



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118434612 A

(43) 申请公布日 2024. 08. 02

(21) 申请号 202280082875.3

(22) 申请日 2022.12.09

(30) 优先权数据

17/559,733 2021.12.22 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.06.14

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2022/081290 2022.12.09

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/122439 EN 2023.06.29

(71) 申请人 安致尔软件有限责任公司

地址 美国密歇根

(72) 发明人 S·莫哈德凡 R·G·亚历山大

S·库恩

(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 赵磊

(51) Int.Cl.

B60W 40/08 (2012.01)

B60W 50/14 (2020.01)

B60W 60/00 (2020.01)

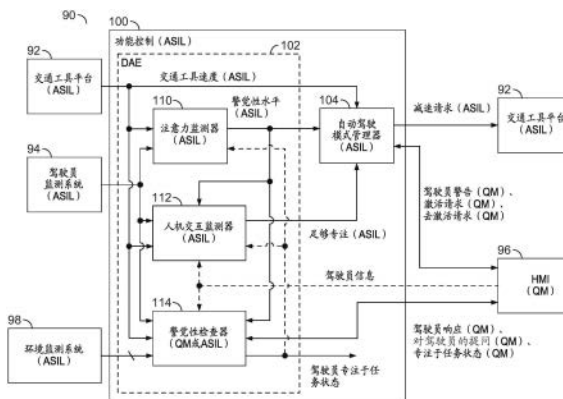
权利要求书3页 说明书16页 附图10页

(54) 发明名称

用于增强协作驾驶监督的警觉性检查器

(57) 摘要

一种装置包括界面和控制电路。该界面可被配置为：(i) 从来自交通工具的交通工具平台的多个传感器信号接收基于传感器的信息，并接收关于该交通工具的环境的环境信息；以及(ii) 向该交通工具平台呈现一个或多个控制信号。该控制电路可被配置为：(i) 响应于来自该交通工具平台的该多个传感器信号中的一个或多个传感器信号和驾驶员监测系统，检测驾驶员的注意力状态是处于专注状态还是不专注状态；(ii) 通过监测来自该交通工具平台的该多个传感器信号中的一个或多个传感器信号和该驾驶员监测系统，评估该驾驶员是否足够专注；以及(iii) 通过主动地与该驾驶员交互以确定该驾驶员对该交通工具的该环境的感知是否与通过该界面接收的该环境信息和该基于传感器的信息相对应，维持该驾驶员对该交通工具的该环境的意识。



1. 一种装置,所述装置包括:

界面,所述界面被配置为:(i)从来自交通工具的交通工具平台的多个传感器信号接收基于传感器的信息,并接收关于所述交通工具的环境的环境信息,以及(ii)向所述交通工具平台呈现一个或多个控制信号;和

控制电路,所述控制电路被配置为:(i)响应于来自所述交通工具平台的所述多个传感器信号中的一个或多个传感器信号和驾驶员监测系统,检测驾驶员的注意力状态是处于专注状态还是不专注状态,(ii)通过监测来自所述交通工具平台的所述多个传感器信号中的所述一个或多个传感器信号和所述驾驶员监测系统,评估所述驾驶员是否足够专注,以及(iii)通过主动地与所述驾驶员交互以确定所述驾驶员对所述交通工具的所述环境的感知是否与通过所述界面接收的所述环境信息和所述基于传感器的信息相对应,维持所述驾驶员对所述交通工具的所述环境的警觉性。

2. 根据权利要求1所述的装置,其中:

所述基于传感器的信息包括雷达检测结果、视觉检测结果、交通工具速度、点火状态、车窗和门锁状态、轮胎压力、HVAC状态和所述驾驶员的注视道路状态中的一者或多者;并且

所述环境信息包括所述交通工具周围存在的对象和其他交通工具、所述交通工具周围的对象和其他交通工具的类型、地标、交通信号、道路标志和天气状况中的一者或多者。

3. 根据权利要求1所述的装置,其中所述控制电路包括驾驶员注意力估计器,所述驾驶员注意力估计器被配置为:(i)生成第一控制信号,所述第一控制信号传达所述驾驶员的所述注意力状态,以及(ii)生成第二控制信号,所述第二控制信号传达对所述驾驶员是否足够专注于自动化系统功能以安全地继续操作所述交通工具的评估结果。

4. 根据权利要求3所述的装置,其中所述驾驶员注意力估计器包括:

注意力监测器,所述注意力监测器被配置为:在具有第一持续时间的第一窗口期间确定所述驾驶员的所述注意力状态,以及生成所述第一控制信号;

人机交互监测器,所述人机交互监测器被配置为:生成对所述驾驶员在具有第二持续时间的第二窗口期间是否足够专注的评估结果,以及生成所述第二控制信号;和

警觉性检查器,所述警觉性检查器被配置为:确定所述驾驶员对所述交通工具的所述环境的所述感知是否与所述环境信息和所述基于传感器的信息相对应,以及生成第三控制信号,所述第三控制信号传达对所述驾驶员的警觉性状态的评估结果。

5. 根据权利要求3所述的装置,其中所述警觉性检查器被进一步配置为:与所述驾驶员就所述交通工具的所述环境进行通信。

6. 根据权利要求5所述的装置,其中所述警觉性检查器被进一步配置为:

询问关于所述驾驶员对所述交通工具的所述环境的所述感知的问题;以及

将从所述驾驶员接收的回答与通过所述界面接收的所述环境信息和所述基于传感器的信息进行比较。

7. 根据权利要求4所述的装置,其中所述人机交互监测器被进一步配置为:监测所述注意力监测器的多个驾驶员警觉性状态和所述警觉性检查器提供的所述驾驶员的所述警觉性状态。

8. 根据权利要求7所述的装置,其中:

所述注意力监测器的所述多个驾驶员警觉性状态包括警觉状态、暂时未警觉状态、未

警觉状态和脱离环路状态中的一者或多者;并且

所述警觉性检查器传达的所述警觉性状态包括满足状态、警示状态和去激活请求状态中的一者或多者。

9. 根据权利要求8所述的装置,其中所述人机交互监测器被进一步配置为:针对所述注意力监测器的所述多个驾驶员警觉性状态中的每个驾驶员警觉性状态和所述警觉性检查器传达的所述警觉性状态使用相应阈值。

10. 根据权利要求9所述的装置,其中当所述驾驶员的所述感知与通过所述界面接收的所述环境信息和所述基于传感器的信息相差预定阈值时,所述人机交互监测器被进一步配置为将所述交通工具的操作转移到所述驾驶员,并安全地中断所述交通工具的自动化系统功能。

11. 根据权利要求9所述的装置,其中针对所述注意力监测器的所述多个驾驶员警觉性状态中的每个驾驶员警觉性状态和所述警觉性检查器传达的所述警觉性状态的所述相应阈值是可编程的。

12. 根据权利要求4所述的装置,其中所述警觉性检查器被进一步配置为:通过跟踪和学习所述驾驶员的警觉性简档来随时间推移对自身进行定制。

13. 根据权利要求4所述的装置,其中所述控制电路进一步包括特征模式管理器,所述特征模式管理器被配置为:在未超过所述阈值时,激活或维持所述交通工具的所述自动化系统的操作,以及在超过所述阈值时,将所述交通工具的操作从所述自动化系统安全地转移到所述驾驶员。

14. 根据权利要求13所述的装置,其中所述特征模式管理器被配置为:经由所述交通工具的人机界面向所述驾驶员发送警告以接管对所述交通工具的控制,以及通过向所述交通工具平台生成减速请求来降低所述自动化系统的自动驾驶功能的性能。

15. 一种控制交通工具的自动化系统功能的方法,所述方法包括:

接收 (i) 来自交通工具平台的多个传感器信号的基于传感器的信息和 (ii) 关于所述交通工具的环境的环境信息;

响应于来自所述交通工具平台的所述多个传感器信号中的一个或多个传感器信号,检测驾驶员的注意力状态是处于专注状态还是不专注状态;

通过监测来自所述交通工具平台的所述多个传感器信号中的所述一个或多个传感器信号,评估所述驾驶员是否足够专注;以及

通过主动地与所述驾驶员交互以确定所述驾驶员对所述交通工具的所述环境的感知是否与通过所述界面接收的所述环境信息和所述基于传感器的信息相对应,维持所述驾驶员对所述交通工具的所述环境的警觉性。

16. 根据权利要求15所述的方法,所述方法进一步包括:使用所述交通工具的电子控制单元的驾驶员注意力估计器来: (i) 生成第一控制信号,所述第一控制信号传达所述驾驶员的所述注意力状态, (ii) 生成第二控制信号,所述第二控制信号传达对所述驾驶员是否足够专注于所述自动化系统功能以安全地继续操作所述交通工具的评估结果,以及 (iii) 向所述驾驶员询问关于所述交通工具的所述环境的问题。

17. 根据权利要求16所述的方法,其中所述驾驶员注意力估计器包括:

注意力监测器,所述注意力监测器被配置为:在具有第一持续时间的第一窗口期间确

定所述驾驶员的所述注意力状态,以及生成所述第一控制信号;

人机交互监测器,所述人机交互监测器被配置为:生成对所述驾驶员在具有第二持续时间的第二窗口期间是否足够专注的评估结果,以及生成所述第二控制信号;和

警觉性检查器,所述警觉性检查器被配置为:向所述驾驶员呈现关于所述交通工具的所述环境的询问;基于所述驾驶员对所述询问的响应,确定所述驾驶员对所述交通工具的所述环境的所述感知是否对应于所述环境信息和来自所述交通工具平台的所述多个传感器信号中的所述一个或多个传感器信号;以及生成第三控制信号,所述第三控制信号传达对所述驾驶员的警觉性状态的评估结果。

18. 根据权利要求17所述的方法,其中所述警觉性检查器被进一步配置为:

监测所述注意力监测器的多个驾驶员警觉性状态;以及

监测所述环境信息和来自所述交通工具的所述交通工具平台的所述多个传感器信号,以建立对所述交通工具的所述环境的数字感知。

19. 根据权利要求18所述的方法,所述方法进一步包括:使用所述交通工具的人机界面,向所述驾驶员呈现关于所述交通工具的所述环境的所述询问,并接收所述驾驶员对所述询问的响应。

20. 根据权利要求17所述的方法,其中:

在第一操作状态下,所述警觉性检查器被配置为连续操作;以及

在第二操作状态下,当所述驾驶员的专注力变得不足以使所述自动化系统功能继续安全地操作所述交通工具时,使所述警觉性检查器能够操作。

用于增强协作驾驶监督的警觉性检查器

技术领域

[0001] 本发明整体涉及高级驾驶辅助系统,并且更具体地涉及一种用于实现用于增强协作驾驶监督的警觉性检查器的方法和/或装置。

背景技术

[0002] 受监督的高级驾驶辅助系统(ADAS)巡航特征(SAE L0至L2+)正在全球范围内变得更加普遍,并且预计将在未来几年成为主流。对于ADAS巡航特征的安全情况,一种常见的设计层次假设是,驾驶员应通过监测驾驶环境来单独负责驾驶任务的安全。然而,从最近引入的类似特征来看,由于各种原因,设计层次假设与实际使用之间存在广泛的脱节。一些示例原因包括:驾驶员通常在监督行为期间进行检查;特征能力被高估(例如,自动化谬误);特征被无意误用和/或故意滥用;眼睛注视道路或手握方向盘不一定等同于专心驾驶;并且可能混淆“由谁执行什么操作”(例如,人类对自动化)。因此,驾驶员在使用辅助驾驶特征时脱离驾驶监督,导致现实世界的事故和道路上不可接受的风险。被认为是安全的自动驾驶特征会让驾驶员更加分心。经常使用协作驾驶辅助系统的驾驶员驾驶时分心的可能性几乎是两倍。

[0003] 期望实现一种用于增强协作驾驶监督的警觉性检查器。

发明内容

[0004] 本发明涉及一种装置,该装置包括界面和控制电路。该界面可被配置为:(i)从来自交通工具的交通工具平台的多个传感器信号接收基于传感器的信息,并接收关于该交通工具的环境的环境信息;以及(ii)向该交通工具平台呈现一个或多个控制信号。该控制电路可被配置为:(i)响应于来自该交通工具平台的该多个传感器信号中的一个或多个传感器信号和驾驶员监测系统,检测驾驶员的注意力状态是处于专注状态还是不专注状态;(ii)通过监测来自该交通工具平台的该多个传感器信号中的一个或多个传感器信号和该驾驶员监测系统,评估该驾驶员是否足够专注;以及(iii)通过主动地与该驾驶员交互以确定该驾驶员对该交通工具的该环境的感知是否与通过该界面接收的该环境信息和该基于传感器的信息相对应,维持该驾驶员对该交通工具的该环境的警觉性。

附图说明

[0005] 通过以下具体实施方式以及所附权利要求和附图,本发明的实施方案将是显而易见的。

[0006] 图1是例示根据本发明的实施方案的系统的示意图。

[0007] 图2是例示图1的环境监测系统块的示例具体实施的示意图。

[0008] 图3是例示根据本发明的示例实施方案的包括警觉性检查器的高级驾驶辅助系统(ADAS)特征控制的具体实施的示意图。

[0009] 图4至图12是例示根据本发明的示例实施方案的驾驶员与系统之间的示例交互的

示图。

[0010] 图13是例示根据本发明的示例实施方案的警觉性检查过程的示图。

[0011] 图14是例示根据本发明的示例实施方案的实现高级驾驶辅助系统 (ADAS) 特征控制系统的电子控制单元的示图。

具体实施方式

[0012] 本发明的实施方案包括提供一种用于增强协作驾驶监督的警觉性检查器,该警觉性检查器可:(i)使ADAS监督的任务更具协作性;(ii)主动吸引驾驶员参与,而不是在其分心之后反应性地逐步升级;(iii)侧重于经由协作(积极尺度)奖励良好的参与而不是惩罚不良监督行为(消极尺度);(iv)在特征处于活动状态时促使驾驶员监测驾驶环境,从而降低非驾驶相关任务参与(NDRT)的可能性;(v)采用车载数字助理作为用户界面来探索交互安全的概念;(vi)经由交互和正向强化来实现人类自主协作;(vii)提供用于辅助驾驶期间的驾驶员参与检测的三级监测;以及/或者(viii)被实现为一个或多个集成电路。

