(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117242438 A
(43)申请公布日 2023.12.15

(21)申请号 202280031471.1
(22)申请日 2022.02.28
(30)优先权数据
A50139/2021 2021.03.01 AT
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.10.27
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/AT2022/060056 2022.02.28
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/183228 DE 2022.09.09
(71)申请人 AVL 里斯脱有限公司
地址 奥地利格拉茨
(72)发明人 托拜厄斯·杜塞
(74)专利代理机构 北京品源专利代理有限公司 11332
专利代理师 胡彬
(51)Int.Cl.
G06F 11/36(2006.01)

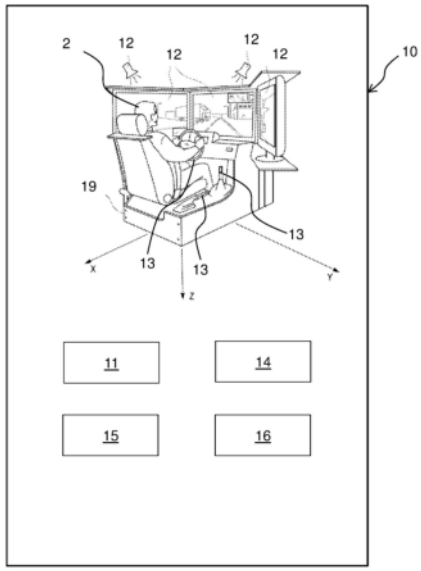
权利要求书2页 说明书11页 附图6页

(54)发明名称

用于测试车辆的驾驶员辅助系统的方法

(57)摘要

本发明涉及一种用于产生用于测试车辆(1)的驾驶员辅助系统的场景的系统(10)和相应的方法,该系统具有:用于模拟具有车辆和至少一个另外的交通参与方(1,4,5a,5b,5c,5d,6)的交通情况(3)的机构(11),其中第一交通参与方(4)能够由第一用户(2)控制;第一用户接口(12),用于基于虚拟交通情况(3)经由特别是至少光学的第一用户接口(12)将虚拟环境输出给第一用户(2);和第二用户接口(13),用于检测第一用户(2)的输入以控制虚拟环境中的至少一个第一交通参与方(4);用于基于模拟的交通情况(3)在车辆(1)的虚拟环境中运行驾驶员辅助系统(2)的机构(14);用于检测场景的机构(15);和用于求出形成的场景的品质的机构(16)。



CN 117242438 A

1.一种用于测试车辆(1)的驾驶员辅助系统(2)的计算机实施的方法(100),包括以下工作步骤:

模拟(101)具有车辆(1)和至少一个另外的交通参与方(4,5a,5b,5c,5d,6)的虚拟交通情况(3),其中第一交通参与方(4)能够由第一用户(2)控制,并且其中无法由用户控制的另外的交通参与方(5a,5b,5c,5d,6)尤其通过人工智能或基于逻辑来控制;

基于所述虚拟交通情况(3)经由特别是至少光学的第一用户接口(12)将至少一个第一交通参与方(4)的虚拟环境输出(102)给所述第一用户(2);

经由第二用户接口(13)检测(103)所述第一用户(2)的输入以控制所述第一交通参与方(4)的所述虚拟环境中的所述至少一个第一交通参与方(4),其中在模拟所述虚拟交通情况(3)时考虑所述第一用户(2)的检测到的输入和所述至少一个第一交通参与方(4)与其虚拟环境的从中产生的交互;

基于模拟的交通情况(3)在所述车辆(1)的虚拟环境中运行(104)所述驾驶员辅助系统(2),其中所述驾驶员辅助系统(2)显示行驶行为;

检测(105)通过所述驾驶员辅助系统(2)在所述车辆(1)的所述虚拟环境中的所述行驶行为形成的场景;

根据预定义的标准、特别是所形成的场景的危险性求出(106)所形成的所述场景的品质;和

经由所述第一用户接口或第二用户接口、特别是显示器向所述用户输出(107)所述品质。

2.根据权利要求1所述的方法(100),还具有以下步骤:经由所述第一用户接口(12)或所述第二用户接口(13)检测(108)所述第一用户(2)的输入以改变模拟的交通情况(3),优选地借助于编辑器来改变,其中优选地记录所述第一用户(2)的操作并且存储在控制表中。

3.根据权利要求1所述的方法(100),还具有以下工作步骤:

基于所求出的品质改变(109)模拟的所述交通情况(3),特别是直到达到中断条件。

4.根据前述权利要求1至3中任一项所述的方法(100),其中通过模拟来预设所述车辆(1)和/或所述至少一个另外的第一交通参与方(4)的速度、特别是初始速度/或预设所述车辆(1)和/或所述至少一个另外的第一交通参与方(4)的轨迹、特别是初始轨迹。

5.根据前述权利要求2至4中任一项所述的方法(100),其中在改变模拟的所述交通情况(3)时,仅改变模拟的所述交通情况(3)的现有参数的值。

6.根据前述权利要求1至5中任一项所述的方法(100),其中根据待测试的所述驾驶员辅助系统(2)的类型从以下组中选择所述场景(3)的参数:

交通参与方的速度、特别是初始速度;交通参与方的移动方向、特别是轨迹;光照条件;天气;道路状态;温度;静态和/或动态物体的数量和位置;静态和/或动态物体的状态和外观;动态物体的速度和移动方向、特别是轨迹;信号设施、特别是灯光信号设施的状态;交通标志;车道数量;交通参与方或物体的加速或减速;道路的污染和/或老化迹象、交通情况的地理定向。

7.根据前述权利要求1至6中任一项所述的方法(100),其中所述品质通过对用户的奖励、特别是虚拟奖励来表征。

8.根据前述权利要求1至7中任一项所述的方法(100),其中,各所形成的所述场景(3)

