(光检测和测距),其可被配置成使用来自激光的可见光,而非无线电波。

[0041] LIDAR单元132可包括传感器,该传感器被配置成使用光来感测或检测汽车100所位于的环境中的物体。通常,LIDAR是通过利用光照射目标来测量到目标的距离或目标的其它属性的光学遥感技术。作为示例,LIDAR单元132可包括被配置成发射激光脉冲的激光源和/或激光扫描仪,和被配置成接收激光脉冲的反射的检测器。例如,LIDAR单元132可包括由转镜反射的激光测距仪,并且以一维或二维围绕正被数字化的场景扫描激光,从而以指定角度间隔采集距离测量值。在示例中,LIDAR单元132可包括诸如光(例如,激光)源、扫描仪和光学器件、光检测器和接收器电子器件之类的组件,以及位置和导航系统。

[0042] 在示例中,LIDAR单元132可被配置成使用紫外光(UV)、可见光或红外光对物体成像,并且可用于广泛的目标,包括非金属物体。在一个示例中,窄激光波束可用于以高分辨率对物体的物理特征进行地图绘制。

[0043] 在示例中,从约10微米(红外)至约250纳米(UV)的范围中的波长可被使用。光通常经由后向散射被反射。不同类型的散射被用于不同的LIDAR应用,诸如瑞利散射、米氏散射和拉曼散射以及荧光。基于不同种类的后向散射,作为示例,LIDAR可因此被称为瑞利RADAR、米氏LIDAR、拉曼LIDAR以及钠/铁/钾荧光LIDAR。波长的适当组合可允许例如通过寻找反射信号的依赖波长的强度变化来对物体进行远程地图绘制。

[0044] 使用扫描LIDAR系统和非扫描LIDAR系统两者可实现三维(3D)成像。“3D选通观测激光RADAR(3D gated viewing laser radar)”是非扫描激光测距系统的示例,该系统应用脉冲激光和快速选通相机。成像LIDAR也可使用通常使用CMOS(互补金属氧化物半导体)和混合CMOS/CCD(电荷耦合器件)制造技术在单个芯片上构建的高速检测器阵列和调制灵敏检测器阵列来执行。在这些器件中,每个像素可通过以高速解调或选通来被局部地处理,以

使得阵列可被处理成表示来自相机的图像。使用此技术,可同时获取数以千计的像素以创建表示LIDAR单元132所检测的物体或场景的3D点云。

[0045] 点云可包括3D坐标系统中的一组顶点。这些顶点例如可由X、Y、Z坐标定义,并且可表示物体的外表面。LIDAR单元132可被配置成通过测量物体的表面上的大量点来创建点云,并可点云作为数据文件输出。作为通过LIDAR单元132对物体的3D扫描过程的结果,点云可用于识别物体并将物体可视化。

[0046] 在一个示例中,点云可被直接渲染以将物体可视化。在另一示例中,点云可通过可称为表面重建的过程被转换为多边形或三角形网格模型。用于将点云转换为3D表面的示例技术可包括德洛内三角剖分(Delaunay triangulation)、阿尔法形状(alpha shapes)和旋转球(ball pivoting)。这些技术包括在点云的现有顶点上构建三角形的网络。其它示例技术可包括将点云转换为体积距离场(volumetric distance field),以及通过移动立方体(marching cubes)算法重建这样定义的隐式表面。

[0047] 相机134可以是配置成捕捉汽车100所位于的环境的图像的任何相机(例如,静态相机、视频相机等)。为此,相机可被配置成检测可见光,或可被配置成检测来自光谱的其它部分的光(诸如红外光或紫外光)。其它类型的相机也是可能的。相机134可以是二维检测器,或可具有三维空间范围。在一些示例中,相机134例如可以是距离检测器,其被配置成生成指示从相机134到环境中的若干点的距离的二维图像。为此,相机134可使用一种或多种距离检测技术。例如,相机134可被配置成使用结构光技术,其中汽车100利用预定光图案,诸如栅格或棋盘格图案,对环境中的物体进行照射,并且使用相机134检测从物体的预定光图案的反射。基于反射的光图案中的畸变,汽车100可被配置成检测到物体上的点的距离。预定光图案可包括红外光或其它波长的光。

[0048] 致动器136例如可被配置成改变传感器的位置和/或朝向。

[0049] 传感器系统104可额外地或可替换地包括除了所示出的那些以外的组件。

[0050] 控制系统106可被配置成控制汽车100及其组件的操作。为此,控制系统106可包括转向单元138、油门140、制动单元142、传感器融合算法144、计算机视觉系统146、导航或路线控制(pathing)系统148以及避障系统150。

[0051] 转向单元138可以是配置成调整汽车100的前进方向或方向的机构的任意组合。

[0052] 油门140可以是配置成控制引擎/发动机118的操作速度和加速度并进而控制汽车100的速度和加速度的机构的任意组合。

[0053] 制动单元142可以是配置成使汽车100减速的机构的任意组合。例如,制动单元142可使用摩擦来减慢车轮/轮胎124。作为另一示例,制动单元142可被配置成再生式的并且将车轮/轮胎124的动能转换为电流。制动单元142也可采取其它形式。

[0054] 传感器融合算法144可以包括例如计算设备111可运行的算法(或者存储算法的计算机程序产品)。传感器融合算法144可被配置成接受来自传感器系统104的数据作为输入。所述数据可包括例如表示在传感器系统104的传感器处感测到的信息的数据。传感器融合算法144可包括例如卡尔曼滤波器、贝叶斯网络或者另外的算法。传感器融合算法144还可被配置成基于来自传感器系统104的数据来提供各种评价,包括例如对汽车100所位于的环境中的个体物体和/或特征的评估、对特定情形的评估和/或基于特定情形对可能影响的评估。其它评价也是可能的。

[0055] 计算机视觉系统146可以是被配置成处理和分析由相机134捕捉的图像以便识别汽车100所位于的环境中的物体和/或特征的任何系统,所述物体和/或特征包括例如车道信息、交通信号和障碍物。为此,计算机视觉系统146可使用物体识别算法、运动恢复结构(Structure from Motion,SFM)算法、视频跟踪或其它计算机视觉技术。在一些示例中,计算机视觉系统146可以额外地被配置成对环境进行地图绘制、跟踪物体、估计物体的速度,等等。

[0056] 导航和路线控制系统148可以是被配置成确定汽车100的驾驶路线的任何系统。导航和路线控制系统148可以额外地被配置成在汽车100处于操作中的同时动态地更新驾驶路线。在一些示例中,导航和路线控制系统148可被配置成结合来自传感器融合算法144、GPS模块126和一个或多个预定地图的数据以便为汽车100确定驾驶路线。

[0057] 避障系统150可以是被配置成识别、评估和避免或者以其它方式通过汽车100所位于的环境中的障碍物的任何系统。

[0058] 控制系统106可以额外地或可替换地包括除了所示出的那些以外的组件。

[0059] 外围设备108可被配置成允许汽车100与外部传感器、其它汽车和/或用户交互。为此,外围设备108可包括例如无线通信系统152、触摸屏154、麦克风156和/或扬声器158。