[0013] 协作驾驶特征有责任明确对驾驶员的监督预期,并确保驾驶员不会失去情景警觉性。在各种实施方案中,通过在检测到驾驶员分心之后主动吸引驾驶员参与,而不是反应性地逐步升级响应,使ADAS监督的任务更具协作性。在各种实施方案中,可提供一种系统,该系统侧重于经由协作(积极尺度)奖励良好的参与而不是惩罚不良监督行为(消极尺度)。在一个示例中,在特征处于活动状态时,特征控制系统可促使驾驶员监测驾驶环境,从而降低次要的非驾驶相关任务(NDRT)参与的可能性。

[0014] 在一个示例中,可实现一个新组件(例如,硬件、软件或它们的组合)。该新组件通常被称为警觉性检查器。在一个示例中,该警觉性检查器可采用车载数字助理作为用户界面来探索交互安全的概念(类似于下面电子油门三级监测中的级别3)。该警觉性检查器通常经由交互和正向强化来实现人类自主协作。

[0015] 在一个示例中,驾驶员监测概念可在3个级别中执行。第一级(或级别1)可以以类似于现有系统(例如,超交通拥堵辅助(HTJA)注意力监测器)的方式实现。第二级(例如,级别2)可以以类似于在2021年10月4日提交的共同未决的美国专利申请第17/493,144号中公开的人机交互监测器(HMIM)的方式实现,该美国专利申请全文以引用方式并入本文。第三级(例如,级别3)可被实现为警觉性检查器(AC),以检测驾驶员是否有监督自主特征的想法。在一个示例中,级别1可被指定为功能级别,级别2可被指定为功能监测级别,并且级别3可被指定为控制器监测级别。

[0016] 在一个示例中,级别1可包含发动机控制功能(例如,实现请求的发动机扭矩、组件监测和输入/输出变量诊断,以在检测到故障的情况下控制系统反应。在一个示例中,级别2可检测级别1功能软件的缺陷过程(例如,通过监测计算的扭矩值或交通工具加速度等)。在检测到故障的情况下,可触发系统反应。在一个示例中,级别3可实现监测模块。监测模块可以是功能控制器(例如,ASIC或控制器)的独立部分,其在问答过程期间测试正确执行的程序。目前市场上的系统仅提供单个级别的参与监测,并且经常容易受到可预见的误用和滥用的影响。在各种实施方案中,可提供行业首创三级监测用于辅助驾驶期间的驾驶员参与检测。

[0017] 参考图1,示出了例示根据本发明的实施方案的系统的示图。在一个示例中,系统

(或装置) 90可实现高级驾驶辅助系统(ADAS)。在各种实施方案中,系统90可包括交通工具平台92、驾驶员监测系统(DMS) 94、人机(或交通工具)界面(HMI) 96、环境监测系统(EMS) 98和功能控制模块100。在各种实施方案中,交通工具平台92、驾驶员监测系统(DMS) 94、环境监测系统(EMS) 98和功能控制模块100可被实现为汽车安全完整性等级(ASIL),而人机界面(HMI) 96可被实现为质量管理(QM)。

[0018] 汽车安全完整性等级(ASIL)是由ISO 26262—道路交通工具的功能安全标准定义的风险分类方案。这是对IEC 61508中用于汽车工业的安全完整性等级(SIL)的适配。ASIL分类有助于定义符合ISO 26262标准所需的安全要求,以将风险保持在可接受的水平。ASIL是通过查看交通工具运行场景的严重性、暴露和可控性对潜在危险场景执行风险分析而建立的。该危险场景的安全目标反过来又包含ASIL要求。ASIL的范围是从ASIL D到QM,ASIL D表示危险场景转变为事故的最高风险程度和在保证由此产生的安全要求时需要应用的最高严格程度,而QM表示不存在具有不可接受风险的汽车危险场景的应用,因此没有安全要求需要在ISO 26262安全过程下进行管理。称为“质量管理”的级别QM意味着与危险事件相关联的风险并非不合理,并且因此不需要根据ISO 26262采取安全措施。干预级别(ASIL C、ASIL B和ASIL A)仅仅是一系列不同程度的危险风险级别以及所需的保证和工程严格程度。

[0019] 该标准将功能安全定义为“不存在由于电气或电子系统故障行为引起的危险而导致的不合理风险”。ASIL基于危险场景的严重性、概率和可控性建立安全要求,以使汽车组件符合ISO 26262。诸如安全气囊、防抱死制动和动力转向之类的系统需要ASIL D等级一应用于安全保证的最高严格程度,因为与它们的故障相关联的风险是最高的。在安全范围的另一端,诸如雨刷系统之类的组件只需要ASIL A等级。前灯和制动灯通常为ASIL B,后灯也是如此,因为存在后方碰撞的风险,而自动紧急制动系统通常为ASIL C,因为存在与意外减速相关联的风险。

[0020] 在一个示例中,交通工具平台92、DMS 94、HMI 96和EMS 98可向功能控制模块100提供输入信号。在一个示例中,交通工具平台92可提供多个输入信号(例如,“交通工具速度”、“车窗和门锁状态”、“轮胎压力”、“HVAC状态”等)。信号“交通工具速度”可将交通工具(纵向)速度传达给功能控制模块100。信号“车窗和门锁状态”可传达车窗是打开还是关闭,以及车门是打开、关闭、锁定还是解锁。信号“轮胎压力”可传达交通工具的轮胎的充气状态(例如,psi)。信号“HVAC状态”可传达空调(AC)或加热器(HTR)是否被接合、鼓风机速度、乘客舱温度等。DMS 94可提供输入信号,该输入信号传达与驾驶员警觉性有关的信息(例如,驾驶员眼睛运动、驾驶员手位置、转向角度、制动和加速器踏板位置等)。

[0021] 在一个示例中,HMI 96可向功能控制模块100提供第一输入信号(例如,“激活请求”)、第二输入信号(例如,“去激活请求”)和第三信号(例如,“驾驶员响应”)。信号“激活请求”可传达来自驾驶员的对激活由功能控制模块100控制的ADAS特征请求。信号“去激活请求”可传达来自驾驶员的对去激活由功能控制模块100控制的ADAS特征请求。信号“驾驶员响应”可经由HMI 96向驾驶员传达来自驾驶员的对(例如,由化身或车载个人助理)呈现给驾驶员的询问的响应。在一些实施方案中,HMI 96可任选地呈现输入信号(例如,“驾驶员信息”),该输入信号传达关于操作交通工具的特定驾驶员的信息。在各种实施方案中,信号“交通工具速度”可被实现为ASIL,并且信号“激活请求”、“去激活请求”和“驾驶员响应”

可被实现为QM。

[0022] 在一个示例中,功能控制模块100可向交通工具平台92和HMI 96提供输出信号。在一个示例中,功能控制模块100可向交通工具平台92呈现输出信号(例如,“减速请求”)。信号“减速请求”可被配置为允许功能控制模块100使交通工具安全停止。在各种实施方案中,信号“减速请求”可被实现为ASIL。功能控制模块100还可向HMI 96呈现多个信号(例如,“驾驶员警告”、“对驾驶员的提问”、“驾驶员专注于任务状态”等)。信号“驾驶员警告”可传达用于使HMI 96向驾驶员呈现特定警告的信息。信号“对驾驶员的提问”可传达用于使HMI 96向驾驶员呈现特定问题的信息。信号“驾驶员专注于任务状态”可传达用于使HMI 96向驾驶员呈现特定化身状态的信息。在各种实施方案中,信号“驾驶员警告”和“对驾驶员的提问”可被实现为QM。在信号“驾驶员专注于任务状态”仅用于在环境监测任务中主动与驾驶员协作并且仅间接辅助安全情况的各种实施方案中,信号“驾驶员专注于任务状态”可被实现为QM。在信号“驾驶员专注于任务状态”由功能控制模块100的安全相关元件订阅的实施方案中,信号“驾驶员专注于任务状态”可被实现为ASIL。

[0023] 在一个示例中,功能控制模块100可包括块(或电路)102和块(或电路)104。块102可被实现为驾驶员警觉性估计器(DAE)。块104可被实现为ADAS特征模式管理器。在一个示例中,块104可被实现为自动驾驶模式管理器。然而,也可相应地实现其他自主特征。在各种实施方案中,块102和104通常被实现为ASIL。在一个示例中,信号“交通工具速度”可被呈现给块102的第一输入端和块104的第一输入端。来自DMS 94的信号可被呈现给块102的第二输入端。来自HMI 96的信号可被呈现给块102的第三输入端和块104的第二输入端。来自EMS 98的信号可呈现给块102的第四输入端。块102可向块104的第三输入端呈现信号(例如,“警觉性水平”),并向块104的第四输入端呈现信号(例如,“足够专注”)。信号“警觉性水平”和“足够专注”可被实现为ASIL。在HMI 96向功能控制模块100提供信号“驾驶员信息”的实施方案中,信号“驾驶员信息”可被呈现给块102的第五输入端。信号“驾驶员信息”可被实现为QM。

[0024] 在各种实施方案中,块102可被配置为驾驶员警觉性估计器(DAE),以系统地检测驾驶员是否专注并且在驾驶员不再专注时达到适当的安全状态。在一个示例中,驾驶员警觉性估计器102可:(i)提供经由HMI 96生成多个(例如,3个)不同级别的警告的驾驶员警觉性水平升级方案;(ii)检测与短期共享视觉注意力有关的注意力不足(例如,来自参与次要的或非驾驶相关任务);(iii)主动吸引驾驶员参与,而不是在其分心之后反应性地逐步升级;以及(iv)在自动化特征处于活动状态时促使驾驶员监测驾驶环境,从而降低非驾驶相关任务(NDRT)参与的可能性。

[0025] 在一个示例中,驾驶员警觉性估计器102可包括块(或电路)110、块(或电路)112和块(或电路)114。块110可被实现为注意力(或警觉性)监测器。块112可被实现为人机交互监测器(HMIM)。块114可被实现为警觉性检查器(AC)。在各种实施方案中,块110和112通常被实现为ASIL。在信号“驾驶员专注于任务状态”仅用于在环境监测任务中主动与驾驶员协作并且仅间接辅助安全情况的各种实施方案中,块114可被实现为QM。在信号“驾驶员专注于任务状态”由功能控制模块100的安全相关元件(例如,块110、块112等)订阅的实施方案中,块114可被实现为ASIL。

[0026] 在一个示例中,信号“交通工具速度”可被呈现给块110的第一输入端、块112的第

一输入端和块114的第一输入端。来自DMS 94的信号可被呈现给块110的第二输入端、块112的第二输入端和块114的第二输入端。来自HMI 96的信号可被呈现给块114的第三输入端。来自EMS 98的信号可被呈现给块114的第四输入端。块110可向块112的第三输入端和块114的第五输入端呈现信号“警觉性水平”。信号“警觉性水平”可被实现为ASIL。块112可向块104的第三输入端呈现信号“足够专注”。信号“足够专注”可被实现为ASIL。块114可呈现信号(例如,“驾驶员专注于任务状态”)作为输出信号。在一个示例中,信号“驾驶员专注于任务状态”可传达由块114确定驾驶员对交通工具的外部环境和内部环境的警觉性水平。在一个示例中,信号“驾驶员专注于任务状态”可被存储在本地存储器中,以供功能控制模块100的其他模块使用。

[0027] 在信号“驾驶员专注于任务状态”仅用于在环境监测任务中主动与驾驶员协作并且仅间接辅助安全情况的各种实施方案中,信号“驾驶员专注于任务状态”可被实现为QM。在信号“驾驶员专注于任务状态”由块110和/或块112订阅的实施方案中,信号“驾驶员专注于任务状态”可被实现为ASIL。在HMI 96向功能控制模块100提供信号“驾驶员信息”的实施方案中,信号“驾驶员信息”可被呈现给块112的第五输入端和块114的第六输入端。信号“驾驶员信息”可被实现为QM。

[0028] 在各种实施方案中,块110、块112和块114可被配置为驾驶员警觉性估计器(DAE),以系统地检测驾驶员是否专注并且在驾驶员不再专注时达到适当的安全状态。在一个示例中,注意力监测器110可提供经由HMI 96生成多个(例如,3个)不同级别的警告的驾驶员警觉性水平升级方案,并且可检测与短期共享视觉注意力有关的注意力不足(例如,来自参与次要的任务)。注意力监测器110可以以类似于目前市场上的现有产品注意力跟踪特征的方式实现,该现有产品注意力跟踪特征采用算法来跟踪驾驶员的视觉注意力并对其进行分类。