越危险,特别是直到碰撞时间点的计算的持续时间越短,所述品质就越高。

9.根据前述权利要求1至8中任一项所述的方法(100),其中使用进化算法来执行模拟的所述场景(3)的改变。

10.根据前述权利要求1至9中任一项所述的方法(100),其中基于所求出的品质来近似效用函数,所述效用函数描述特定的模拟的场景(3)具有何种品质值。

11.根据前述权利要求1至10中任一项所述的方法(100),其中模拟所述驾驶员辅助系统(2)。

12.根据前述权利要求1至11中任一项所述的方法(100),其中在最初模拟所述场景时,考虑驾驶员辅助系统(2)、特别是所述驾驶员辅助系统(2)的较早的测试运行的历史数据。

13.根据前述权利要求1至12中任一项所述的方法(100),其中在运行所述驾驶员辅助系统(2)时,将与所述车辆(1)的环境(4)有关的数据馈送到所述驾驶员辅助系统(2)中和/或基于所述车辆(1)的环境(4)激励所述驾驶员辅助系统(2)、特别是其传感器。

14.一种计算机程序,所述计算机程序包括指令,当所述指令由计算机执行时,所述指令促使所述计算机执行根据权利要求1至13中任一项所述的方法的步骤。

15.一种计算机可读介质,在所述计算机可读介质上存储有根据权利要求14所述的计算机程序。

16.一种用于产生用于测试车辆(1)的驾驶员辅助系统的场景的系统(10),具有:

用于模拟虚拟交通情况(3)的机构(11),所述虚拟交通情况具有所述车辆和至少一个另外的交通参与方(1,4,5a,5b,5c,5d,6),其中第一交通参与方(4)能够由第一用户(2)控制,并且其中自动化地、尤其通过人工智能或基于逻辑来控制无法由用户控制的其他交通参与方(5a,5b,5c,5d,6);

特别是至少光学的第一用户接口(12),用于基于虚拟的所述交通情况(3)将所述至少一个第一交通参与方(4)的虚拟环境输出给所述第一用户(2);和

第二用户接口(13),用于检测所述第一用户(2)的输入以控制所述第一交通参与方(4)的所述虚拟环境中的所述至少一个第一交通参与方(4),其中在模拟虚拟的所述交通情况时(3)考虑所述第一用户(2)的检测到的输入和所述至少一个第一交通参与方(1)与其虚拟环境的从中产生的交互;

用于基于模拟的所述交通情况(3)在所述车辆(1)的虚拟环境中运行所述驾驶员辅助系统(2)的机构(14),由此所述驾驶员辅助系统(2)显示行驶行为;

用于检测场景的机构(15),所述场景通过所述驾驶员辅助系统(2)在所述车辆(1)的所述虚拟环境中的行驶行为产生;和

用于根据预定义的标准来求出所形成的所述场景的品质的机构(16),所述标准特别是所形成的所述场景的危险性;

其中所述第一用户接口或所述第二用户接口(12,13)、特别是显示器还设计用于:将所述品质输出给所述用户(2)。

用于测试车辆的驾驶员辅助系统的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于测试用于车辆的至少一个驾驶员辅助系统的计算机实施的方法。此外,本发明涉及一种用于测试至少一个驾驶员辅助系统的相应的系统。

背景技术

[0002] 在自动行驶(Autonomous Driving,AD)的进一步发展中实现的驾驶员辅助系统(Advanced Driver Assistance System先进驾驶员辅助系统,ADAS)在乘用车和商用车中的普及不断增加。驾驶员辅助系统对提高主动交通安全做出重要贡献,并有助于提高行驶舒适度。

[0003] 除了尤其用于行驶安全的系统、如ABS(防抱死制动系统)和ESP(电子稳定程序)外,在乘用车和商用车领域中还提供大量的驾驶员辅助系统。

[0004] 已经用于提高主动交通安全性的驾驶员辅助系统是停车助理、自适应车距调节速度控制器(也称为自适应巡航控制(ACC)),所述ACC将由驾驶员选择的期望速度适应性地根据距前行的车辆的间距来进行调节。这种驾驶员辅助系统的另一示例是ACC-Stop&Go系统,其除了ACC之外在交通拥堵中或在车辆静止时引起车辆的自动继续行驶;以及车道保持或车道辅助系统,其将车辆自动地保持在车道上;和预碰撞系统,其在可能碰撞的情况下例如准备或采取制动,以消除车辆的动能,以及如果碰撞不可避免的话,则必要时采取进一步的措施。

[0005] 所述驾驶员辅助系统通过其在关键情况下警告驾驶员直至采取独立干预来避免事故或减少事故(例如通过激活紧急制动功能)的方式来提高交通安全。附加地,通过诸如自动停车、自动车道保持和自动车距控制等功能提高了行驶舒适度。

[0006] 只有当通过驾驶员辅助系统以安全、可靠且以——尽可能——舒适的方式进行支持时,才由车辆乘员正面地感知驾驶员辅助系统的安全性和舒适性优势。

[0007] 此外,每个驾驶员辅助系统根据功能必须以对于自车的最大安全性且也在没有危害其他车辆或其他交通参与方的情况下参与交通中出现的情景。

[0008] 在此,车辆的相应自动化程度分为所谓的自动化级别1至5(例如,参见标准SAE J3016)。本发明特别涉及具有自动化级别3至5的驾驶员辅助系统的车辆,所述自动化级别通常被认为是自动行驶。

[0009] 用于测试这种系统的挑战是多种多样的。特别地,必须在测试耗费和测试覆盖率之间找到平衡。在此,在测试ADAS/AD功能时的主要任务是:展示驾驶员辅助系统的功能在所有可设想的情况下都得到保证,特别是在关键行驶状况下也得到保证。这种关键的行驶状况具有一定程度的危险性,因为相应的驾驶员辅助系统没有响应或响应不正确会导致事故。

[0010] 因此,测试驾驶员辅助系统需要考虑会在不同场景中得到的大量的行驶状况。在此,可能的场景的变化空间通常跨越多个维度(例如不同的街道特性、其他交通参与方的行为、天气条件等)。从这些几乎无限的且多维的参数空间中,对于测试驾驶员辅助系统特别