[0060] 无线通信系统152可以是被配置成直接地或经由通信网络无线耦合至一个或多个其它汽车、传感器或其它实体的任何系统。为此,无线通信系统152可包括用于直接或通过空中接口与其它汽车、传感器或其它实体通信的天线和芯片集。芯片集或无线通信系统152通常可被布置为根据一个或多个其它类型的无线通信(例如,协议)来通信,所述无线通信诸如蓝牙、IEEE 802.11(包括任何IEEE 802.11修订版)中描述的通信协议、蜂窝技术(诸如GSM、CDMA、UMTS、EV-DO、WiMAX或LTE)、紫蜂、专用短程通信(dedicated short range communications,DSRC)以及射频识别(radio frequency identification,RFID)通信,等等。无线通信系统152也可采取其它形式。

[0061] 触摸屏154可被用户用来向汽车100输入命令。为此,触摸屏154可被配置成经由电容感测、电阻感测或者表面声波过程等等来感测用户的手指的位置和移动中的至少一者。触摸屏154可能够感测在与触摸屏表面平行或与触摸屏表面在同一平面内的方向上、在与触摸屏表面垂直的方向上或者在这两个方向上的手指移动,并且还可能够感测施加到触摸屏表面的压力的水平。触摸屏154可由一个或多个半透明或透明绝缘层和一个或多个半透明或透明导电层形成。触摸屏154也可采取其它形式。

[0062] 麦克风156可被配置成从汽车100的用户接收音频(例如,声音命令或其它音频输入)。类似地,扬声器158可被配置成向汽车100的用户输出音频。

[0063] 外围设备108可以额外地或可替换地包括除了所示出的那些以外的组件。

[0064] 电源110可被配置成向汽车100的一些或全部组件提供电力。为此,电源110可包括例如可再充电锂离子或铅酸电池。在一些示例中,一个或多个电池组可被配置成提供电力。其它电源材料和配置也是可能的。在一些示例中,电源110和能量源120可一起实现,如一些全电动车中那样。

[0065] 包括在计算设备111中的处理器113可包括一个或多个通用处理器和/或一个或多个专用处理器(例如,图像处理器、数字信号处理器等)。就处理器113包括多于一个处理器而言,这种处理器可单独工作或组合工作。计算设备111可被配置成例如基于通过用户接口

112接收的输入控制汽车100的功能。

[0066] 存储器114进而可包括一个或多个易失性存储组件和/或一个或多个非易失性存储组件,诸如光、磁和/或有机存储装置,并且存储器114可全部或部分与处理器113集成。存储器114可包含可由处理器113运行的指令115(例如,程序逻辑),以运行各种汽车功能,包括本文中描述的功能或方法中的任何一个。

[0067] 汽车100的组件可被配置成以与在其各自的系统内部和/或外部的其它组件互连的方式工作。为此,汽车100的组件和系统可通过系统总线、网络和/或其它连接机制(未示出)通信地链接在一起。

[0068] 另外,尽管组件和系统的每一个被示出为集成到汽车100中,但是在一些示例中,一个或多个组件或系统可使用有线或无线连接来可移除地安装在汽车100上或以其它方式连接(机械地或电气地连接)至汽车100。

[0069] 汽车100可包括除了所示出的那些或代替所示出的那些的一个或多个元件。例如,汽车100可包括一个或多个额外的接口和/或电源。其它额外的组件也是可能的。在这些示例中,存储器114还可包括指令,其可被处理器113运行来控制额外的组件和/或与额外的组件通信。

[0070] 图2图示了依据实施例的示例汽车200。具体地,图2示出了汽车200的右侧视图、前视图、后视图和顶视图。虽然汽车200在图2中被图示为轿车,但其它示例是可能的。例如,汽车200可表示卡车、厢式货车、半挂卡车、摩托车、高尔夫球车、越野车或者农场车辆,以及其它示例。如图所示,汽车200包括第一传感器单元202、第二传感器单元204、第三传感器单元206、无线通信系统208和相机210。

[0071] 第一、第二和第三传感器单元202-206中的每一者可包括全球定位系统传感器、惯性测量单元、RADAR单元、LIDAR单元、相机、车道检测传感器和声学传感器的任意组合。其它类型的传感器也是可能的。

[0072] 尽管第一、第二和第三传感器单元202被示为安装在汽车200上的特定位置中,但在一些示例中,传感器单元202可安装在汽车200上的别处,在汽车200内部或外部。另外,尽管只示出了三个传感器单元,但在一些示例中,汽车200中可包括更多或更少的传感器单元。

[0073] 在一些示例中,第一、第二和第三传感器单元202-206中的一个或多个可包括一个或多个可移动底座,传感器可以可移动地安装在底座上。可移动底座可包括例如旋转平台。安装在旋转平台上的传感器可被旋转以使得传感器可获得来自汽车200周围的每个方向的信息。可替换地或额外地,可移动底座可包括倾斜平台。安装在倾斜平台上的传感器可在特定的角度和/或方位范围内被倾斜以使得传感器可获得来自各种角度的信息。可移动底座也可采取其它形式。

[0074] 另外,在一些示例中,第一、第二和第三传感器单元202-206中的一个或多个可包括一个或多个致动器,这些致动器被配置成通过移动传感器和/或可移动底座来调整传感器单元中的传感器的位置和/或朝向。示例致动器包括发动机、气动致动器、液压活塞、继电器、螺线管和压电致动器。其它致动器也是可能的。

[0075] 无线通信系统208可以是配置成直接地或者经由通信网络来无线地耦合到一个或多个其它汽车、传感器或其它实体的任何系统,如以上相对于图1中的无线通信系统152

所述的那样。尽管无线通信系统208被示为位于汽车200的顶盖上,但在其它示例中,无线通信系统208可以完全或部分地位于别处。

[0076] 相机210可以是被配置成捕捉汽车200所位于的环境的图像的任何相机(例如,静态相机、视频相机,等等)。为此,相机210可采取如以上相对于图1中的相机134所述的任何形式。尽管相机210被示为安装在汽车200的前挡风玻璃内部,但在其它示例中,相机210可安装在汽车200上的别处,在汽车200内部或外部。

[0077] 汽车200可包括除了所示出的那些或代替所示出的那些的一个或多个其它组件。

[0078] 汽车200的控制系统可被配置成依据来自多个可能的控制策略中的一控制策略控制汽车200。控制系统可被配置成从耦合到汽车200(在汽车200上或汽车200外)的传感器接收信息,基于该信息修改控制策略(以及相关关联的驾驶行为),并且依据经修改的控制策略控制汽车200。控制系统进一步可被配置成监视从传感器接收到的信息,并且持续评估驾驶状况;并且也可被配置成基于驾驶状况的变化修改控制策略和驾驶行为。

[0079] 图3是将对自主车辆的控制转移给驾驶员的方法300的流程图。

[0080] 方法300可包括如一个或多个方框302-308所图示的一个或多个操作、功能或动作。虽然方框按先后顺序图示出,但这些方框在一些情况下可并行执行和/或按与本文中描述的顺序不同的顺序执行。另外,各种方框可基于期望的实现方式组合成更少的方框,分割成额外的方框,和/或被移除。