[0029] 在各种实施方案中,驾驶员警觉性估计器(DAE) 102不仅仅依赖于注意力监测器110来保持驾驶员在功能上警惕(并且因此满足安全目标),这是由于保持驾驶员参与驾驶任务的许多人为因素相关的挑战。在各种实施方案中,驾驶员警觉性估计器(DAE) 102可考虑可预见的误用以及目前市场上已经记录的类似特征的滥用类型。例如,误用可能导致边缘情况,其中注意力监测器110将驾驶员标记为完全警觉,从而保持由功能控制模块100控制的自动化特征处于活动状态,同时驾驶员在任何危险事件的情况下不能干预。因此,根据本发明的实施方案的驾驶员警觉性估计器(DAE) 102通常利用HMIM 112和AC 114来提供附加功能性,以系统地检测不再足够专注于充当注意力监测器110的安全网的驾驶员。

[0030] HMIM 112通常被配置为在HMI 96不工作或存在驾驶员误用时检测到注意力不足。在一个示例中,HMIM 112可通过分析在比注意力监测器110所使用的持续时间(或窗口)更长的持续时间内由注意力监测器110报告的警觉性水平之间的切换行为来查看驾驶员的越野扫视分布模式。在一些实施方案中,HMIM 112还可通过订阅并分析由警觉性检查器114报告的信号“驾驶员专注于任务状态”来查看驾驶员对交通工具的周围环境的警觉性。在各种实施方案中,长期扫视分布模式和驾驶员专注于任务状态可用于影响交通工具平台92的运动感知和纵向控制。

[0031] 在一个示例中,HMIM 112可侧重于基于由注意力监测器110报告的专注力状态之间的切换行为的长期评估。通过监测驾驶员在给定时间窗口中的警觉性水平(例如,如通过

警觉性状态的时间分布所捕获的),可定义每个警觉性状态内的可调谐(或可编程)的转变次数和可接受的总时间。使用辅助驾驶(例如,自适应巡航控制(ACC)等)扫视行为作为黄金标准,可基于扫视分布模式来计算驾驶员参与度。在HMIM 112还订阅信号“驾驶员专注于任务状态”的实施方案中,HMIM 112可被配置为在计算(或评估)驾驶员参与度时考虑信号“驾驶员专注于任务状态”的不同状态之间的转变。HMIM 112通常通过评估驾驶员的较长期扫视模式和/或专注于任务状态,然后触发控制向驾驶员的转移以及交通工具向安全状态的转变(例如,经由信号“减速请求”等),来防止驾驶员在可能影响驾驶员可控性的较长持续时间内重复进入较低警觉性状态。在一个示例中,HMIM 112可以以类似于在2021年10月4日提交的共同未决的美国专利申请第17/493,144号中公开的人机交互监测器(HMIM)的方式实现,该美国专利申请全文以引用方式并入本文。

[0032] AC 114可被实现为用于评估驾驶员专注力的驾驶员警觉性估计器(DAE)102的一部分。在一个示例中,当受监督的高速公路自动化处于活动状态时,DAE 102可使用由乘坐舱内的驾驶员监测相机提供的眼睛注视道路信息来监测驾驶员注意力水平(例如,经由注意力监测器110)。基于眼睛注视道路信息,驾驶员警觉性水平可被分类为四个不同的状态:警觉状态、暂时未警觉状态、未警觉状态和脱离环路状态。在一个示例中,在驾驶员被评估为处于警觉之后,AC 114可被配置为主动将驾驶员维持在连续警觉状态(例如,使用正向强化或奖励技巧)。

[0033] 在一个示例中,可通过询问关于如由环境传感器所感知的交通工具附近的外部世界和/或如由乘坐舱内传感器所感知的乘坐舱内的交通工具状态的问题,来实现将驾驶员保持在警觉状态。问题的具体内容可基于AC 114容易获得的可用信息(例如,来自交通工具平台92和环境监测系统98)而动态地变化。例如,AC 114不能询问天气状况,除非AC 114知道当前天气状态(例如,来自互联网或具有交通工具外部视野的相机等)。如果交通工具没有连接到互联网,则AC 114可询问与路边对象或交通标志有关的问题,这些问题可对照由特征控制模块100的感知或定位模块提供的信息来验证。在一个示例中,基于驾驶员的响应,驾驶员专注于任务状态可被分类为三种不同的状态:愉悦(或不担心)状态、担心状态和谨慎状态。

[0034] 参考图2,示出了例示根据本发明的示例实施方案的包括警觉性检查器的高级驾驶辅助系统(ADAS)特征控制的环境监测系统的具体实施的示图。在一个示例中,功能控制模块100可进一步包括定位电路103、地图接口105和感知电路109。在一个示例中,环境监测系统98可包括块(或电路)210、块(或电路)212、块(或电路)214、块(或电路)216和块(或电路)218。电路210可实现高清晰度(HD)数字地图。电路212可实现基于卫星的定位。在一个示例中,电路212可包括全球定位系统(GPS)接收器或全球导航卫星系统(GNSS)接收器。电路212可被配置为基于所接收的卫星信号来确定交通工具的位置。电路214可实现多个相机(例如,前视相机、后视相机、多个角视相机、多个侧视相机等)。电路216可实现多个雷达传感器(例如,前视雷达、角视雷达和/或侧视雷达、后视雷达等)。电路218可实现无线通信接口。电路218可被配置为获得天气信息(例如,从互联网)。

[0035] 电路210可具有输入端,该输入端可从基于卫星的定位电路212接收原始位置信息(例如,纬度、经度等)。响应于原始位置数据,电路210可被配置为向定位电路103的输入端和地图接口电路105的输入端呈现地图地平线数据。电路212可被配置为向定位电路103呈

现原始位置数据。定位电路103可被配置为向地图接口电路105呈现交通工具位置信息。地图接口电路105可被配置为响应于从HD地图210接收的地图地平线数据和从定位电路103接收的交通工具位置信息而生成基于地图的环境信息(例如,地标和交通标志信息)。地图接口电路105可被配置为向警觉性检查器114的输入端呈现基于地图的环境信息。

[0036] 电路214可包括多个车载相机,包括但不限于前视相机(FLC) 220。前视相机(FLC) 220可向定位模块(或电路) 103的输入端和感知模块(或电路) 109的输入端呈现传达视觉检测结果的一个或多个信号(例如,“视觉检测结果”)。电路216可包括但不限于前角/侧雷达(FCR、FSR或FCSR) 222和前视雷达(FLR) 224。电路216可向电路103的输入端和电路109的输入端呈现传达雷达检测结果的一个或多个信号(例如,“雷达检测结果”)。在一个示例中,前角/侧雷达(FCSR) 222可向电路103的输入端呈现传达雷达检测结果的信号“雷达检测结果”的第一部分,并且前视雷达(FLR) 224可向感知模块109的第二输入端呈现传达雷达检测结果的信号“雷达检测结果”的第二部分。定位电路103可被配置为响应于从基于卫星的定位电路212接收的原始位置数据、从HD地图210接收的地图地平线数据、从FLC 220接收的视觉检测结果以及从FCSR 222接收的雷达检测结果而生成呈现给地图接口105的交通工具位置信息。

[0037] 感知模块109可被配置为响应于来自前视相机(FLC) 220的视觉检测结果和来自前视雷达(FLR) 224的雷达检测结果而生成传达静态对象报告和动态对象报告的信号。由感知模块109生成的静态对象报告信号和动态对象报告信号可被呈现给警觉性检查器114的输入端。

[0038] 在一个示例中,感知模块109可被实现为软件组件。在一个示例中,感知模块109可用于SAE L2+自动化特征,诸如超交通拥堵辅助(HTJA)。在各种实施方案中,感知模块109可利用来自FLC 220的图像数据以及来自多个FCSR 222a-222b和FLR 224的点云数据来(i)检测地标、交通标志和交通灯、行人和其他对象的存在;以及(ii)分析迎面而来的交通工具,其可被警觉性检查器114进一步用于确定驾驶员的警觉性状态(例如,作为向驾驶员提问的主题)。感知模块109通常执行车载传感器的传感器融合。感知模块109通常融合来自FLC 220的图像数据以及来自FCSR 222a-222b和FLR 224的点云数据,以(i)检测地标、交通标志和交通灯、行人和其他对象的存在;(ii)跟踪交通工具的周围环境中的对象(或目标);以及(iii)分析迎面而来的交通工具。

[0039] 在一个示例中,感知模块109可基于车载传感器数据来检测交通工具的周围环境中的对象。在一个示例中,由感知模块109检测到的对象可用作对地图数据中标识的对象的交叉检查。例如,地图数据可描述道路及其路段,并且还可描述建筑物及其他物品或对象(例如,灯柱、人行横道、路缘等)、交通车道或车道段的位置和方向(例如,特定道路内的停车车道、转弯车道、自行车道或其他车道的位置和方向)、交通控制数据(例如,标志、交通灯或其他交通控制设备的位置和指令)和/或提供信息以辅助ADAS系统90理解并感知交通工具的周围环境的任何其他地图数据。

[0040] 在一个示例中,感知模块109可被配置为确定交通工具的周围环境中的一个或多个对象的状态。在一个示例中,该状态通常描述一个或多个对象的当前状态(或特征)。在一个示例中,每个对象的状态可描述对以下各项的估计:每个对象的当前位置(或定位)、每个对象的当前速度(或速率)、每个对象的当前加速度、每个对象的当前航向、每个对象的当前

取向、每个对象的大小/形状/足迹(例如,如由诸如外接多边形或多面体之类的边界形状所表示的)、类型/类别(例如,交通工具、行人、自行车等)、每个对象的偏航速率、每个对象距交通工具的距离、每个对象与交通工具的交互的最小路径、每个对象与交通工具的交互的最小持续时间和/或其他状态信息。在另一个示例中,感知模块109还可被配置为检测无对象区域(例如,如由诸如外接多边形或多面体之类的边界形状所表示的)。在另一个示例中,感知模块109可被配置为随时间的推移更新每个对象的状态信息。因此,感知模块109可随时间的推移检测和跟踪在自主交通工具附近的对象,诸如其他交通工具。

[0041] 在一个示例中,感知模块109可包括多个模块,包括但不限于无对象区域(OFA)模块(或电路)、目标跟踪(TT)模块(或电路)和静态感知(SP)模块(或电路)。在另一个示例中,感知模块109还可包括道路估计和电子地平线重建模块(未示出),其可用于从基于车载传感器的信息产生自生成的地图信息。在一个示例中,无对象区域模块可被配置为检测无对象区域。在一个示例中,无对象区域模块可具有多边形输出,该多边形输出可呈现诸如表示每个无对象区域的外接多边形或多面体之类的边界形状。在一个示例中,目标跟踪模块可被配置为随时间的推移检测和跟踪在自主交通工具附近的对象,诸如其他交通工具。目标跟踪模块可具有输出端,该输出端可呈现目标跟踪输出。在一个示例中,OFA模块的多边形输出和目标跟踪模块的目标跟踪输出可被呈现给静态感知模块的输入端。静态感知模块可被配置为响应于从OFA模块接收的多边形输出和从目标跟踪模块接收的目标跟踪输出而生成被呈现给警觉性检查器114的静态对象报告信号和动态对象报告信号。

[0042] 对于运动评估,静态感知模块可使用来自目标跟踪模块的目标跟踪输出的对象信息,结合OFA模块的无对象区域(OFA)多边形输出的分析,以便提供交通的方向和检测的置信度。为了检测地标、交通标志和交通灯、行人和其他对象,静态感知模块通常利用来自目标跟踪输出的对象信息,结合OFA多边形输出的分析来提供交叉口类型、对象类型、对象位置、地标位置和交叉口/对象/地标置信度。

[0043] 警觉性检查器114可被配置为基于从感知模块109的静态感知模块接收的静态对象报告信号和动态对象报告信号、从地图接口105接收的地标和交通标志信息、从电路218接收的天气信息、从警觉性监测器110接收的驾驶员警觉性水平以及从交通工具平台92接收的信号来生成信号“驾驶员专注于任务状态”。警觉性检查器114可被配置为存储信号“驾驶员专注于任务状态”,以供功能控制模块100的其他模块使用。在一个示例中,注意力监测器110可订阅信号“驾驶员专注于任务状态”,以用于确定是否提升驾驶员的警觉性水平。在另一个示例中,HMIM 112可订阅信号“驾驶员专注于任务状态”,以用于确定驾驶员是否足够专注。

[0044] 参考图3,示出了例示根据本发明的示例实施方案的系统100的具体实施的示意图。在一个示例中,装置(或系统)100可完全安装在交通工具50内,也可至少部分地安装在该交通工具内。在一个示例中,系统(或装置)100可被实现为高级驾驶辅助系统(ADAS)电子控制单元(ECU)90的一部分。在各种实施方案中,实现驾驶员专注力估计器(DAE)102的系统100可在交通工具50的ADAS ECU 90内实现。ADAS ECU 90可连接到交通工具50的交通工具平台92。交通工具50可包括驾驶员监测系统(DMS)94、人机界面(HMI)96、前视相机(FLC)220、多个角雷达传感器222a-222d、多个前侧雷达传感器(未示出)、前视雷达(FLR)传感器224、高清晰度(HD)地图接收器230、全球导航卫星系统(GNSS)接收器232和惯性测量单元(IMU)

234。在一些实施方案中,交通工具50还可包括LIDAR传感器和/或声纳传感器(未示出)。

[0045] 前视相机(FLC)220通常用于检测和识别交通工具50前方的对象和道路特征。在一个示例中,前视相机(FLC)220可被配置为提供具有100度视场(FOV)的立体视觉。在一个示例中,前视相机(FLC)220可用于检测道路标线(例如,车道标线等)、道路标志、交通灯、结构等。角雷达传感器222a-222d和前视雷达(FLR)传感器224(以及LIDAR传感器和/或声纳传感器,如果存在)通常用于检测和跟踪对象。在一个示例中,角雷达传感器222a-222d中的每一者可具有140度FOV。在一个示例中,前视雷达传感器(FLR)224可具有两个FOV:18度FOV,用于远程感测;和90度FOV,用于短程感测。IMU 234通常报告取向、角速度和加速度以及作用在交通工具50上的力。