重要的是:提取会导致异常或危险的行驶状况的关键场景的参数群。

[0011] 如图1中所示,这种关键场景出现的概率比通常场景要低得多。

[0012] 科学出版物认为:只有当借助相应的驾驶员辅助系统完成2.75亿英里无事故行驶运行以验证相应的驾驶员辅助系统时,在自动行驶运行下运行车辆才比由人类控制车辆在统计上更安全。特别是考虑到汽车行业所需的开发周期和质量标准已经设定了非常紧迫的时间框架的背景下,这实际上借助真实的测试行驶无法实现。会不太可能的是:出于上述原因而包括足够量的关键场景或从所述关键场景中得到的行驶状况。

[0013] 从现有技术中已知:使用真实测试车辆车队的真实测试行驶数据来确认和验证驾驶员辅助系统并从记录的数据中提取场景。此外,已知的是:使用完整因子试验计划来进行确认和验证。

发明内容

[0014] 本发明的一个目的是:能够在关键场景中测试驾驶员辅助系统,特别是自动行驶功能。特别地,本发明的一个目的是:鉴别对于驾驶员辅助系统的关键场景。

[0015] 所述目的通过独立权利要求的教导来实现。有利的设计方案在从属权利要求中得出。

[0016] 本发明的第一方面涉及一种用于测试车辆的驾驶员辅助系统的计算机实施的方法,包括以下工作步骤:

[0017] 模拟具有车辆和至少一个另外的交通参与方的虚拟交通情况,其中第一交通参与方能够由第一用户控制,并且其中无法由用户控制的另外的交通参与方尤其通过人工智能或基于逻辑来控制;

[0018] 基于虚拟的交通情况经由特别是至少光学的第一用户接口将至少第一交通参与方的虚拟环境输出给第一用户;

[0019] 经由第二用户接口检测第一用户(2)的输入以控制第一交通参与方的虚拟环境中的至少一个第一交通参与方,其中在模拟虚拟的交通情况时考虑第一用户的检测到的输入和至少一个第一交通参与方与其虚拟环境的从中产生的交互;

[0020] 基于模拟的交通情况在车辆的虚拟环境中运行驾驶员辅助系统,其中驾驶员辅助系统显示行驶行为;

[0021] 检测通过驾驶员辅助系统在车辆的虚拟环境中的行驶行为形成的场景;

[0022] 根据预定义的标准、特别是所形成的场景的危险性求出所形成的场景的品质;和

[0023] 经由第一用户接口或第二用户接口、特别是显示器向用户输出所述品质。

[0024] 本发明的第二方面涉及一种用于产生用于测试车辆的驾驶员辅助系统的场景的系统,具有:

[0025] 用于模拟虚拟交通情况的机构,所述虚拟交通情况具有车辆和至少一个另外的交通参与方,其中第一交通参与方能够由第一用户控制,并且其中自动化地、尤其通过人工智能或基于逻辑来控制无法由用户控制的其他交通参与方;

[0026] 特别是至少光学的第一用户接口,用于基于虚拟的交通情况将至少一个第一交通参与方的虚拟环境输出给第一用户;和

[0027] 第二用户接口,用于检测第一用户的输入以控制第一交通参与方的虚拟环境中的

至少一个第一交通参与方,其中在模拟虚拟的交通情况时考虑第一用户的检测到的输入和至少一个第一交通参与方与其虚拟环境的从中产生的交互;

[0028] 用于基于模拟的交通情况在车辆的虚拟环境中运行驾驶员辅助系统的机构,由此驾驶员辅助系统显示行驶行为;

[0029] 用于检测场景的机构,所述场景通过驾驶员辅助系统在车辆的虚拟环境中的行驶行为产生;和

[0030] 用于根据预定义的标准来求出所形成的场景的品质的机构,所述标准特别是所形成的场景的危险性;

[0031] 其中第一用户接口或第二用户接口、特别是显示器还设计用于:将所述品质输出给用户。

[0032] 本发明的另外的方面涉及一种计算机程序和一种计算机可读介质。

[0033] 就本发明意义而言的用户是自然人,即人类。

[0034] 就本发明意义而言的驾驶员辅助系统优选设计用于:在行驶时支持驾驶员或者至少部分地引导车辆,特别是自动化级别3至5的驾驶员辅助系统,或者更特别是自主行驶功能。

[0035] 就本发明意义而言的交通参与方优选地是参与交通的任何物体。特别地,交通参与方是人、动物或车辆。

[0036] 就本发明的意义而言的提取优选地意味着界定或隔离。

[0037] 特别地,场景是从场景数据中界定或隔离的。在此,优选地在场景数据中选择数据区域。

[0038] 就本发明意义而言的场景数据优选地通过交通参与方的位置和移动和静态物体关于场景的位置来表征。

[0039] 就本发明意义而言的场景优选地从尤其静态的场景的时间序列中形成。在此,场景例如说明至少一个其他物体相对于自我物体的空间布置(例如,交通参与方的局势)。场景优选地考虑动态和静态内容。优选地,在此,使用用于场景的系统描述的模型,更优选地使用具有以下六个独立级别的PEGASUS项目的模型(https://www.pegasusprojekt.de):1.街道(几何,...);2.街道设施和规则(交通标志……);3.临时变化和事件(街道建设……);4.移动物体(与交通相关的物体,例如:车辆、行人……,其相对于待测试的车辆移动);5.环境条件(光照情况、街道天气……);6.数字信息(V2X、数字数据/地图……)。场景尤其可以包含行驶状况,在所述行驶状况中,驾驶员辅助系统至少部分地控制被称为自车并且配备有驾驶员辅助系统的车辆,例如,自主地执行自车的至少一项车辆功能。