[0081] 此外,对于本文中公开的方法300以及其它过程和方法,流程图示出了当前实施例的一个可能实现方式的功能和操作。就这一点而言,每个方框可代表程序代码的模块、片段或部分,其包括用于实现过程中的特定逻辑功能或步骤的处理器可运行的一个或多个指令。程序代码可被存储在任意类型的计算机可读介质或存储器中,诸如例如包括盘或硬盘驱动器的存储设备。计算机可读介质可包括非暂态计算机可读介质,诸如例如像寄存器存储器、处理器缓存和随机访问存储器(Random Access Memory, RAM)那样短时间存储数据的计算机可读介质。计算机可读介质还可包括诸如次级或永久长期存储装置之类的非暂态介质或存储器,例如像只读存储器(read only memory, ROM)、光盘或磁盘、致密盘只读存储器(compact-disc read only memory, CD-ROM)。计算机可读介质也可以是任何其它易失性或非易失性存储系统。计算机可读介质可被看作例如计算机可读存储介质、有形存储设备或者其它制品。

[0082] 此外,对于本文中公开的方法300以及其它过程和方法,图3中的每个方框可代表被连线以执行过程中的特定逻辑功能的电路。

[0083] 在块302,方法300涉及经由计算设备接收对于转移对在自主模式中操作的车辆的控制的指示,并且计算设备被配置成控制自主模式中的车辆。自主控制车辆的计算设备可被配置成对于来自驾驶员的请求切换到对车辆的手动控制的各种类型的指示进行连续监视。计算设备可被配置成检测和接收来自驾驶员的各种指示,诸如对油门、制动装置或者方向盘等等的手动使用。在一个实现方式中,车辆可被配置有按钮、开关或者类似的接口以用于从驾驶员接收对于从自主模式转移到手动模式的指示。另外,计算设备可使用各种装置来检测指示,包括量表、传感器或者其它组件。

[0084] 此外,在自主模式中控制车辆的计算设备可被配置成确定所接收的指示超过一阈值以避免检测到错误指示。例如,计算设备可被配置成确定由驾驶员在车辆的转向系统中

进行的手动改变(例如,转动方向盘)在一阈值之上,并且与对自主模式中的车辆的控制无关。计算设备可被配置成通过使用一阈值避免在驾驶员偶然碰撞到方向盘、并不想要将控制转移到手动操作模式的情况下将控制转移给驾驶员。类似地,计算设备可被配置成在检测到驾驶员使用了车辆的制动系统之后将控制移交给驾驶员。在一些示例中,计算设备可要求施加到制动装置的压力超过一阈值或者制动系统的总体改变超过一阈值水平。

[0085] 另外,计算设备可被配置成检测油门系统中的改变并且确定该改变是否表示来自驾驶员的指示。例如,计算设备可正自主模式下对车辆施行制动,并且检测到驾驶员在手动地加油门。计算设备可确定该手动加油门是对于将控制转移给驾驶员的指示。其它形式的指示也可被计算设备检测到。

[0086] 在块304,方法300还涉及由计算设备基于与自主模式中的车辆的操作有关的至少一个参数确定车辆的状态。计算设备可确定与自主模式中的车辆的操作有关的各种参数,诸如与车辆的制动系统、转向系统或者油门系统相关联的信息。与车辆的制动系统、转向系统、油门系统和其它系统相关联的信息例如可包括当前使用水平、先前的动作或者将来的动作。

[0087] 使用这些参数,计算设备可确定车辆的状态。例如,当从驾驶员接收到对于控制移交的指示时,计算设备可确定在该时间段车辆的速度或者转向的角度。类似地,计算设备可确定与自主模式中的车辆的操作有关的参数的组合。例如,计算设备可确定车辆的转弯半径以及油门系统和制动系统的当前状态。

[0088] 在一些情况下,计算设备可确定与车辆的环境和/或车辆的将来状态相关联的参数。例如,计算设备可基于路线、道路的布局、车辆的方向及其它因素来确定行驶模式。计算设备可被配置成随着时间发展而使用自主车辆可实行的可能的将来运动或者命令。例如,计算设备可确定车辆即将实行转弯、加速、制动或者改变车道,等等。另外,计算设备可确定车辆在接近交通信号、障碍物、所希望的目的地或其它参数,等等。计算设备可使用与如图1中所论述的车辆相关联的一个或多个组件来确定定义车辆的当前或将来的操作状态的各种参数。一些示例组件可包括全球定位系统(GPS)、其它计算设备、激光器、图像检测设备、雷达、传感器、量表或其它组件。

[0089] 在一些示例中,所确定的参数可被处理来确定车辆的状态,并且车辆的状态可包括诸如将控制转移给驾驶员可接受的状态或者将控制转移给驾驶员不可接受或不推荐的状态之类的状态。

[0090] 在块306,方法300涉及基于车辆的状态和指示,确定与将对车辆的控制从自主模式转移到手动操作模式相对应的指令,并且该指令包括用于转移对车辆的控制的策略和与将对车辆的控制从自主模式转移到手动操作模式相对应的时间期间中的一者或两者。计算设备可确定用于将车辆从自主模式转移到手动模式的指令。另外,计算设备可将车辆的状态、行驶模式、从驾驶员接收到的指示的类型和/或其它信息列为考虑因素来确定指令。

[0091] 指令可包括定义如何将对车辆的控制转移给驾驶员的策略。计算设备可被配置成确定高效地实行自主模式到手动或者半手动模式之间的转移的特定策略。所使用的各种策略可由计算设备基于自主操作的车辆的状态、从驾驶员接收到的指示、先前的和可能的将来的行驶模式和/或额外的因素来确定。计算设备可基于向驾驶员提供对车辆的控制的高效且安全的转移来选择策略。在一些示例中,计算设备可使用一个或多个算法来基于与自

主操作的车辆有关系的可能的变量中的一些或全部确定要使用的特定策略。

[0092] 在示例策略中,计算设备可将车辆的完全控制立即转移给驾驶员或者可将各系统分开地转移给驾驶员。在一些情况下,计算设备可确定用于将控制转移给驾驶员的特定策略可比其它策略更高效地工作。计算设备可基于接收到的指示类型和车辆的当前状态确定通过使用半手动模式缓慢实行转移可以是用于将控制转移给驾驶员的最高效的手段。在其它情形下,计算设备可确定立即转移控制可以是最高效的策略。计算设备可选择按预定顺序转移车辆系统的策略。

[0093] 此外,指令还可包括计算设备所确定的对控制的转移发生的时间期间。指令可包括计算设备所要求的时间期间,包括转移的延迟。另外,计算设备可确定在长时间期间内执行转移可允许驾驶员适应从自主到手动的控制的转移。例如,计算设备可接收指示并根据所确定的参数确定应当在实行了即将来临的转弯之后执行转移,并且相应地设定用于从自动模式转移到手动模式的时间期间。在对车辆的所有系统的控制的转移需要被延迟或加速的情况下,计算设备可在转移过程中改变该期间。此外,计算设备可基于所确定的用于将控制移交给驾驶员的特定策略来使用时间期间。

[0094] 控制车辆的计算设备可确定参数和指示的类型不会导致到手动模式的安全转移并且作为响应不实行转移。例如,计算设备可确定车辆正在以高速在公路上自动驾驶,并且通过检测到方向盘上的手动施力而接收到来自驾驶员的指示。计算设备可确定在此情形下不执行移交,因为高速和驾驶员所施加的转动半径不能安全地组合。类似地,计算设备可正在向自主模式中的车辆施加制动,因为车辆在快速地接近道路中的障碍物(例如,停止的车辆),并且接收到驾驶员加油门的指示。计算设备在此情形下可不执行对控制的转移以避免与即将来临的障碍物撞击。另外,计算设备在其它示例中也可基于车辆的状态和指示来延迟对控制的移交。