[0046] 在一个示例中,DMS 94、HD地图接收器230、GNSS接收器232、FLC 220、FCR 222a-222b和FLR 224可连接到系统90。在一个示例中,DMS 94、HD地图接收器230、GNSS接收器232、FLC 220、FCR 222a-222b和FLR 224可经由交通工具50的一个或多个交通工具总线连接到系统90。在另一个示例中,DMS 94、HD地图接收器230、GNSS接收器232、FLC 220、FCR 222a-222b和FLR 224可经由无线协议连接到系统90。在一个示例中,DMS 94可向系统90传送驾驶员专注力信息。FLC 220可向系统90传送周围道路信息(例如,车道宽度、标记类型、车道标记交叉指示和视频)。GNSS接收器232可向系统90传送位置数据(例如,纬度值、经度值、调整信息和置信度信息)。HD地图接收器230可向系统90传输地图数据。

[0047] FLC 220可实现光学传感器。在各种实施方案中,FLC 220可以是光学相机。FLC 220通常可操作以向系统90提高周围道路信息(或图像数据)。道路信息可包括但不限于车道宽度数据、标记类型数据、变道指示符和FLC 220的视场内交通工具50前方的道路的视频。在各种实施方案中,FLC 220可以是彩色相机。颜色可用于区分黄色实线车道标记(例如,最左侧车道标记)与白色实线车道标记(例如,最右侧车道标记)。在各种实施方案中,FLC 220可提供FLC 220的视场中心的至少当前车道的估计车道宽度。在一些实施方案中,FLC 220可提供邻近中心车道的车道的估计车道宽度。在其他实施方案中,FLC 220可提供FLC 220的视场内所有车道的估计车道宽度。可使用在FLC 220中实现的标准图像识别方法和标准分析方法来确定车道宽度。FLC 220还可识别FLC 220的视场内的所有车道标记。当FLC 220越过车道标记时,FLC 220可向系统90通知正在发生变道。可使用在FLC 220中实现的标准图像识别方法和标准分析方法来确定车道标记和变道的识别。FLC 220可经由交通工具总线或无线协议向系统90传输道路信息。

[0048] 一种或多种其他类型的传感器可与FLC 220结合使用。示例传感器可包括但不限于雷达传感器、光探测和测距(LiDAR)传感器、惯性传感器、热成像传感器和/或声传感器。这些传感器中的一些传感器可检测道路一侧的对象,以提供对道路的左边界和右边界的估计。可根据左边界和右边界来计算道路的宽度。根据所计算的宽度,可基于标准车道宽度来估计在该宽度内可能适合多少车道。此后,传感器可基于交通工具50上的传感器到道路的左边界和右边界的相对距离以及所估计的车道数量来估计交通工具50占用的当前车道。车道交叉可由传感器基于所估计的车道数量以及到左边界和/或右边界的相对距离的变化来确定。

[0049] 系统90可实现控制电路(例如,电子控制单元)。系统90通常可操作以跟踪交通工具50占用的当前车道,并将交通工具50的当前位置校正到当前车道的中心。该跟踪可基于

在GNSS接收器232中接收的卫星位置数据、从HD地图接收器230接收的地图数据,以及在来自FLC 220的视觉检测结果和从FCR 222a-222b和FLR 224接收的雷达检测结果中接收的道路信息。卫星位置数据可包括调整值和对应的置信度值。

[0050] GNSS接收器232可实现卫星导航设备。在各种实施方案中,GNSS接收器232可包括全球定位系统(GPS)接收器。可实现其他类型的卫星导航设备,以满足特定应用的设计标准。GNSS接收器232通常可操作以基于从多个卫星接收的GNSS信号来提供交通工具50的纬度数据和经度数据。GNSS接收器232还可操作以基于从系统90接收的调整值和对应的置信度值来调整纬度数据和经度数据。置信度值可具有从0(例如,不可靠)到1(例如,可靠)的范围。如果置信度值大于高阈值(例如, >0.7),则GNSS接收器232可根据调整值来校正纬度数据和经度数据。如果置信度值小于低阈值(例如, <0.3),则GNSS接收器232可忽略调整值。如果置信度值在高阈值和低阈值之间,则GNSS接收器232可对纬度数据和经度数据两者应用基于置信度的线性加权的校正。

[0051] HD地图接收器230可实现射频接收器。HD地图接收器230可操作以从天线(未示出)接收地图数据。地图数据可被转换为数字形式并被呈现给系统90。

[0052] 参考图4至图12,示出了例示根据本发明的实施方案的驾驶员与驾驶员警觉性检查系统之间的示例交互的示图。在一个示例中,AC 114可如上结合图1和图2描述的那样配置。在一个示例中,AC 114可被配置为监测注意力监测器110的输出。在一个示例中,AC 114可被配置为提供驾驶员的专注于任务评估结果,注意力监测器110和/或HMIM 112可利用该专注于任务评估结果来确定何时将控制转移回驾驶员并将交通工具送入安全停止模式,以响应于驾驶员对处于活动状态的自动化特征的安全监督相当不警觉。

[0053] 参考图4,示出了例示当自动化特征被激活时的警觉性检查器(AC)114的示图。示出了图片500a,该图片从驾驶员的角度例示了交通工具的驾驶舱(或乘坐舱或乘客舱)内的视图。在一个示例中,驾驶员激活自动化特征(例如,按下方向盘毂上的按钮、仪表盘等)。响应于自动化特征被激活,AC 114评估驾驶员的状态(例如,使用信号“警觉性水平”)。

[0054] 参考图5,示出了例示当自动化特征被激活时的AC 114的示图。示出了图片500b,该图片从驾驶员的角度例示了交通工具的驾驶舱内的视图。在ADAS特征在高速公路上保持活动状态的情况下,驾驶员在驾驶时可解放双手。当警觉性检查器114确定驾驶员专注时,警觉性检查器114发信号通知虚拟助理以表现出愉悦状态。在一个示例中,对愉悦的表现可被实现为HMI 96的显示器上的笑脸化身。在另一个示例中,愉悦状态可由化身的颜色来指示(例如,绿色指示愉悦)。在另一个示例中,可使用环境光、音频等在交通工具的整个乘坐舱显示愉悦状态。

[0055] 参考图6,示出了例示AC 114通过正向强化主动检查驾驶员的警觉性的示图。示出了图片500c,该图片从驾驶员的角度例示了交通工具的驾驶舱内的视图。在一个示例中,警觉性检查器114可发信号通知虚拟助理提供正向强化(例如,以赞美的方式)。作为响应,虚拟助理可使用交通工具的音频系统的扬声器来向驾驶员发送消息,诸如“我喜欢您通过观察道路来保护我们的安全”、“您很擅长与其他交通工具保持安全距离”等等。

[0056] 参考图7,示出了例示AC 114通过询问主动检查驾驶员的警觉性的示图。示出了图片500d,该图片从驾驶员的角度例示了交通工具的驾驶舱内的视图。在一个示例中,警觉性检查器114可周期性地发信号通知虚拟助理询问关于交通工具的环境的问题。作为响应,虚

拟助理可使用交通工具的音频系统的扬声器来询问问题,诸如“您前面的汽车是什么颜色?”。

[0057] 参考图8,示出了例示AC 114基于驾驶员对问题的响应来评估驾驶员的警觉性的示图。示出了图片500e,该图片从驾驶员的角度例示了交通工具的驾驶舱内的视图。在一个示例中,驾驶员正确地回答由虚拟助理提出的问题。在一个示例中,虚拟助理可针对正确回答的问题表现出愉悦(例如,通过继续在显示器上呈现笑脸化身等)。

[0058] 参考图9,示出了例示AC 114基于驾驶员对问题的响应来评估驾驶员的警觉性的示图。示出了图片500f,该图片从驾驶员的角度例示了交通工具的驾驶舱内的视图。在一个示例中,驾驶员可能错误地回答由虚拟助理提出的问题。在一个示例中,当驾驶员回答错误时,虚拟助理可通过显示警示状态来针对回答错误的问题反映关注状态。在一个示例中,可通过呈现具有担心表情的化身来展示警示状态。在另一个示例中,警示状态可通过改变化身的颜色(例如,改变为黄色)来指示。在一个示例中,虚拟助理可使用交通工具的音频系统的扬声器来向驾驶员询问后续问题,诸如“您确定吗?”或“我们有在看前面的车吗?”。

[0059] 参考图10,示出了例示检测到驾驶员不专注的AC 114的示图。示出了图片500g,该图片从驾驶员的角度例示了交通工具的驾驶舱内的视图。在一个示例中,在ADAS特征在高速公路上保持活动状态的情况下,驾驶员可在驾驶时可解放双手。在一个示例中,驾驶员可能检查文本消息而变得不专注。在图片500h中,作为HMI 96的一部分的仪表盘上的显示器可警戒驾驶员注意道路。响应于驾驶员不专注,虚拟助理可反映警示状态。

[0060] 参考图11,示出了例示检测到驾驶员不专注的AC 114的示图。示出了图片500h,该图片从驾驶员的角度例示了交通工具的驾驶舱内的视图。在图片500h中,作为HMI 96的一部分的仪表盘上的显示器警戒驾驶员注意道路。在一个示例中,AC 114可与HMIM 112协作,以恢复驾驶员对手头任务的注意力。在一个示例中,虚拟助理可使用显示器反映经由HMI 96呈现的警示请求状态。在一个示例中,虚拟助理还可使用交通工具的音频系统的扬声器来向驾驶员发送消息“眼睛请注视道路!”。

[0061] 参考图12,示出了例示在确定驾驶员继续处于分心状态之后的AC 114的示图。示出了图片500i,该图片从驾驶员的角度例示了交通工具的驾驶舱内的视图。在一个示例中,作为HMI 96的一部分的仪表盘上的显示器可由注意力监测器110和/或HMIM 112使用,以警戒驾驶员控制交通工具。在警觉性检查器114与注意力监测器110和/或HMIM 112协同操作的实施方案中,虚拟助理可反映由HMI 96呈现的去激活请求。在一个示例中,虚拟助理可反映关注,并使用交通工具的音频系统的扬声器来向驾驶员发送消息“请进行控制!”。去激活请求状态也可通过改变个人助理化身的颜色(例如,改变为红色)来展示。交通工具可开始减速到5kph。

[0062] 一般来讲,AC 114可通过使用信号“驾驶员专注于任务状态”来提供对驾驶员的专注于任务状态的通知。当AC 114确定驾驶员注意力集中时,AC 114可设置信号“驾驶员专注于任务状态”以通过驾驶员的警觉性水平表现出愉悦。当AC 114确定驾驶员似乎没有对他们的监督任务保持警觉时,AC 114可通过将信号“驾驶员专注于任务状态”设置为除了愉悦之外的状态来提供通知。在一些实施方案中,AC 114可在由信号“驾驶员专注于任务状态”(例如,愉悦(绿色)、担心(黄色)、高度担心(红色)等)呈现的水平中实现升级方案。

[0063] 在一些实施方案中,注意力监测器110和/或HMIM 112可利用信号“驾驶员专注于

任务状态”来评估驾驶员所表现出的足够警觉性。在一个示例中,注意力监测器110可被配置为基于信号“驾驶员专注于任务状态”在警觉状态到暂时未警觉状态之间移动。在一个示例中,HMIM 112可跟踪信号“驾驶员专注于任务状态”的水平的转变,并且基于相应阈值进行评估。然后,注意力监测器110和/或HMIM 112可发起对驾驶员接管交通工具操作的请求,并且当警觉性(或注意力)水平被认为不足以用于特定自动化特征时安全地中断自动化特征。由于在高速条件下中断自动化特征的活动也可能是不安全的,特别是当已知驾驶员未警觉时,因此HMI 96可用于向驾驶员提出接管交通工具操作的请求。在一个示例中,注意力监测器110和/或HMIM 112可通过在完全中断协同操作之前将自动化特征的操作缓慢降级到安全状态(例如,减速到安全速度和/或安全停止)来促进安全转变。然而,可实现用于中断协同操作的其他策略,以满足特定情形或应用的设计标准。

[0064] 参考图13,示出了示例根据本发明的实施方案的示例警觉性检查过程的流程图。在一个示例中,可实现方法(或过程)600,以主动将驾驶员维持在连续警觉状态。在一个示例中,方法600可由警觉性检查器114实现。在一个示例中,方法600可使用正向强化或奖励技巧。在一个示例中,方法600可包括步骤(或状态)602、步骤(或状态)604、决定步骤(或状态)606、步骤(或状态)608、步骤(或状态)610、步骤(或状态)612、步骤(或状态)614、决策步骤(或状态)616、步骤(或状态)618。方法600可在步骤602中开始并移动到决策步骤604。

[0065] 在决策步骤604中,方法600可确定是否已经激活自动化特征(例如,自动驾驶、自适应巡航控制、超交通拥堵辅助等)。在一个示例中,方法600可订阅信号“警觉性水平”,以确定注意力监测器110是否认为驾驶员处于警觉状态。当自动化特征尚未被激活,或者未认为驾驶员处于警觉状态时,方法600可保持在决策步骤604中。当自动化特征已经被激活,并且驾驶员被认为处于警觉状态时,方法600可移动到步骤606。