[0040] 就本发明意义而言的交通情况优选地描述在限定的空间区域中和/或在限定的时间段或时间点内具有交通参与方的交通中的全部情况。优选地,为了在特定时间点选择适当的行为模式而考虑交通参与方的所述情况。交通情况优选地包括操作的所有相关条件、可能性和决定因素。交通情况可以但不必须从交通参与方或物体的角度来表示。

[0041] 就本发明意义而言的模拟的测量变量优选选自以下组:交通参与方的速度,特别是初始速度;交通参与方的移动方向、特别是轨迹;光照条件;天气;道路状态;温度;静态和/或动态物体的数量和位置;动态物体的速度和移动方向、特别是轨迹;信号设施、特别是灯光信号设施的状态;交通标志;车道数量;交通参与方或物体的加速或减速。

[0042] 就本发明意义而言的测量变量的预定义的局势优选地是一个或多个测量变量的值的局势,尤其是随时间走向的值。

[0043] 就本发明意义而言的标记优选地表示设有分类名称。

[0044] 就本发明意义而言的场景的危险性优选地表示:在没有可能的无事故的结果(在自己的力量下并且考虑到前述的不确定性)的情况下在空间或时间上接近交通情况。当事故无法避免时,危险性最大。危险性优选地也称为关键度。如果考虑驾驶员辅助系统的行驶行为或行驶技能,则危险性可以表征事故概率和/或直至碰撞时间点的计算出的持续时间。如果计算出的持续时间为0秒和/或事故概率为P=1,则优选地存在最大危险性。特别地可以通过行驶机动触发增加的事故概率,例如转向、制动、加速时的避让反应或强烈的梯度变化(即例如,车辆由于强烈的转向移动而避让)。尤其也可以在其他交通参与方(其基于逻辑或AI来引导)方面和在关键的行驶状况中必须离开其行驶任务或实际轨迹(通过避让行驶机动),事故概率会提高。尤其也由于影响第一交通参与方或其余的交通参与方的外部因素,例如如果驾驶员被炫目,则会增加事故概率。

[0045] 就本发明意义而言的品质优选地表征模拟场景。将品质优选地理解为模拟场景相对于特定驾驶员辅助系统的行驶状况的危险性的质量或状况和/或相关性。

[0046] 就本发明意义而言的相关性优选地理解为:场景在街道交通中以何种频率出现。例如,背光场景比飞机降落在街道上的场景更相关。相关性优选地还与街道交通相关的地区相关。例如,存在在德国相关、但在中国则不相关的场景。

[0047] 就本发明意义而言的车辆环境优选地至少通过对于通过驾驶员辅助系统进行车辆引导相关的交通参与方和其他物体形成。特别地,车辆的环境包括场景和动态元素。场景优选地包括所有固定元素。

[0048] 就本发明意义而言的中断条件优选地是客观定义的或者也可以通过用户的输入产生。

[0049] 就本发明意义而言的机构可以以硬件和/或软件方式来构成,并且特别地具有优选与存储和/或总线系统数据或信号连接的、特别是数字的处理单元、特别是微处理器单元(CPU))和/或一个或多个程序或程序模块。在此,CPU可以构成用于:处理作为存储在存储器系统中的程序实施的指令,以检测来自数据总线的输入信号和/或将输出信号输出给数据总线。存储系统可以具有一个或多个、特别是不同的存储介质,特别是光的、磁的、固态的和/或其他非易失性的介质。程序可以被创建为使得其体现或能够执行在此描述的方法,以至于CPU可以执行这种方法的步骤并且然后尤其可以产生场景。

[0050] 本发明基于鼓励真人产生场景的方案,然而其中不需要在真实交通中进行测试行驶。

[0051] 根据本发明,真实驾驶员因此在模拟交通情况中、特别是在虚拟环境或通过模拟交通情况形成的虚拟环境中移动车辆。通过本发明使场景的产生可以采用众包方案。一个或多个用户现在可以在模拟器处通过虚拟交通情况为其选择的交通参与方导航。由于在模拟虚拟交通情况中对一个或多个交通参与方以及其他任意机制的导航中的几乎无限的选项可能性,如在真实街道交通中那样,可以形成几乎无限大数量的不同场景。通过本发明优选地根据预定义的标准来确认已知的或新的场景的出现。为此,对模拟过程和特别是借助其产生的模拟数据进行连续分析或监控。

[0052] 在此,关于众包方案,可以利用人的游戏本能。因此,根据本发明的方法或者甚至相应的系统可以提供给用户。然后,所述用户可以在模拟交通中“娱乐”行驶。替代地,也可以为用户分配任务,例如,其应该在遵守交通规则的情况下尽快从地点A到达地点B,或者其必须收集不同的地点处的一定物体。此外,用户会在通过模拟交通导航时分心,例如通过其必须执行一定语音输入等方式而分心。

[0053] 在此,模拟中的物理现象优选地对应于现实,以便产生尽可能真实的场景数据。这尤其在交通参与方和其周围的物理特性方面适用。穿行物体等是不可能的。特别优选地,多个用户在模拟交通中对多个交通参与方导航。

[0054] 由其活动形成的场景的质量或危险性通过场景品质的反馈传达给用户。然后,用户可以尝试:通过其适配由其控制的交通参与方的控制行为的方式来提高品质。优选地,在这方面,用户可以要求模拟场景的模拟机构再次重复已经遍历过的场景。以这种方式,特别是在遵守交通规则的情况下,用户可以优化其控制行为,直到其在特定场景方面达到最佳品质、即最大危险性。

[0055] 优选地将所形成的行驶状况记录为场景数据,以便能够稍后在模拟场景中复现所述行驶状况。

[0056] 以这种方式产生的场景数据在该方法的一个有利的设计方案中已经被标记,特别是标记虚拟交通情况的物体。在模拟中,可以提供有关物体特性的信息,使得可以将信息与物体相关联。