[0095] 在块308,方法300涉及提供用以执行将对车辆的控制从自主模式转移到手动操作模式指令。计算设备或者与车辆相关联的另外的实体可被配置成使用指令以执行对车辆的控制从自主模式到手动操作模式的转移。指令例如可被存储在存储器或者云中。

[0096] 在方法300的一些示例实现方式中,计算设备可被配置成不止一次地在自主模式和手动模式之间切换。另外,计算设备可被配置成通过使用不同的阈值水平将驾驶员所施加的转向扭矩与可能由道路引起的任何机械反馈扭矩区分开。例如,计算设备可被配置成确定由车辆在转弯过程中碰到颠簸而引起的机械反馈扭矩与驾驶员对方向盘的施力之间的差别。为了确定这个差别,计算设备可对于从手动转动方向盘接收到的任何指示要求高阈值。另外,计算设备可被配置成在用于控制移交的指令中通过自适应策略来去除过度转向。例如,计算设备可使用自适应策略来将车辆扭矩平滑地逐渐下降为零以便使驾驶员适应。

[0097] 在方法300的另一示例实现方式中,计算设备可在自主模式中处于施加制动的过程中并且在施加制动的过程中接收到来自驾驶员的指示。取决于指示的类型和车辆的状态,计算设备可执行不同的功能。例如,如果计算设备接收到通过手动使用方向盘给出的指示,则计算设备可确定逐渐降低自主制动直到车辆在以环境安全的速度行使,以便移交给驾驶员。与之相反,如果计算设备接收到通过驾驶员油门给出的指示,则计算设备可被配置成释放自主制动,因为驾驶员正在施加相反的输入。另外,计算设备可在自主制动的过程

中检测到驾驶员正在对制动装置施力并且继续控制制动系统,但是增加制动水平,直到驾驶员手动放弃对制动施力为止。随着时间的过去,当车辆处于对于转移安全的状态中时,计算设备可放松对制动系统的控制以全部转移给驾驶员。

[0098] 在另一实现方式中,计算设备可在自主地加速并且检测到来自驾驶员的对于手动控制的指示。在此情况下,计算设备可被配置为在接收到指示时立即解除加速并且可将控制转移给驾驶员。类似地,计算设备可保持对车辆的控制。另外,在一些实例中,当计算设备检测到对指示接口(例如,按钮、开关)的使用时,计算设备可被配置成将车辆的所有系统转移到手动模式或者可被配置成仅转移车辆的一些系统。

[0099] 此外,在一些示例中,计算设备可设定避免发生将对车辆的控制移交给驾驶员的限制。例如,计算设备可被配置成当车辆正在阈值速度之上行使或者在特定条件(例如,大雨、雪)下行驶时,拒绝来自驾驶员的对于控制的所有请求。计算设备在确定是否将控制移交给驾驶员时还可将如下因素考虑在内:在车辆的阈值邻域内的其它车辆、行人和/或障碍物的数量。额外地,计算设备还可被配置成在车辆的特定当前操作状态中,诸如在执行调头的过程中,总是选择更长的时间期间来执行移交。另外,计算设备可使用较短的时间期间以用于将控制交接给驾驶员。计算设备可被配置成在计算设备确定车辆的一个或多个组件(例如,传感器)没有正确地工作并且可能导致不安全的控制转移的情况下不允许从自主模式切换到手动模式。

[0100] 计算设备可被配置成经由各种接口向驾驶员显示消息,诸如音频消息/提醒或者屏幕上的可读文字。例如,计算设备可确定执行到驾驶员的控制转移暂时不安全并且在屏上消息中解释拒绝背后的理由。类似地,在一些实例中,计算设备可使得座位和/或方向盘振动以提醒驾驶员拒绝对控制转移的请求。

[0101] 在一个示例中,计算设备可被配置成在将对车辆的控制从计算设备转移给驾驶员之前执行对驾驶员的检查。例如,计算设备可使用图像检测设备来确定驾驶员是否位于承担对车辆控制的正确位置。另外,计算设备可确定驾驶员是否处于能够控制车辆的状态中。例如,计算设备可使用传感器或者眼睛检测特征来确定驾驶员是警觉的。类似地,在将对车辆的控制转移给驾驶员之前,计算设备可利用传感器来确保驾驶员两手均在方向盘上。在将控制从自主模式转移到手动模式之前,计算设备另外还可要求满足其它安全因素。

[0102] 在另一实现方式中,计算设备可将车辆的控制转移给驾驶员并且继续监视车辆的环境以及驾驶员的动作。计算设备可被配置成在计算设备确定驾驶员的动作可导致事故或者损害的情形下帮助驾驶员或者甚至取得对车辆的完全控制。例如,计算设备可在住宅附近将控制转移给驾驶员,但在驾驶员在限速之上(例如,超过20英里/时)继续加速时,计算设备可从驾驶员取回对车辆的指挥。也可存在其它示例。

[0103] 图4A-4C示出了用于将对自主车辆的控制转移给驾驶员的方法的示例实现方式的流程图。图4A示出了对方法300的示例实现方式的概览。图4B-4C进一步聚焦于图4A中所示出的流程图的部分。除了图4A-4C内的示例流程图以外,也可存在其它示例。

[0104] 图4A示出了用于执行方法的示例流程图,并且可包括如块402-412中的一个或多个所图示的一个或多个操作、功能或者动作。虽然这些块被以先后顺序图示,但这些块在一些实例中可并行执行和/或以与本文描述的顺序不同的顺序执行。另外,各个块可基于期望的实现方式被组合成更少的块、划分成额外的块和/或被移除。

[0105] 在块402,方法包括接收对于控制转移的指示。如图3中所论述的,控制自主模式中的车辆的计算设备可被配置成通过不同指示从驾驶员接收对于控制转移的指示。图4B通过示出计算设备可检测到的示例指示详细图示了图4A中所示出的块402。除了图4B内所示出的指示以外,其它指示也可存在。类似于图4A,图4B示出了描述计算设备可接收对于控制转移的指示的方式的示例流程图。计算设备可实时检测指示并且在一些示例中还可检查通过多个系统的指示的组合。

[0106] 在图4B中所示的块403a,计算设备可被配置成确定车辆的转向系统是否接收到通过对方向盘手动施力的任何输入。如图3中所论述的,计算设备可被配置成检测来自驾驶员可对转向系统施加的任何力的指示。在其它示例中,计算设备可被配置成在确定力是否已被施加到方向盘之前检查其它指示。同样地,计算设备可被配置成实时地同时检查多个系统以确定驾驶员是否已经指示出对于将对车辆的控制从自主模式转移到手动模式的期望。

[0107] 在块403b,计算设备可被配置成检测加速器是否被压下。如图3中所论述的,计算设备可接收驾驶员通过手动使用油门系统给出的指示。计算设备可检测到驾驶员希望对车辆加速。在一些实例中,计算设备可被配置成在检查其它系统之前检查油门系统以检测任何指示。

[0108] 在块403c,计算设备可被配置成检测制动装置是否被压下。计算设备可感测驾驶员对脚刹、手刹等的物理使用以检测可能的指示。类似于其它指示,计算设备可连续监视制动系统以实现对手动使用的检测。