[0066] 在步骤606中,方法600可获取关于交通工具的周围环境的环境信息和交通工具内状况。在一个示例中,方法600可利用由环境传感器(例如,相机、雷达、无线通信收发器、惯性测量单元、高清晰度地图、卫星信号接收器等)感知的关于交通工具附近的外部世界的信息和/或由乘坐舱内传感器(例如,相机、雷达、HVAC传感器等)感知的乘坐舱内的交通工具的状态。在一个示例中,环境信息可被存储在电子控制单元(ECU)的存储器中,以根据需要进行参考。在一个示例中,当自动化特征处于活动状态时,环境信息的获取可以是连续的过程。

[0067] 在步骤608中,方法600可被配置为通过询问驾驶员关于如由环境传感器所感知的交通工具附近的外部世界和/或如由乘坐舱内传感器所感知的乘坐舱内的交通工具状态的问题,从而将驾驶员维持在警觉状态。在一个示例中,方法600可基于来自各种传感器(例如,来自交通工具平台92和环境监测系统98)的可用信息来确定问题的具体内容。在一个示例中,方法600可被配置为基于可用信息来动态地改变所提出的问题。例如,警觉性检查器114不能询问天气状况,除非警觉性检查器114具有关于当前天气状态(例如,来自互联网、具有交通工具外部视野的相机等)的环境信息。如果交通工具没有连接到互联网,则警觉性检查器114可询问与路边对象或交通标志有关的问题,这些问题可对照由特征控制模块100的感知模块或定位模块提供的信息来验证。当方法600已经选择要询问驾驶员的问题时,方法600可移动到步骤610。

[0068] 在步骤610中,方法600可呈现所选择的问题并等待来自驾驶员的响应。在一个示

例中,警觉性检查器114可被配置为利用交通工具的人机界面(HMI)96来向驾驶员传达问题并从驾驶员接收对问题的回答。在一个示例中,警觉性检查器114可被配置为使用交通工具的收音机或信息娱乐系统的扬声器来询问问题。在一个示例中,警觉性检查器114可被配置为使用交通工具平台或交通工具的信息娱乐系统的麦克风来接收对问题的回答。当接收到对问题的回答时,方法600可移动到决策步骤612。

[0069] 在决策步骤612中,方法600可确定从驾驶员接收的回答是否与如由环境传感器所感知的关于交通工具附近的外部世界的信息和/或如由乘坐舱内传感器所感知的乘坐舱内的交通工具的状态匹配。当来自驾驶员的回答与关于交通工具附近的外部世界的信息和/或乘坐舱内的交通工具的状态基本匹配时,方法600可返回到步骤604。当来自驾驶员的回答与关于交通工具附近的外部世界的信息和/或乘坐舱内的交通工具的状态不匹配时,方法600可移动到步骤614。

[0070] 在各种实施方案中,警觉性检查器114通常可被配置为使用正向强化或奖励技巧而不是惩罚。在步骤614中,方法600可平静地询问驾驶员后续问题(例如,以确认回答等),而不是对被感知为不正确的回答作出否定反应(例如,去激活特征、校正驾驶员等)。当从驾驶员接收到响应时,方法600可移动到决策步骤616。

[0071] 在决策步骤616中,方法600可确定从驾驶员接收的后续回答是否与如由环境传感器所感知的关于交通工具附近的外部世界的信息和/或如由乘坐舱内传感器所感知的乘坐舱内的交通工具的状态匹配。当来自驾驶员的回答与关于交通工具附近的外部世界的信息和/或乘坐舱内的交通工具的状态基本匹配时,方法600可返回到步骤604。当来自驾驶员的回答与关于交通工具附近的外部世界的信息和/或乘坐舱内的交通工具的状态仍不匹配时,方法600可移动到步骤618。在步骤618中,方法600可根据所定义的升级方案来改变由警觉性检查器114保持的专注于任务状态的值。然后,过程600可返回到步骤604。

[0072] 根据注意力监测器110和/或人机交互监测器(HMIM)112的配置,注意力监测器110和/或HMIM 112可使用专注于任务状态的值的改变来影响交通工具平台92的运动感知和纵向控制(例如,根据注意力监测器110和HMIM 112的相应升级方案)。

[0073] 参考图14,示出了例示根据本发明的示例实施方案的实现高级驾驶辅助系统(ADAS)特征控制系统的电子控制模块的示意图。在一个示例中,装置800可实现电子控制单元或模块(ECU)。在一个示例中,电子控制模块(ECU)800可被实现为域控制器(DC)。在另一个示例中,ECU 800可被实现为主动安全域主控制器(ATDM)。在各种实施方案中,ECU 800可被配置为控制交通工具的ADAS组件的一个或多个特征(或功能)的激活。在各种实施方案中,功能控件100可在ECU 800内实现。

[0074] 在一个示例中,ECU 800可连接到交通工具平台92、驾驶员监测系统(DMS)94、人机界面(HMI)96和环境监测系统(EMS)98。在一个示例中,环境监测系统(EMS)98可包括HD地图接收器210、GNSS接收器212、相机214、雷达传感器216、无线通信收发器218、惯性监测单元(IMU)230和交通工具的电子总线802。在一个示例中,ECU 800可被配置为:(i)从交通工具系统接收信号“交通工具速度”、“去激活请求”、“激活请求”、“驾驶员响应”和“驾驶员信息”;以及(ii)向交通工具的系统传达信号“减速请求”、“对驾驶员的提问”、“驾驶员专注于任务状态”和“驾驶员警告”。

[0075] 在一个示例中,ECU 800可连接到块(或电路)802。电路802可实现交通工具的电子

总线。电子总线802可被配置为在ECU 800与交通工具平台92、DMS 94、HMI 96、HD地图接收器210、GNSS接收器212、相机214 (例如,前视相机 (FLC) 220) 和角视相机、侧视相机和/或后视相机)、雷达216 (例如,角/侧雷达传感器222a-222n、前视雷达 (FLR) 传感器224等)、无线通信收发器218和惯性测量单元230之间传输数据。在一些实施方案中,电子总线802可被实现为交通工具控制器局域网 (CAN) 总线。电子总线802可被实现为电子有线网络和/或无线网络 (例如,Wi-Fi、蓝牙、ZIGBEE等)。通常,电子总线802可连接交通工具50的一个或多个组件,以实现数字信号形式的信息共享 (例如,串行总线、通过布线和/或接口连接的电子总线、无线接口等)。

[0076] ECU 800通常包括块 (或电路) 820、块 (或电路) 822和块 (或电路) 824。电路820可实现处理器。电路822可实现通信端口。电路824可实现存储器。可实现其他块 (未示出) (例如,滤波器、时钟/定时器、I/O端口、电源连接器、接口等)。由模块800实现的电路的数量和/或类型可根据特定具体实施的设计标准而变化。

[0077] 处理器820可被实现为微控制器、多线程微处理器或它们的任何组合。处理器820可包括实现定位模块103的块 (或电路)、实现模式管理104的块 (或电路)、实现感知模块109的块 (或电路)、实现注意力监测器110的块 (或电路)、实现人机交互监测器112的块 (或电路)、实现警觉性检查器114的块 (或电路)、实现GNSS模块的块 (或电路) 850和/或实现地图模块的块 (或电路) 852。在一个示例中,地图模块852可实现地图接口105。处理器820可包括其他组件,诸如滤波器和时钟 (未示出)。在一些实施方案中,处理器820可以是实现处理功能性的组合 (例如,集成) 芯片组。

[0078] 在一些实施方案中,处理器820可包括多个单独的电路 (例如,微控制器、多线程微处理器、数字信号处理器 (DSP)、图形处理单元 (GPU) 等)。处理器820的设计和/或处理器820的各种组件的功能性可根据特定具体实施的设计标准而变化。处理器820被示为向交通工具平台92、通信端口822和/或存储器824发送数据,以及/或者从该交通工具平台、该通信端口和/或该存储器接收数据。然而,处理器820可被配置为实现附加数据,以及/或者控制路径以满足特定应用的设计标准。

[0079] 在一个示例中,存储器824可包括块 (或电路) 860和块 (或电路) 862。块860可存储由驾驶员警觉性 (或专注力) 估计器 (DAE) 102和模式管理器104利用的数据。框862可存储计算机可读指令 (例如,能够由处理器820读取的指令)。在一个示例中,DAE数据860可存储各种数据集870a-870n。在一个示例中,注意力监测器110可利用数据集870a来存储警觉性状态 (或水平)。例如,数据集870a可跟踪到暂时未警觉状态、未警觉状态和脱离环路状态的转变。在一个示例中,数据集870b可被人机交互监测器 (HMIM) 112用来存储专注力状态 (或水平)、长期扫视分布、到暂时未警觉状态的转变的计数、到未警觉状态的转变的计数、到脱离环路状态的转变的计数等。在一个示例中,数据集870c可被警觉性检查器114用来存储驾驶员专注于任务状态。在一个示例中,警觉性检查器114可利用数据集870d来存储可用于询问驾驶员的问题的查找表或数据库。在一个示例中,数据集870e可用于存储HMIM 112和警觉性检查器114可使用的驾驶员信息。存储器824还可被配置为存储其他数据集870n (例如,环境数据等)。

[0080] 在一个示例中,其他数据集870n可包括用于对从交通工具的各种传感器 (例如,FLC、FLR、FCR、FCS、IMU等) 接收的数据进行变换的参数 (例如,系数) 和/或校准数据。在一个

示例中,校准数据870n可提供多组系数(例如,用于这些传感器中的每个传感器的一组系数)。校准数据870n可以是能够更新的。例如,校准数据870n可存储当前值作为传感器的系数,并且随着来自传感器的数据漂移,模块800可更新校准数据870n以便保持准确性。校准数据870n的格式可基于特定具体实施的设计标准而变化。

[0081] 各种其他类型的数据可作为DAE数据860的一部分存储在数据集870n中。例如,其他数据870n可存储多个驾驶员的扫视分布。例如,其他数据870n可存储校准数据的过去数据值和/或校准数据的当前数据值。可将校准数据的过去数据值和当前数据值进行比较,以确定用于推断和/或预测校准数据的潜在未来值的趋势。

[0082] 处理器820可被配置为执行所存储的计算机可读指令(例如,存储在存储器824中的指令862)。处理器820可基于所存储的指令862来执行一个或多个步骤。在一个示例中,指令862的步骤可由处理器820执行/进行,并且可实现注意力监测器110、人机交互监测器112、警觉性检查器114、定位模块103、地图接口105、感知模块109和模式管理器104中的一者或多者。由处理器820执行的指令和/或由该处理器执行的指令862的顺序可根据特定具体实施的设计标准而变化。

[0083] 通信端口822可允许模块800与诸如交通工具平台92、驾驶员监测系统94、人机界面96和环境监测系统98之类的外部设备通信。例如,模块800被示为连接到外部电子总线802。在一个示例中,来自模块800的信息可被传送到信息娱乐设备以显示和/或呈现给驾驶员。在另一个示例中,到便携式计算设备(例如,智能电话、平板电脑、笔记本电脑、智能手表等)的无线连接(例如,Wi-Fi、蓝牙、蜂窝等)可允许来自模块800的信息被显示和/或以其他方式传达(例如,以听觉方式等)给用户。

[0084] 在一些实施方案中,ECU 800可进一步包括滤波器和时钟。滤波器可被配置为执行线性二次估计。例如,滤波器可实现卡尔曼滤波器。通常,滤波器可递归地操作输入数据,以产生统计上最优的估计。例如,滤波器可用于计算位置坐标,以及/或者估计由GNSS模块850和地图模块852利用的位置坐标的准确性。在一些实施方案中,滤波器可被实现为单独的模块。在一些实施方案中,滤波器可被实现为存储器824的一部分(例如,所存储的指令862)。滤波器的具体实施可根据特定具体实施的设计标准而变化。时钟可被配置为确定和/或跟踪时间。由时钟确定的时间可作为时间戳存储在其他数据870n中。在一些实施方案中,时钟可被配置为比较从GNSS接收器212接收的时间戳。

[0085] 模块800可被配置为芯片组、片上系统(SoC)和/或分立器件。例如,模块800可被实现为电子控制单元(ECU)。在一些实施方案中,模块800可被配置为控制一个或多个ADAS特征/功能的激活。

[0086] 在缺少关于HMI警告消息的现有技术的ASIL的情况下,根据本发明的实施方案,HMIM 112和AC 114的基本目标是提供监测功能性,该监测功能确保监督驾驶员对可能发生的危险事件具有足够的可控性。在一个示例中,HMIM 112和AC 114可通过确保驾驶员参与来实现足够的可控性。在一个示例中,HMIM 112和AC 114可通过监测扫视分布模式和驾驶员专注于任务状态作为专注力的衡量来确保驾驶员参与。在各种实施方案中,可实现HMIM 112和AC 114的几个示例功能性迭代,以减轻决策期间的误报。

[0087] 在一个示例中,HMIM 112可检查在HMI警告之前和之后的眼睛扫视偏移中的增量变化,以确定该警告是否被传送给驾驶员并且防止HMI消息的遗漏。例如,HMIM 112可从驾

驶员监测系统94的相机订阅实时指示“眼睛注视道路”的信号。指示“眼睛注视道路”的信号可用作反馈,以快速评估在每个升级警告之后扫视分布是否有所改善。若否,则HMIM 112可适当地实现故障安全。