[0057] 这尤其是相对于来自真实测试运行的数据的优势,其中所有物体都必须被标记。所述标记通常非常耗费,因为其只能通过人来执行。

[0058] 在该方法的一个有利的设计方案中,改变所求出的品质的模拟场景,直到达到中断条件。优选地,附加地或替代地输出模拟场景,直到其品质达到中断条件。更优选地,只有当模拟场景的品质达到中断条件时才输出模拟场景。在这种情况下,继续引导或重复测试方法,直到用户的行驶行为和/或场景的模拟产生驾驶员辅助系统的如下行为为止:所述行为违反预定义的目标值,所述目标值用作中断条件。这种中断条件例如可以是直至小于0.25秒的碰撞时间点的持续时间或还有特定的时间预算,例如600小时的最大模拟时间。

[0059] 在假设时间预算足够长的情况下,可以借助本发明实现ADAS或AD系统正确工作的高概率。

[0060] 在该方法的另一有利的设计方案中,该改变至少部分地通过用户借助于编辑器经由第一用户接口或第二用户接口来执行,其中用户的操作优选地被记录并存储在控制表中。由于场景改变的可能性,用户不仅可以通过其行驶行为影响形成的行驶状况,而且还可以直接影响模拟的行驶场景。由此,其对形成的行驶状况的品质有进一步的影响。因此,用户可以优化现有的行驶场景,使得与其行驶行为协作地得到具有尽可能高品质的行驶状况。

[0061] 在该方法的另一有利的设计方案中,在模拟场景时预设车辆的速度、特别是车辆的初始速度和/或车辆的轨迹。所述预设是在测试驾驶员辅助系统时的边界条件并且优选地同样可以由用户改变。

[0062] 在该方法的另一有利的设计方案中,在改变模拟场景时,仅改变模拟场景的参数值。因此,保持分别模拟的场景的类型。不得添加新参数、例如通过添加另外的车辆产生的

新参数。由此实现:用户保留在待测试的、分别模拟的场景中,并且不创建全新的场景。

[0063] 在该方法的另一有利的设计方案中,根据进行测试的驾驶员辅助系统的类型,从以下组中选择场景的参数:

[0064] 交通参与方的速度、特别是初始速度;交通参与方的移动方向、特别是轨迹;光照条件;天气;道路状态;温度;静态和/或动态物体的数量和位置;动态物体的速度和移动方向、特别是轨迹;信号设施、特别是灯光信号设施的状态;交通标志;车道数量;交通参与方或物体的加速或减速。

[0065] 通过改变所述参数,可以显著影响场景的危险性。

[0066] 在该方法的另一有利的设计方案中,品质由对用户的奖励、特别是虚拟奖励来表征。特别地,为用户根据所达到的品质记入奖励,例如在虚拟帐户中。由此可以实现;用户尝试始终实现具有更高品质的行驶状况。

[0067] 在该方法的另一有利的设计方案中,各所产生的行驶状况越危险,特别是直到碰撞时间点的计算的持续时间越短,品质就越高。这具有的优点是:鉴别尽可能关键的行驶状况,但所述行驶状况在正常街道交通中很少发生。待完成的测试公里数的量可减少至此。

[0068] 在该方法的另一有利的设计方案中,使用进化算法来执行模拟的场景的改变。进化算法也称为遗传算法。在通过这种算法进行改变时,不同的算法交叉和变异。从如此形成的算法中形成用于下一迭代步骤的候选算法,即模拟场景的下一变体。

[0069] 在该方法的另一有利的设计方案中,基于所求出的品质来近似效用函数,所述效用函数描述特定的模拟的场景具有何种品质值。以该方式可以为用户计算奖励。

[0070] 在该方法的另一有利的设计方案中,模拟驾驶员辅助系统。这意味着:根据“软件在环”概念,在模拟虚拟交通情况时,仅考虑或实施驾驶员辅助系统的软件或实际代码。由此可以在纯模拟中执行驾驶员辅助系统的测试。在此,可以不发生对真实的驾驶员辅助系统的刺激或提供信号。

[0071] 在该方法的另一有利的设计方案中,在最初模拟场景时,考虑驾驶员辅助系统、特别是所述驾驶员辅助系统的较早的测试运行的历史数据。

[0072] 历史数据的使用可用于预训练用于模拟交通场景的算法。由此可以减少直到找到关键场景的持续时间。此外,还可以使用在另一特别相似的ADAS或AD系统上训练的算法。特别地,可以以这种方式执行所谓的回归测试,以确保对驾驶员辅助系统软件的已经测试的部分的改变不会引起新的错误。

[0073] 在该方法的另一有利的设计方案中,在运行驾驶员辅助系统时,将与车辆的环境有关的数据馈送到驾驶员辅助系统中和/或基于车辆的环境激励驾驶员辅助系统、特别是其传感器。通过所述设计方案,可以测试真实的驾驶员辅助系统或者甚至具有这种真实的驾驶员辅助系统的真实车辆。

[0074] 由此,可以在测试台上测试驾驶员辅助系统、特别是其软件或整个硬件。特别地,为此可以使用硬件在环方法。

[0075] 上述与本发明的第一方面相关的特征和优点也相应地适用于本发明的其他方面,反之亦然。

附图说明

[0076] 其他的特征和优点从以下参考附图对实施例的描述中得出。至少部分示意性地示出：

[0077] 图1示出情景与其关键性和/或危险性相关的出现概率的图表；

[0078] 图2示出用于产生情景的方法的一个实施例的框图；

[0079] 图3a示出模拟的虚拟交通情况的第一示例；

[0080] 图3b示出模拟的虚拟交通情况的第二示例；

[0081] 图4示出模拟的虚拟交通情况的第三示例；

[0082] 图5示出用于产生用于测试车辆的驾驶员辅助系统的场景数据的系统的一个实施例；和

[0083] 图6示出用于运行驾驶员辅助系统的机构的一个实施例。

具体实施方式

[0084] 图1示出场景与场景关键性和/或危险性相关的出现概率。出现概率是场景在真实街道交通中发生的概率。

[0085] 在图1中值得注意的是：多个场景的复杂性和/或危险性相对较低，这也对应于汽车驾驶员的一般生活经历。所述场景的范围在图1中用“A”标记。而高度复杂的场景(图1中用“B”标记的区域)相对较少出现。然而，正是复杂性大的那些场景“B”与检查驾驶员辅助系统的高效能性高度相关。