[0109] 在块403d,计算设备可被配置成检测请求将控制从自主模式转移到手动模式的按钮或开关是否已被压下或者翻转。如图3中所论述的,计算设备可通过按钮、开关或其它装置从驾驶员接收指示。

[0110] 在块403e,计算设备可被配置成检测驾驶员是否正在通过语音命令请求对车辆的控制。在一些示例中,计算设备可被配置成检测用户的物理动作,诸如请求控制的特定手势或符号。计算设备可被配置成接收驾驶员通过语音命令做出的确认。

[0111] 在任一点,计算设备可被配置成检查一个或多个系统以检测表明驾驶员希望控制车辆的指示。如图4B中所示,在计算设备未从所检查的车辆系统接收到任何指示的情况下,计算设备将继续控制自主模式中的车辆并且可继续监视来自驾驶员的指示。

[0112] 响应于检测到通过车辆的一个或多个系统的来自驾驶员的指示,计算设备可被配置成继续确定车辆的状态,如图4A-4C中的块404所示。如图3中所论述的,计算设备可需要确定车辆的状态,其可包括与自主模式中的车辆的操作有关的参数。此时,计算设备可被配置成确定与在自主模式中操作的车辆相关联的速度、环境、系统水平或其它参数。

[0113] 在图4A中的块404,计算设备确定所接收的指示是否超过阈值。如果计算设备确定检测到的指示未超过阈值,则计算设备返回监视系统以检测来自驾驶员的新指示。通过使用一个或多个阈值,计算设备可减少错误接收的指示的数目。

[0114] 图4C进一步详细图示了图4A的块404,示出了计算设备可用来确定检测到的指示是否是来自驾驶员的对于将控制从自主模式转移到手动模式的真实请求的示例阈值。在图4C内,块405a-405d表示计算设备为了确定是否在方法300中继续转移对车辆的控制或者识别检测到的指示可能由错误引起而可利用的示例阈值测试。计算设备可被配置成执行每个阈值测试,而不管检测到的指示的类型如何,或者可基于指示聚焦于某一阈值测试。类似

地,计算设备可被配置成确定关于期望阈值量的水平的组合,所述期望阈值量可由计算设备或者由驾驶员手动地根据驾驶状况改变。阈值可变化或者可被预先定义,并且可应用多个阈值。

[0115] 如在图4A的块404所示以及在图4C中进一步详细图示的,控制车辆的计算设备可被配置成确定检测到的指示是否是驾驶员给出请求控制的真实指示。

[0116] 在块405a,计算设备可被配置成确定车辆的转向角是否是在阈值之上。例如,计算设备可确定车辆的当前转向角和/或确定由驾驶员施加到方向盘的力是否超过阈值。通过使用阈值,计算设备可确保施加到转向系统的力是驾驶员请求控制的结果,而非例如碰到道路中的突起或者驾驶员无意地碰撞方向盘导致的结果。如图3中所论述的,计算设备可要求由驾驶员施加到转向系统的力超过一阈值以避免发起不希望的从自主模式到手动模式的转移。

[0117] 在块405b,计算设备可被配置成确定自主行驶的车辆的的速度是否在阈值之上。计算设备可在检查其它系统之前确定速度是否在阈值之上。类似地,计算设备可确定由驾驶员施加到油门系统的力的量是否超过阈值以便确保转移是被希望的。

[0118] 在块405c,计算设备可被配置成确定制动系统是否超过一个或多个阈值。计算系统可被配置成检查手动施加到制动系统的力是否超过阈值以便确定计算设备是否接收到正确指示。

[0119] 在块405d,计算设备可确定驾驶员对于将控制从自主模式转移到手动模式是否做好准备。计算设备可使用如图3中所论述的特征来确定驾驶员对于控制转移是否做好准备。

[0120] 在计算设备确定这些阈值中的一个或多个被满足从而指示出检测到的指示是来自驾驶员对于手动模式的真实请求的情况下,计算设备可继续图4A-4C的块406以确定车辆的状态。如果检测到的指示没有超过阈值,则计算设备可被配置成返回到对于来自驾驶员的新指示进行监视,如在图4C中的块407所示。

[0121] 再次参考图4A,如果检测到的指示超过计算设备所应用的任何阈值测试,则计算设备可继续确定在自主模式中操作的车辆的状态。

[0122] 在块406,计算设备可确定车辆的状态,包括与在自主模式中操作时的车辆的的速度、环境、系统水平有关的参数。如图3中所论述的,计算设备可确定与车辆从自主模式到手动模式的转移有关的多个参数。

[0123] 在块408,计算设备可被配置成确定将控制转移给驾驶员是否正确和/或安全。计算设备可被配置成确定车辆的状态和指示的类型是否可准许安全的转移。类似地,计算设备可确定车辆当前不处于允许控制转移的安全环境中。在计算设备确定转移不安全或者不正确的情况下,计算设备可忽视请求转移的指示并且返回到监视系统,同时保持对车辆的控制。在一些实例中,计算设备可将转移延迟一段时间,直到计算设备确定转移安全和/或正确为止。如果计算设备确定转移是安全/正确的,则计算设备可继续基于指示和车辆的状态确定与控制转移相对应的指令。

[0124] 在块410,计算设备可基于指示和车辆的状态确定与控制转移相对应的指令。计算设备可仅基于指示、仅基于车辆的状态或者基于这两者的组合来确定指令。此外,计算设备可使用其它因素来如以上图3中所进一步论述的那样确定指令。

[0125] 在块412,计算设备可提供指令以执行对车辆的控制从自主模式到手动操作模式

的转移,如图3中所论述的。

[0126] 其它自适应策略和时间期间是可能的,包括以上论述的移交的各种组合。取决于车辆的状态和/或接收到的指示的类型,策略可在自主车辆和半自主车辆中实现。本文论述的方法可包括变化,并且可针对不同类型的车辆或者其它实体来执行。

[0127] 尽管本文已公开了各种方面和实施例,但其它方面和实施例对于本领域技术人员而言将是明显的。本文公开的各种方面和实施例是为了说明的目的,而并非意图进行限制,真实的范围由所附权利要求以及这样的权利要求应当享有的等效物的全部范围指示。还要理解,本文使用的术语仅是为了描述特定实施例,并非意图进行限制。