[0088] 在另一个示例中,当注意力监测器110报告驾驶员处于“警觉”状态的持续时间比预期更长时,HMIM 112可有意地尝试让驾驶员的眼睛暂时从道路上移开,以防止来自DMS 94的相机的误报和注意力监测器的注意力水平的误报。当驾驶员被报告为在较长持续时间内处于“警觉”状态时,HMIM 112可发送定向提示以将驾驶员的注意力从道路移开(例如,当通过订阅来自车载传感器、GNSS、HD地图等的环境信息而判断为这样做是安全的时候),并且验证前端信号链(例如,DMS 94、注意力监测器110、警觉性检查器114等)是否检测到注意力转移。若否,则HMIM 112可适当地实现故障安全。

[0089] 在另一个示例中,其他乘坐舱感测信息可被集成到HMIM 112和AC 114中作为输入,以形成全面的驾驶员状态估计。除了眼睛注视道路信息之外,HMIM 112和AC 114可订阅手握方向盘、踏板信息、座椅传感器、座椅安全带状态等,以形成全面的驾驶员状态估计模型。HMIM 112和AC 114可利用来自这些输入中的每个输入的反馈来检测和减轻不专注行为。

[0090] 在又一个示例中,HMIM 112和AC 114可利用基于人工智能/机器学习(AI/ML)的非确定性算法来开发,以针对每个个体驾驶员的驾驶员专注行为简档进行基线化,并针对特定驾驶员的基线跟踪不专注行为。在各种实施方案中,每台交通工具可实现通用HMIM 112和AC 114,随着时间的推移,该通用HMIM和AC可通过在手动驾驶期间针对同一驾驶员的扫视分布对驾驶员的不专注行为简档进行基线化来跟踪和学习驾驶员的不专注行为简档,从而对它们自身进行定制。然后,当不专注行为超过在先前手动驾驶期间记录的阈值时,可标记在受监督驾驶期间的不专注行为。

[0091] 当在本文中与“是”和动词结合使用时,术语“可”和“通常”意在传达以下意图:描述是示例性的并且被认为足够广泛以涵盖本公开中呈现的特定示例以及可基于本公开推导的替代示例两者。如本文所使用的术语“可”和“通常”不应被理解为不可避免地暗示需要或可能省略对应元素。

[0092] 当在本文中使用时,各种组件、模块和/或电路的名称“a”至“n”公开了单个组件、模块和/或电路或多个此类组件、模块和/或电路,其中名称“n”适用于表示任何特定整数。各自具有名称“a”至“n”的实例(或事件)的不同组件、模块和/或电路可指示不同组件、模块和/或电路可具有匹配数量的实例或不同数量的实例。指定为“a”的实例可表示多个实例中的首个实例,并且实例“n”可以是指多个实例中的最后一个实例,但不暗示特定数量的实例。

[0093] 尽管已经参考本发明的实施方案具体示出和描述了本发明,但是本领域的技术人员将理解,可在不脱离本发明的范围的情况下在形式和细节上进行各种改变。

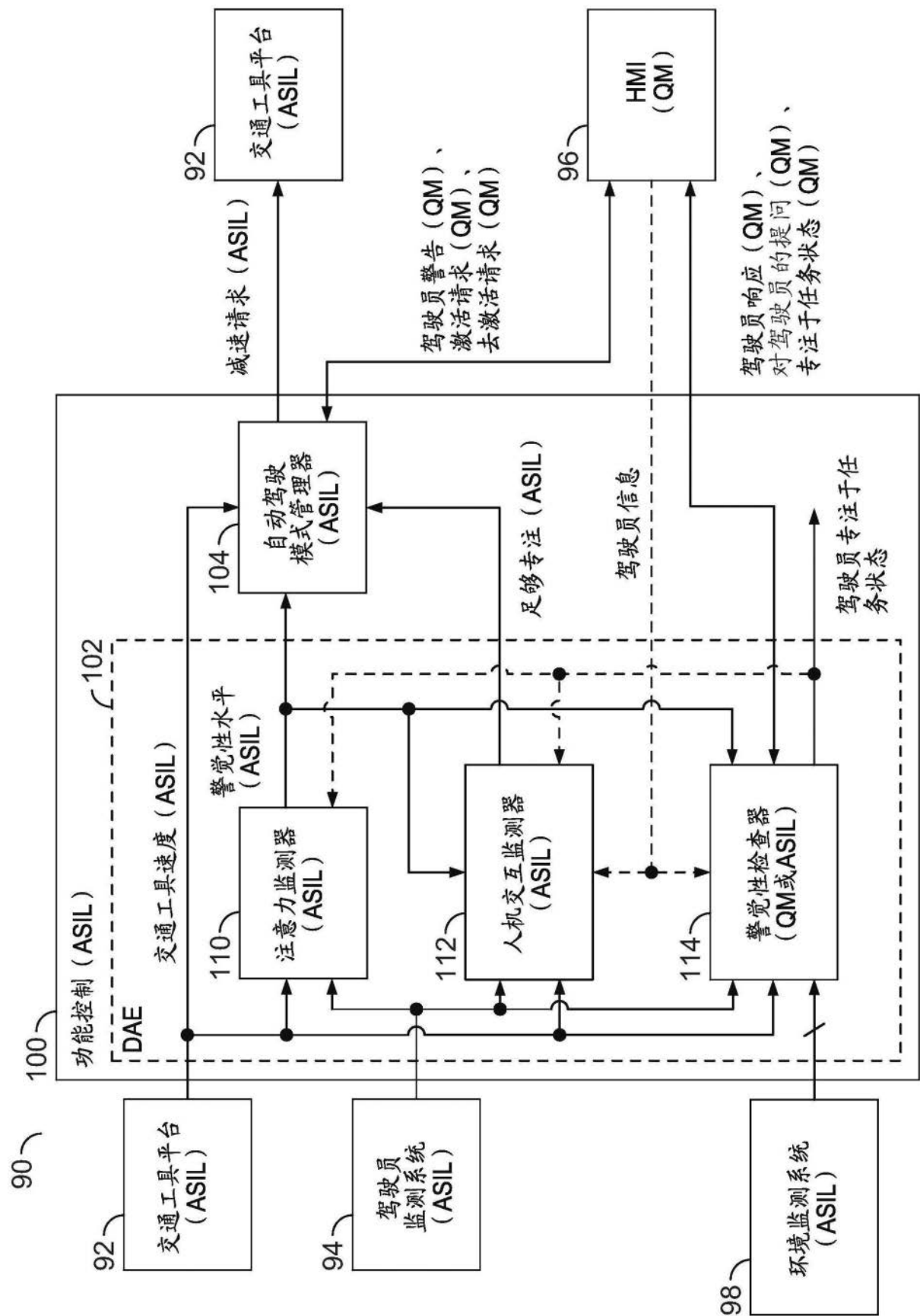
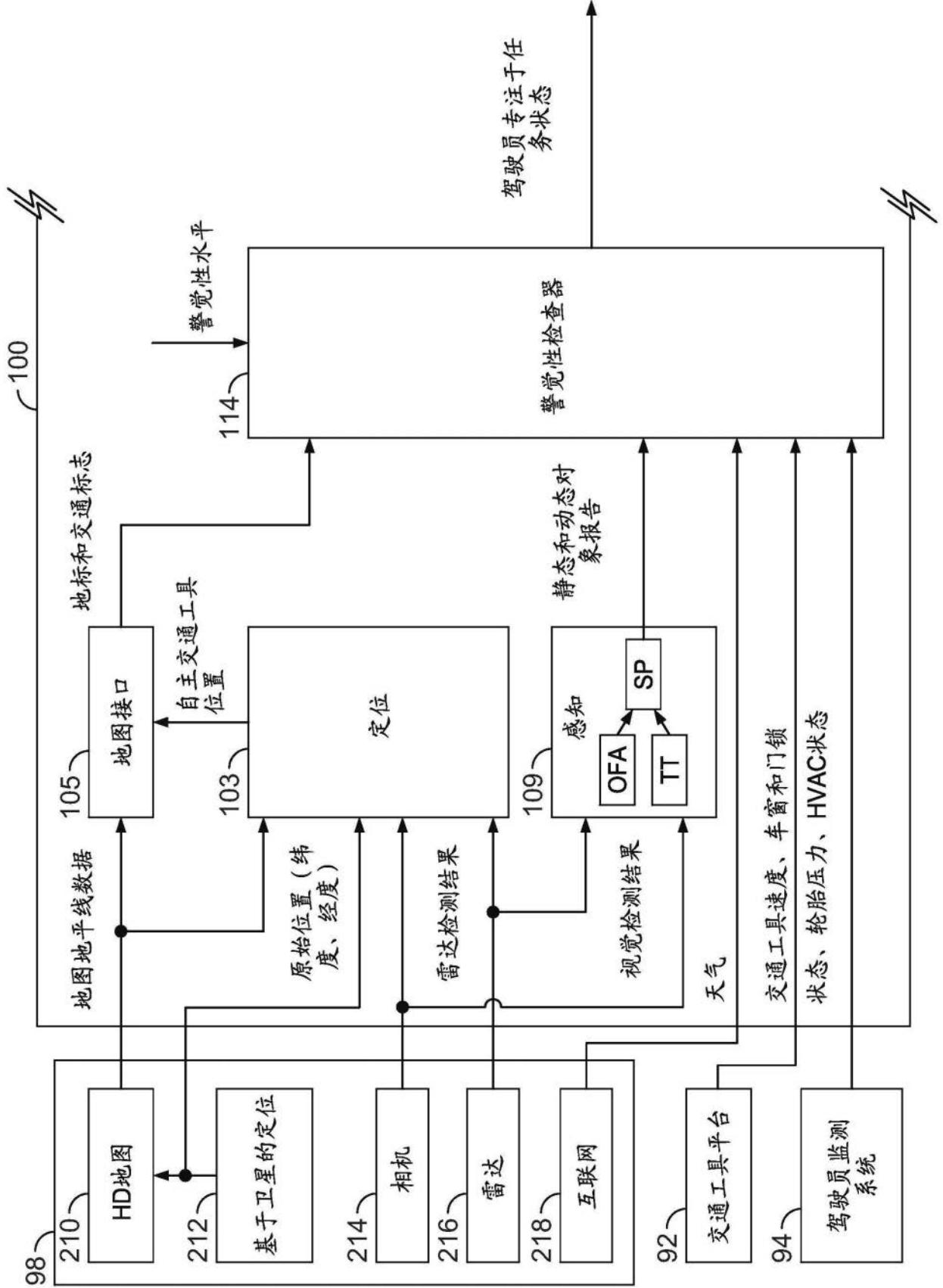