[0086] 因此，为了在测试驾驶员辅助系统期间实现足够数量和多样性的具有高复杂性的不同场景“B”，根据所示出的分布曲线，通常必须遍历非常多数量的场景。下面描述一种替代方案，其中有针对性地引起具有高复杂性的那些场景，以便测试驾驶员辅助系统，进而减少要遍历的场景数量以及对应地减少要完成的公里数的数量。

[0087] 下面参考图2至图3b描述用于产生具有尽可能高复杂性的大量不同场景以测试驾驶员辅助系统的方法。

[0088] 在第一方法步骤101中，模拟虚拟交通情况3，在所述虚拟交通情况中应测试驾驶员辅助系统7。虚拟交通情况3具有多个虚拟交通参与方1、4、5a、5b、5c、5d、6，其中车辆1通过待测试的驾驶员辅助系统7控制。优选地，在所述虚拟交通情况3中，多个交通参与方1、4、5a、5b、5c、5d、6中的至少一个另外的第一交通参与方4可以由第一用户2控制，并且无法由用户控制的那些交通参与方5a、5b、5c、5d、6被自动控制。在此，优选地使用人工智能或基于逻辑的控制装置。优选地，在模拟的虚拟交通情况3中可以存在多个通过用户、即人控制的交通参与方。还可以在单个车辆或多个车辆中同时测试多个驾驶员辅助系统7。

[0089] 为了模拟虚拟交通情况，优选地使用交通流模型，特别是PTV-Vissim ®或Eclipse SUMO，特别是版本1.8.0。

[0090] 关于模拟虚拟交通情况基本上有两种方案：模拟基于真实测试行驶中获得的数据。在这种情况下，各个物体的参数、例如交通参与方的速度可以改变，但是或者采用在实际测试行驶期间检测的参数。在该方法的一个替代的设计方案中，交通情况3纯粹基于数学算法来创建。优选地，这两种方案也可以混合。

[0091] 例如，在图3a中示出这种模拟的交通情况3。在图3a中所示的交通情况3中，行人6

穿过街道。由第一用户控制的摩托车4在朝向行人6的车道上接近行人6。另外的车辆5b、5c、5d停在车道旁边,行人6由于所述另外的车辆对通过第一用户2控制的摩托车4看不到或只能很差地可见。另一车辆5a在用于对向交通的第二车道上在行人6的高度上行驶。在另一车辆5a的后方,车辆1接近,所述车辆的纵向和横向控制通过驾驶员辅助系统7执行。从图3a中并不清楚所述摩托车驾驶员4对于由第一用户2控制的车辆1是否可见。

[0092] 其他车辆5a、5b、5c、5d、行人6和摩托车驾驶员4形成交通情况3中的通过驾驶员辅助系统控制的车辆1的虚拟环境。其他的车辆5a、5b、5c、5d、行人6相应地形成交通情况3中的通过用户控制的摩托车4的虚拟环境。

[0093] 根据第一用户2在从交通情况4中得出的初始场景中如何反应或行为,即第一用户2在由其控制的摩托车4的虚拟环境中表现出何种行驶行为,都得到危险或不太危险的场景。在此,通常,相应的场景越复杂,就越危险,进而对于驾驶员辅助系统7就越更难以处理。如果第一用户2通过制动使摩托车4停止,例如如图3a中通过在摩托车4的移动箭头之前的条表明的那样,则由驾驶员辅助系统控制的车辆1可以在不受干扰的情况下超越另一车道迎面而来的车辆5a。

[0094] 图3b示出与图3a中相同的虚拟交通情况3,在所述虚拟交通情况中由第一用户2控制的摩托车处于与图3a相同的初始交通情况中。如始于通过第一用户2控制的摩托车4的移动箭头表明的那样,第一用户2继续以不减慢的速度控制所述摩托车。

[0095] 从中以高的概率展开其中摩托车4与通过第一驾驶员辅助系统7控制的车辆1相撞的场景。这也在图3b中表明。这种行驶状况或这种场景对应于非常高的危险性。

[0096] 优选地,通过模拟交通情况3来预设车辆1和/或摩托车4的初始速度和/或初始轨迹。

[0097] 在第二工作步骤102中,虚拟交通情况3经由第一用户接口12输出给第一用户2。

[0098] 可能的用户接口12在图4中示例性地示出,并且优选地包括光学用户接口(特别是屏幕)、音频用户接口(特别是扬声器)和/或用于刺激第一用户2的平衡感的用户接口。

[0099] 在第三工作步骤103中,经由第二用户接口13检测第一用户2的输入以控制第一交通参与方1的虚拟环境中的摩托车4。

[0100] 第二用户接口13也在图4中示出。优选地,在此其为方向盘、变速杆、手刹、制动踏板、离合器和/或加速踏板以及车辆中对驾驶员可用的任何其他控制仪器。

[0101] 然而,根据用户2控制何种类型的交通参与方1、4、5a、5b、5c、5d、6,其他输入机构也可以作为用户接口13存在,例如为一种操纵杆。

[0102] 如已经解释的那样,图3a和图3b中的第一交通参与方1是摩托车4。在模拟图3a和图3b中所示的交通情况3时考虑第一用户2的检测到的输入和摩托车4、即第一交通参与方与其虚拟环境的从中得出的交互。

[0103] 图3a和图3b所示的交通情况3中的交互例如是第一用户2对初始场景如何反应。根据第一用户2对所述初始场景的反应,其他交通参与方、特别是迎面而来的车辆1以及其他迎面而来的车辆5a以及行人6也做出反应。例如,如果驾驶员辅助系统7检测到:通过第一用户2控制的车辆1不降低其速度,则可以考虑迎面而来的车辆1制动。所述交互又对虚拟交通情况3的发展具有影响。