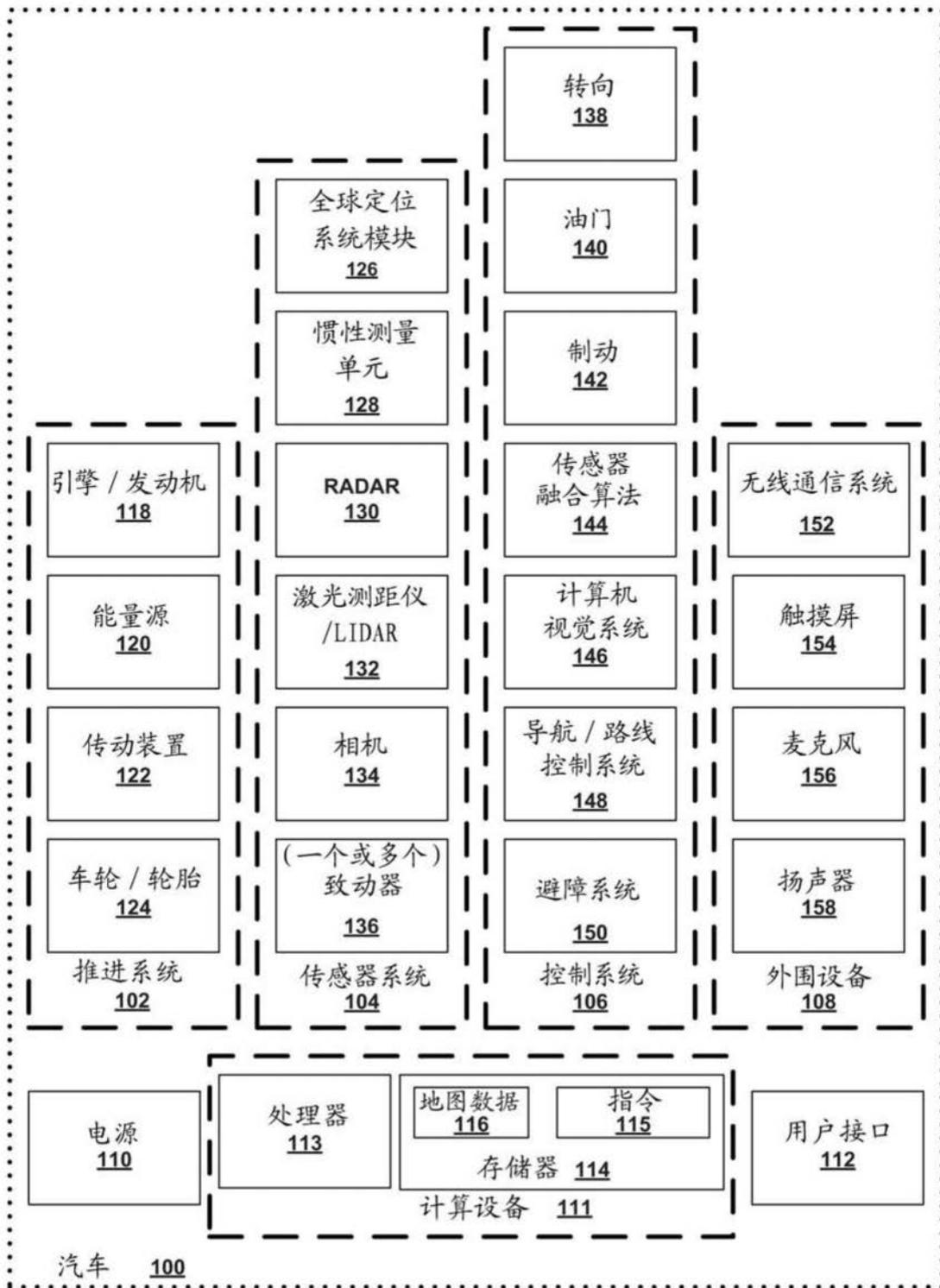


图1

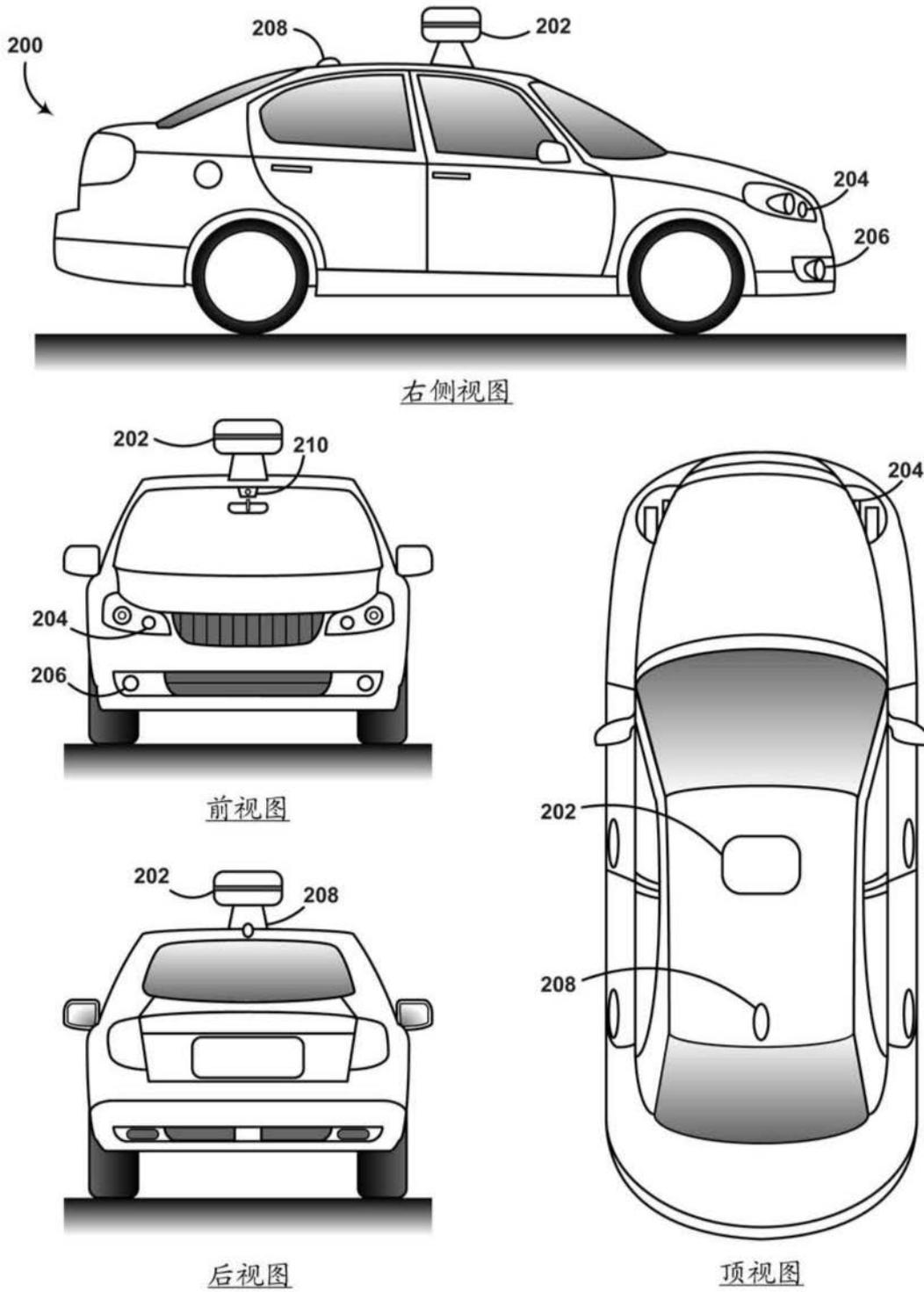


图2