图1



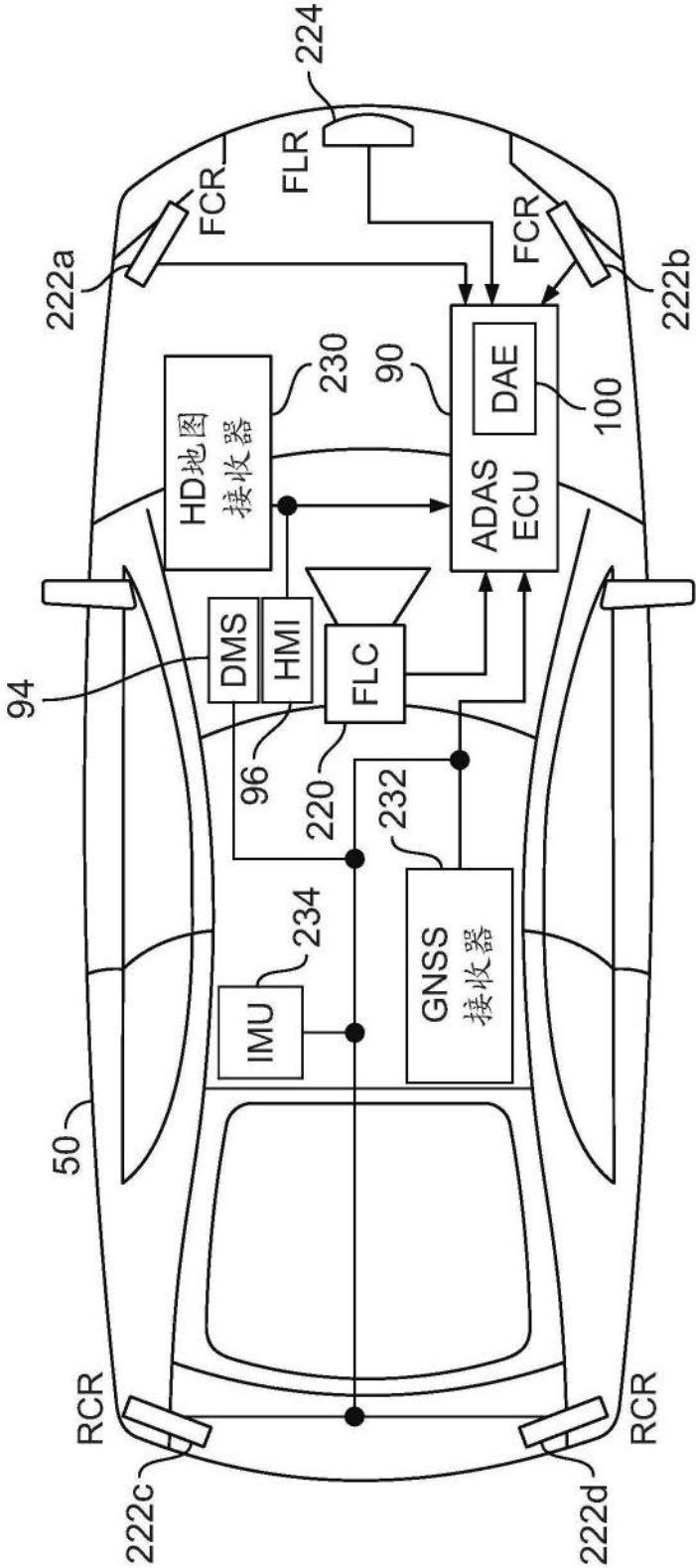


图3

500a

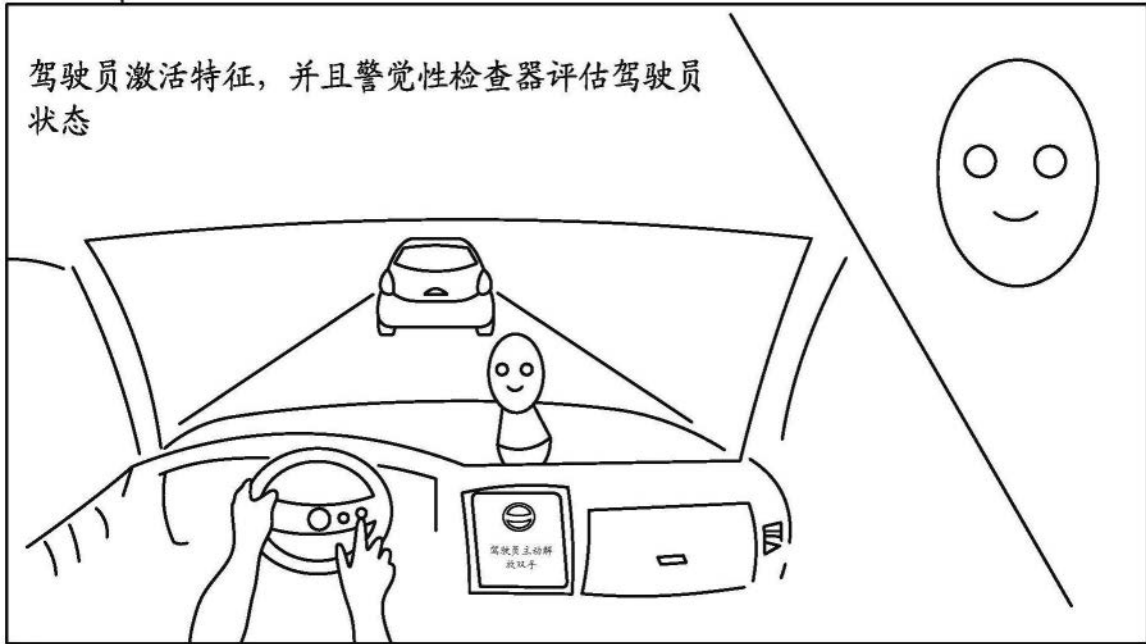


图4

500b

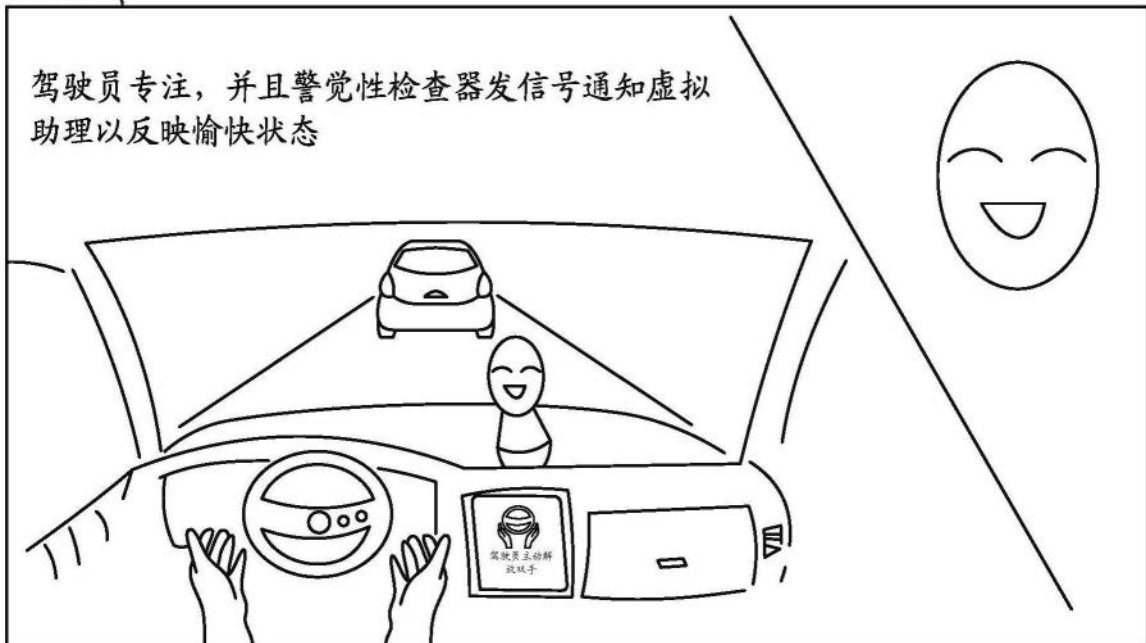


图5

500c

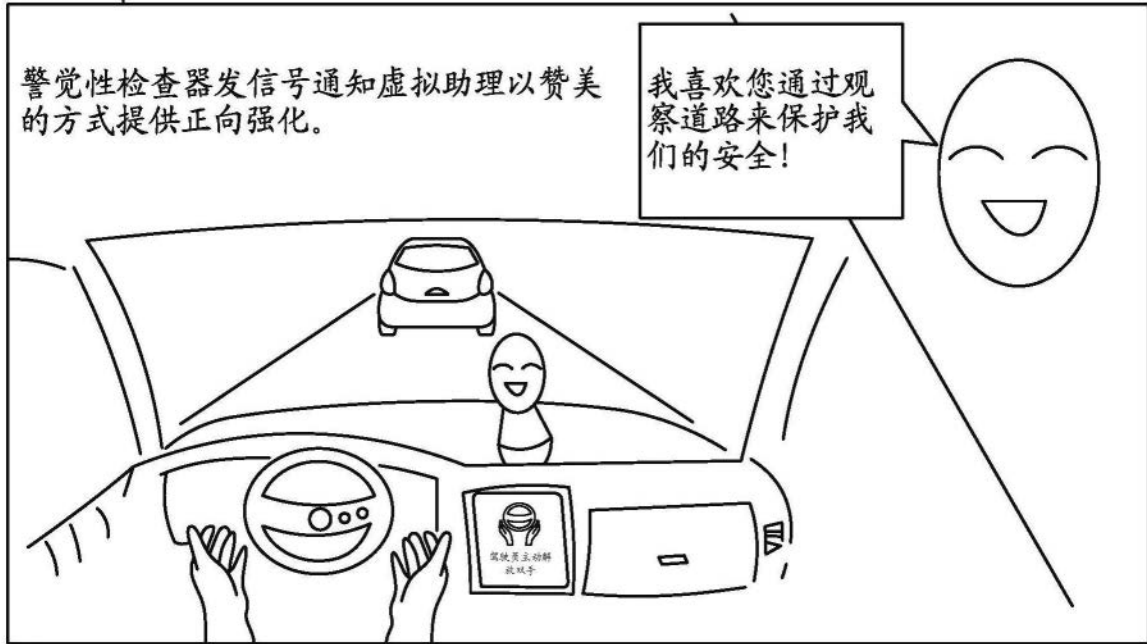


图6

500d

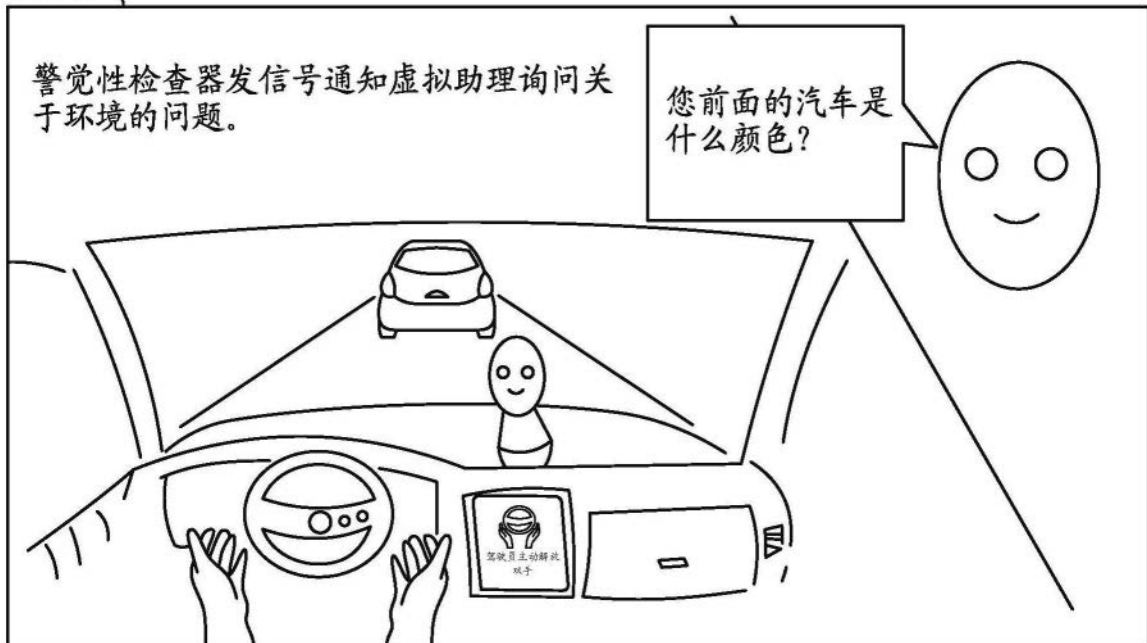


图7

500e