[0104] 因此,模拟交通情况3是连续的过程,如图2中通过箭头表明,所述过程持续地循环

运行,并且在此产生模拟数据。

[0105] 在模拟期间,为虚拟交通情况3的一部分的物体优选地被标记。这涉及静态和动态物体。由此,可从模拟数据中获得的后续数据包括所谓的地面实况信息。

[0106] 如果场景数据例如用于测试驾驶员辅助系统7,则可以追踪:驾驶员辅助系统7准确地检测到哪些物体以及错误地检测到哪些物体。这种标签例如是树木、行人、客车、卡车等。

[0107] 更优选地,在交通情况3中设置动作,所述动作鼓励第一用户主动。例如,在图3a和图3b的交通情况3中,这可以是跟随通过第一用户2控制的摩托车4并促使其加速的另一车辆。行人6例如通过其开始奔跑而产生的令人惊讶的移动轨迹也可以是这种动作。

[0108] 在第四工作步骤104中,驾驶员辅助系统2以及随其由其控制的车辆1在车辆的虚拟环境中运行,所述虚拟环境从车辆1在模拟交通情况3中的位置和定向中得出,所述位置和定向通过模拟和由第一用户2控制摩托车4创建。如更下文描述的那样,在此,可以在有或没有传感器的情况下测试驾驶员辅助系统7的硬件,并且可以仅测试运行驾驶员辅助系统7的软件。可以模拟缺失的硬件部件。

[0109] 在图4中示出虚拟环境中的这种运行的示例。具有待测试的功能的车辆1或具有待测试的驾驶员辅助系统2的车辆1在虚拟街道网络中运行,所述虚拟街道网络包含至少一种虚拟的交通情况3。车辆1必须在其从起点到预设的目标点的路径上环行如下工地:其中用户2产生所述工地以影响交通情况,通过模拟的交通对其进行控制,通过车辆4与真实驾驶员一起掌握交通等。从中例如得到虚线所示的行驶路径。具有准备好的交通情况2的街道网络优选地是平台,在所述平台中,例如车辆制造商的开发者可以优选地匿名地行驶其汽车。即优选地,人看见哪些汽车可以自动行驶,但无法看见哪种类型和/或制造商。优选地,在此不仅模拟映射功能而且还模拟映射行驶动态。手动控制交通参与方的用户然后可以发泄情绪并尝试扰乱车辆1的驾驶员辅助系统7。

[0110] 在第五步工作步骤105中,检测如下场景:所述场景通过驾驶员辅助系统7关于由其控制的车辆1在交通情况3或车辆1的环境中的行驶行为来形成。

[0111] 在此,可以检查之前出现过的或预定义为模板的已经已知的场景,还有尚未预定义的场景。

[0112] 两种类型的场景优选地通过模拟测量变量的预定义的局势来限定,所述局势可以从虚拟交通情况3中来确定。所述预定义的局势要么形成场景的模板,要么对应于如下基本机动:从所述基本机动中可以推断场景的出现。这例如可以是图3a和图3b中的车辆1的强的制动减速,所述制动减速设置为出现尚未预定义的场景的触发条件。

[0113] 在第六工作步骤106中,优选地根据预定义的标准来求出所形成的场景的品质,其中品质优选地通过场景之一的危险性来表征。优选地,所形成的场景越危险,品质就越高。危险性优选地通过所谓的Time-to-X度量来确定,如其例如在P.Junietz等人的公开文献“Metrik zur Bewertung der Kritikalität von Verkehrssituationen und-szenarien”(用于评估交通情况和场景的关键性的度量),第11届驾驶员辅助系统和自动行驶研讨会”,FAS2017中描述。特别地,在此作为标准可以使用:直至碰撞时间点(time-to-collision)的持续时间、强制降档时间、转向时间、反应时间、最近相遇距离、最近相遇时间,最糟糕碰撞时间。危险性进一步优选地通过事故概率来表征。

[0114] 在第七工作步骤107中,所求出的品质优选地经由前述接口之一输出给用户2。这会在每次形成新场景之后或在遍历每个新形成的场景之后发生。但是,这优选地在遍历多个场景之后才发生。

[0115] 更优选地,根据出现的场景的品质,为第一用户2记入奖励,特别是虚拟奖励。更优选地,虚拟奖励说明品质。

[0116] 在第八工作步骤108中,优选地经由第一用户接口12或第二用户接口13检测第一用户的输入。所述另外的输入用于改变模拟的交通情况3。

[0117] 在此,优选地,第一用户2可以改变、替换或移除交通情况3的模拟中的物体。此外,第一用户还可以添加新物体。第一用户2由此可以尝试:以使交通情况变得尽可能复杂的方式来设计交通情况3。由此,第一用户可以实现:在引导车辆1时诱发驾驶员辅助系统7中的错误。例如,用户2因此可以提出:卡车的拖车作为另外的交通参与方具有与天空相同的颜色,以便使其难以通过驾驶员辅助系统的光学传感器感知。在此,用户可以优选地采用多种选项来改变交通情况。下面列出一些示例,所述示例可以单独或一起使用:改变物体的纹理(例如卡车上的交通标志打印);构建工地,例如具有在街道上居中的警示灯;让恐龙跑过街道(例如与狂欢节相关);有意识地将物体定位成使得其相互重叠;白墙前身着白衣的人;街道上受伤的人;警报器或喇叭(在驾驶员辅助系统中也可以设有声音传感器)。

[0118] 在此,优选地使用一种编辑器,第一用户2可以借助所述编辑器来设计交通情况3。更优选地,优选记录第一用户2的操作并存储在控制表中。以该方式应当可以确定:可以通过哪些措施来创建导致特别复杂场景的交通情况3。

[0119] 在第九工作步骤109中,优选地改变模拟的交通情况3。这或者基于第一用户2的检测到的输入而发生。然而,在此,优选地附加地或替代地可以使用用于改变模拟的交通情况3的算法,特别是进化算法。在改变时,优选地仅改变交通情况3的现有参数。例如,现有物体的颜色或速度。但是,保持交通情况3的基本设计。