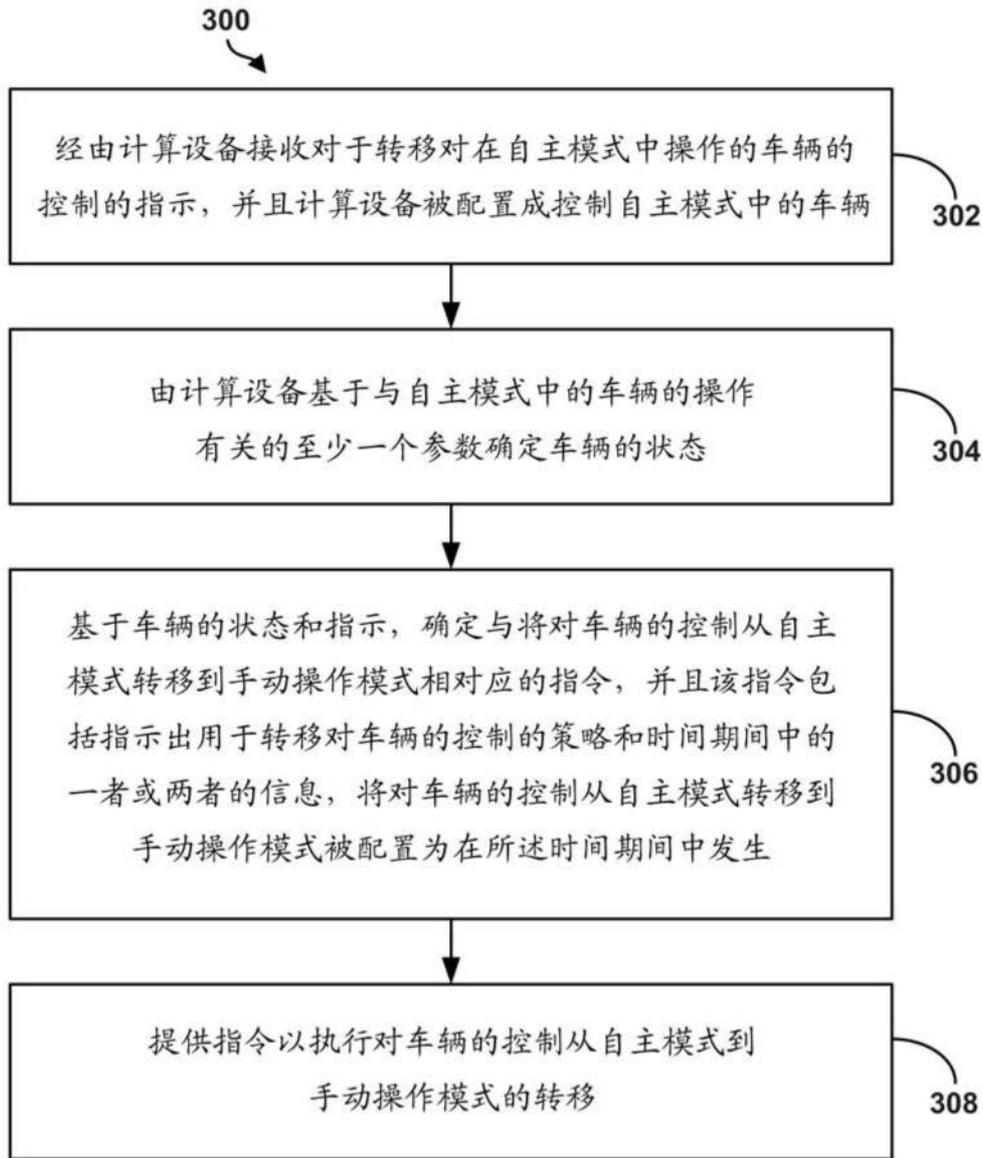


图3

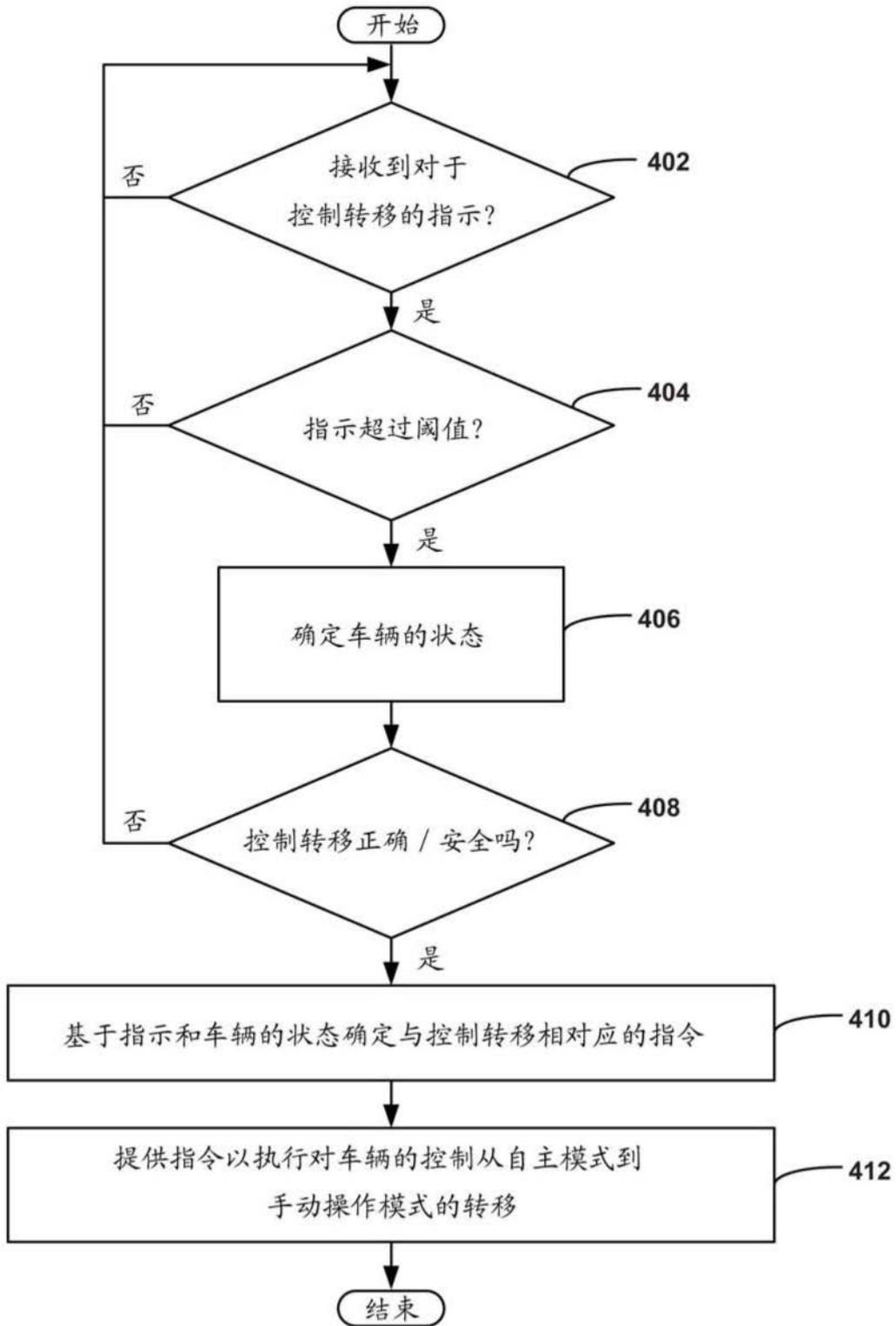


图4A