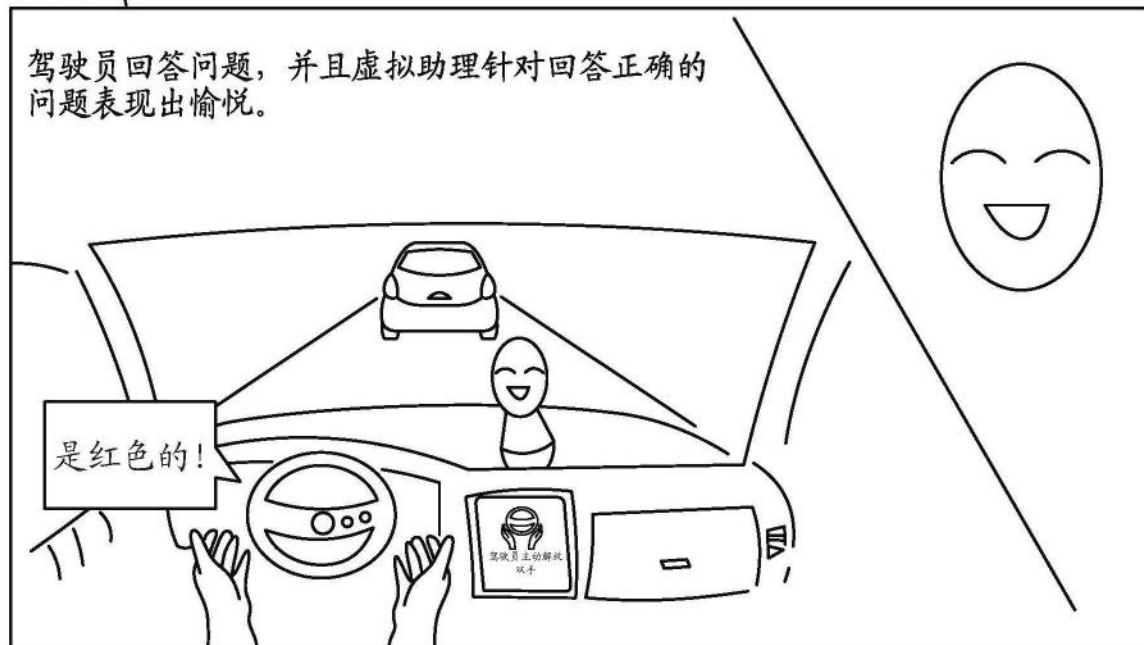


图8

500f

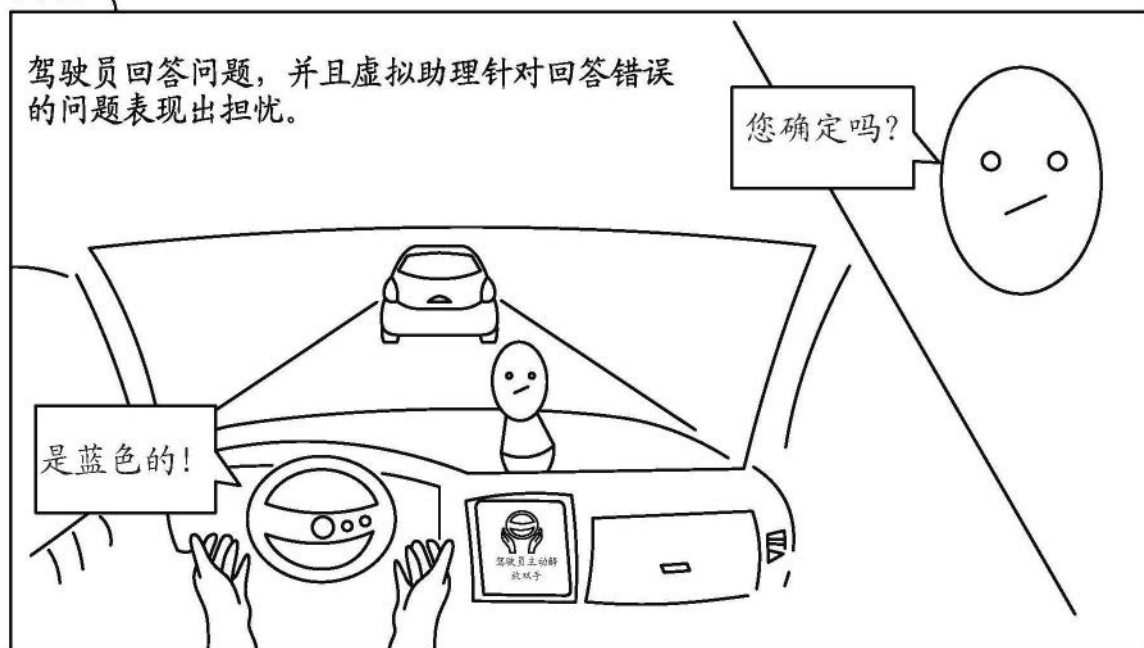


图9

500g

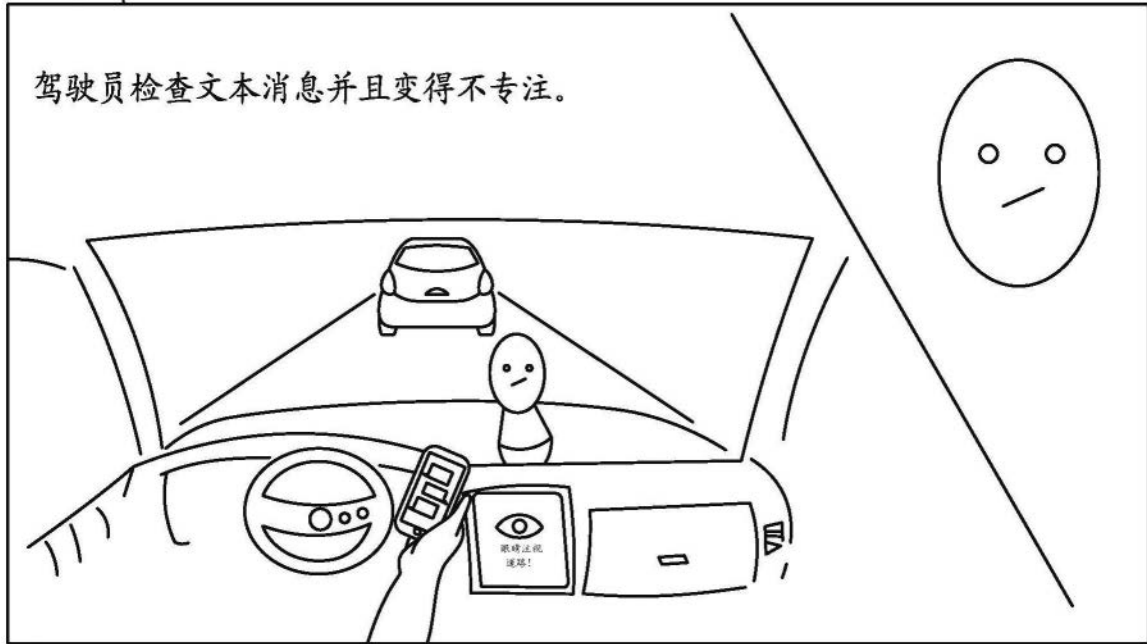


图10

500h



图11

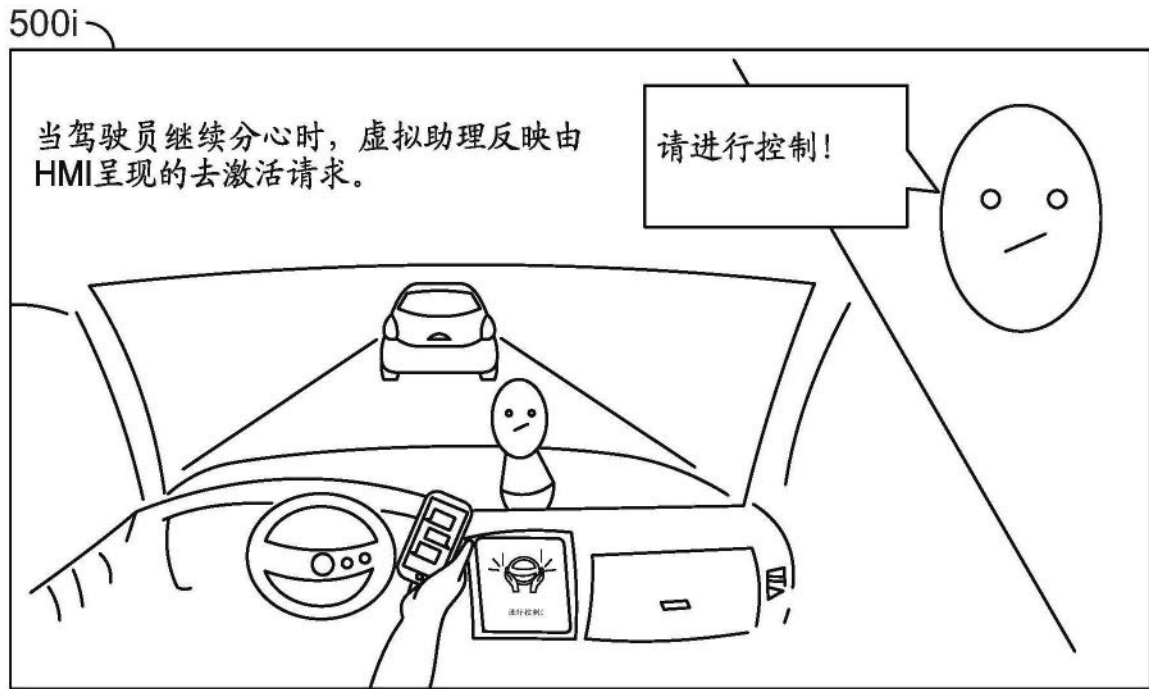


图12

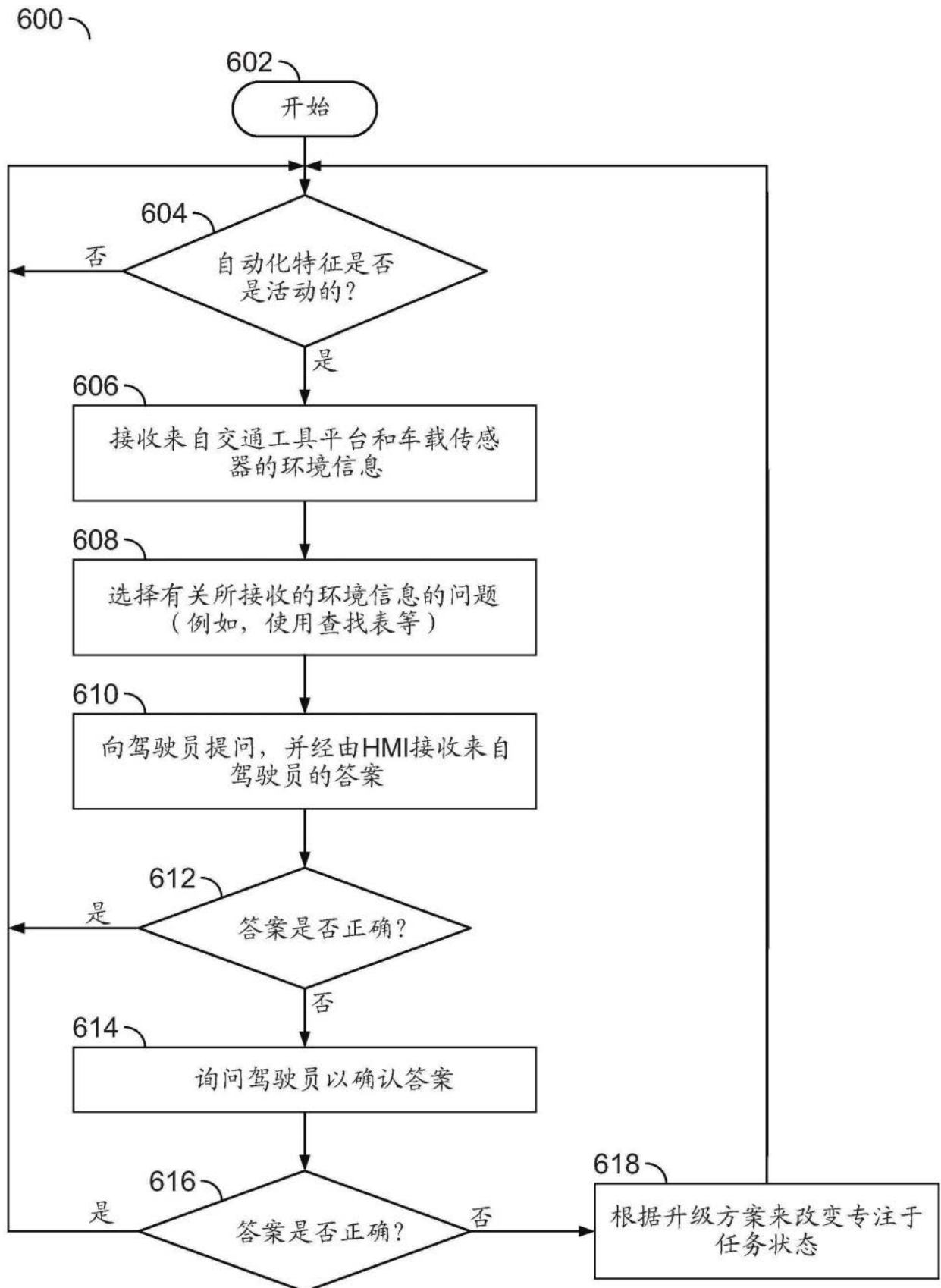


图13

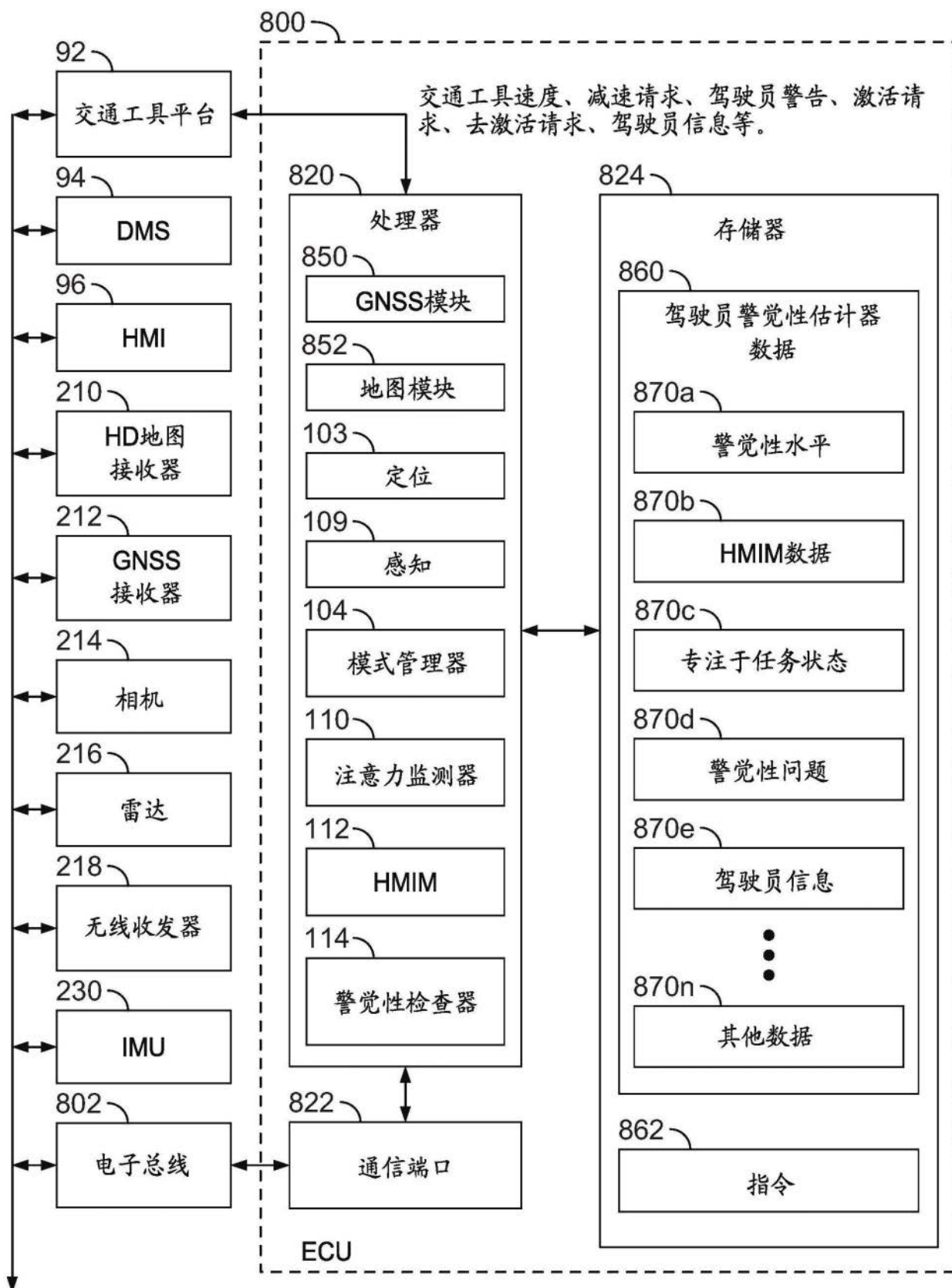


图14