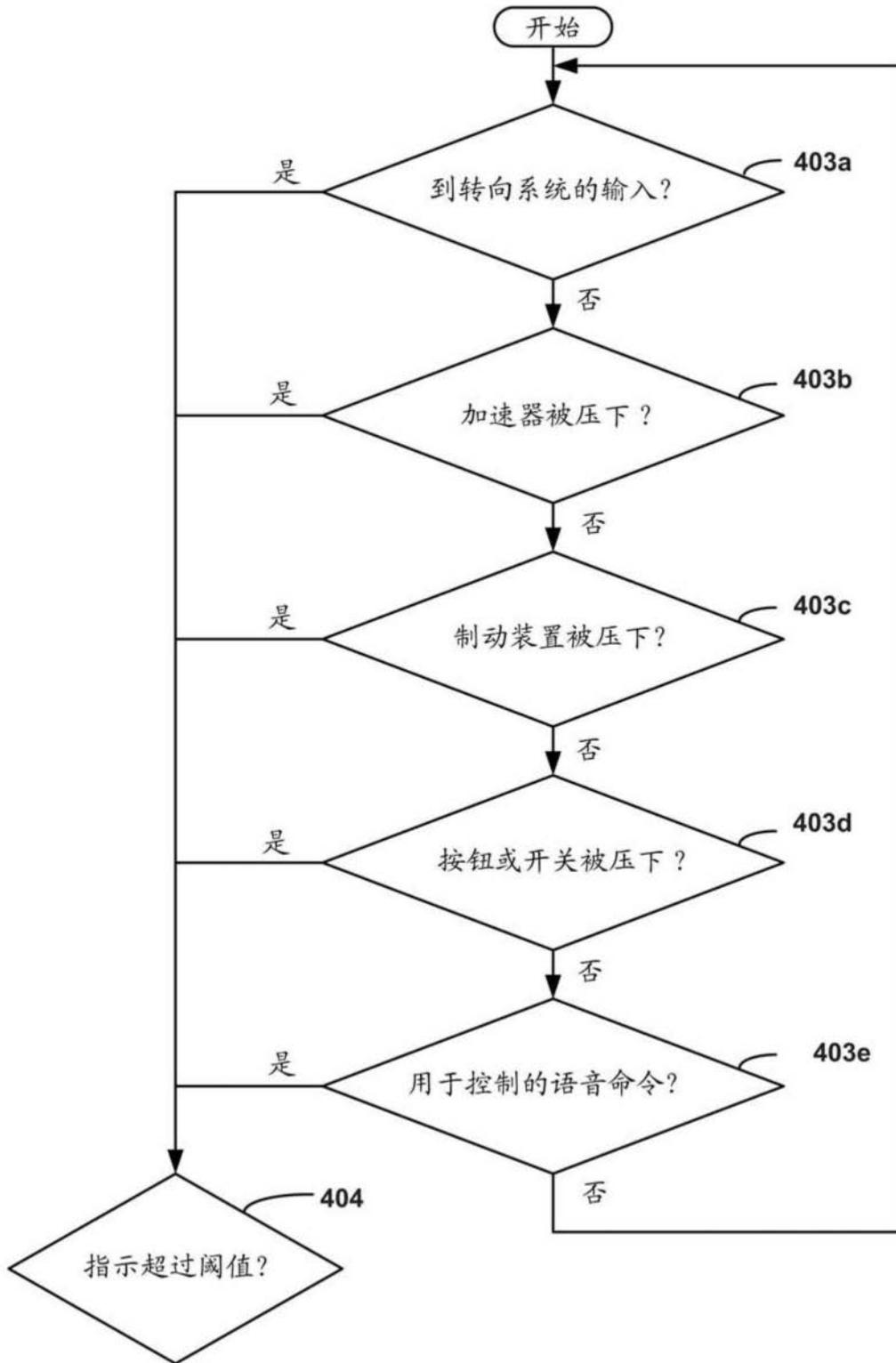


图4B

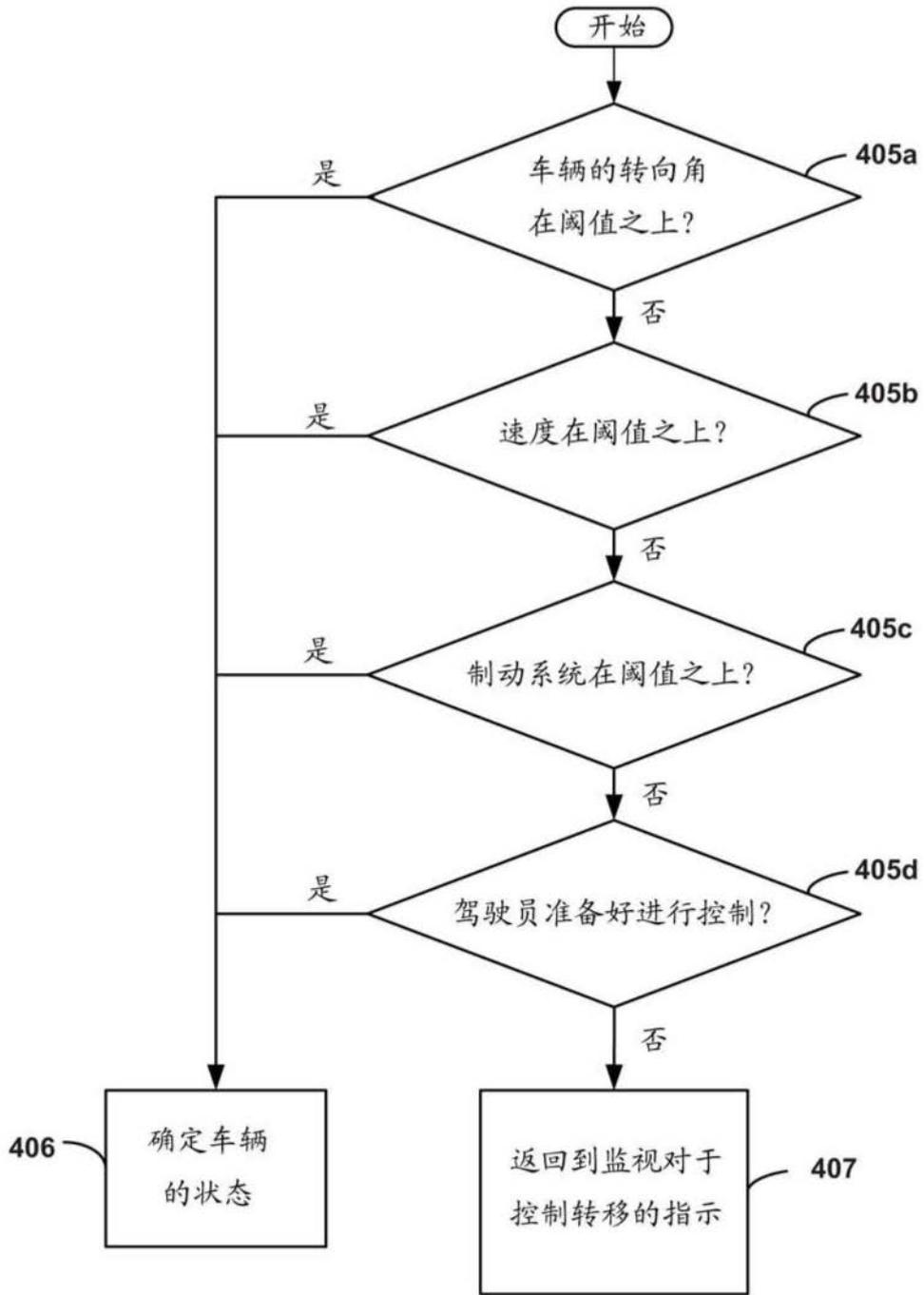


图4C