[0120] 可能会受到影响的参数是:交通参与方的速度、尤其是初始速度;交通参与方的移动方向、特别是轨迹;光照条件;天气;道路状态;温度;静态和/或动态物体的数量和位置;静态和/或动态物体的状态和外观;动态物体的速度和移动方向、特别是轨迹;信号设施、特别是灯光信号设施的状态;交通标志;车道数量;交通参与方或物体的加速或减速;道路的污染和/或老化迹象、交通情况的地理定向。尤其可以改变物体的颜色、纹理、形状和服装和/或太阳位置和进入交通情况3中的阳光的入射方向。

[0121] 即使上面关于车辆1的待测试的驾驶员辅助系统7和控制第一交通参与方4的用户2描述了用于测试驾驶员辅助系统7的方法100,但是还可行的是:借助于方法100测试多个车辆的驾驶员辅助系统,和/或通过用户控制多个交通参与方。例如,行人6可以通过第二用户控制。这就是说,在模拟的交通情况中的多个车辆可以通过驾驶员辅助系统控制和/或通过其他用户可以控制多个其他的交通参与方。

[0122] 在图5中示出用于产生用于测试车辆的驾驶员辅助系统的场景的系统10。

[0123] 所述系统10优选地具有用于模拟虚拟交通情况3的机构11,所述虚拟交通情况具有多个虚拟交通参与方。为了使交通参与方4可由第一用户2控制,系统还具有至少一个第一用户接口12和至少一个第二用户接口13。

[0124] 至少一个第一用户接口或多个第一用户接口12用于将至少一个第一交通参与方1

的虚拟环境输出给第一用户2。在此,至少一个第一交通参与方4的虚拟环境基于模拟的虚拟交通情况3求出。在此,其基本上是从第一用户2控制的第一交通参与方4的角度来看在初始场景中的虚拟交通情况3的表示。

[0125] 如图5中所示,所述用户接口12是诸如屏幕的光学用户接口和诸如扬声器的音频接口,和必要时可用于影响相应用户2的平衡感的设备。

[0126] 一个或多个第二用户接口13设计用于:检测相应的用户2的输入。在此,如图4中所示,其优选地是不同的操作元件。所述操作元件如上面已经解释的那样可以与由用户2控制的相应的交通参与方1相关。如果通过第一用户2控制的交通参与方1是车辆,则用户接口12、13优选地布置在所谓的座箱19的区域中,所述座箱与用户接口12、13一起形成模拟器,如图4所示。

[0127] 此外,系统10优选地具有用于基于模拟交通情况3在车辆1的虚拟环境中运行驾驶员辅助系统2的机构14。驾驶员辅助系统2行驶车辆1通过所述交通情况3并在此显示出一定的行驶行为。此外,系统10优选地具有用于确定场景检测的机构15,所述场景通过驾驶员辅助系统2在车辆1的虚拟环境中的行驶行为形成。更优选地,系统10优选地具有用于根据与形成的行驶情况、尤其形成的场景的形成的行驶情况的危险性相关的预定义标准来求出形成的场景的模拟场景的品质的机构16。第一或第二用户接口12、13、特别是显示器还设计用于:将品质输出给用户。此外,可以设有数据接口,所述数据接口设计用于输出场景数据以进一步处理。机构11、14、15、16、17、18优选地是数据处理装置的一部分,所述数据处理装置优选地通过计算机形成。

[0128] 在图6中再次详细示出用于运行驾驶员辅助系统7的机构14。

[0129] 这种机构14优选地具有装置20,所述装置设计用于:基于场景数据来模拟车辆1的虚拟环境。此外,机构20设计用于:也呈现所述环境。

[0130] 接口21设计用于:输出或模拟驾驶员辅助系统的虚拟环境。如果驾驶员辅助系统7具有光学相机,则这种接口21可以是屏幕。

[0131] 在图6所示的示例中,驾驶员辅助系统7的传感器是发送信号S的雷达传感器。所述信号S由形成接口的雷达天线21检测。

[0132] 用于模拟的机构20基于检测到的信号和模拟环境计算响应信号S′,所述响应信号又经由雷达天线输出给驾驶员辅助系统7的雷达。以该方式,可以测试驾驶员辅助系统7的功能。根据应当测试驾驶员辅助系统7的哪些组件,可以通过仿真驾驶员辅助系统7的传感器处的信号来测试如图6所示的模拟的虚拟环境。

[0133] 但是,替代地,还可以产生信号S',所述信号直接馈送到驾驶员辅助系统的数据处理单元7中,或者也产生仅通过驾驶员辅助系统7的软件处理的信号S'。

[0134] 应当注意的是:实施例仅是示例,所述示例并不旨在以任何方式限制保护范围、应用和结构。更确切地说,通过之前的描述为本领域技术人员提供用于实施至少一个实施例的指导,其中尤其在所描述的组成部分的功能和布置方面可以执行多种变化,而没有脱离如从权利要求和其等价的特征组合中得出的保护范围。

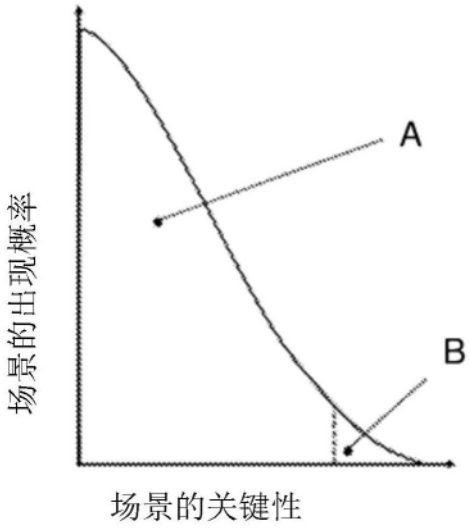


图1

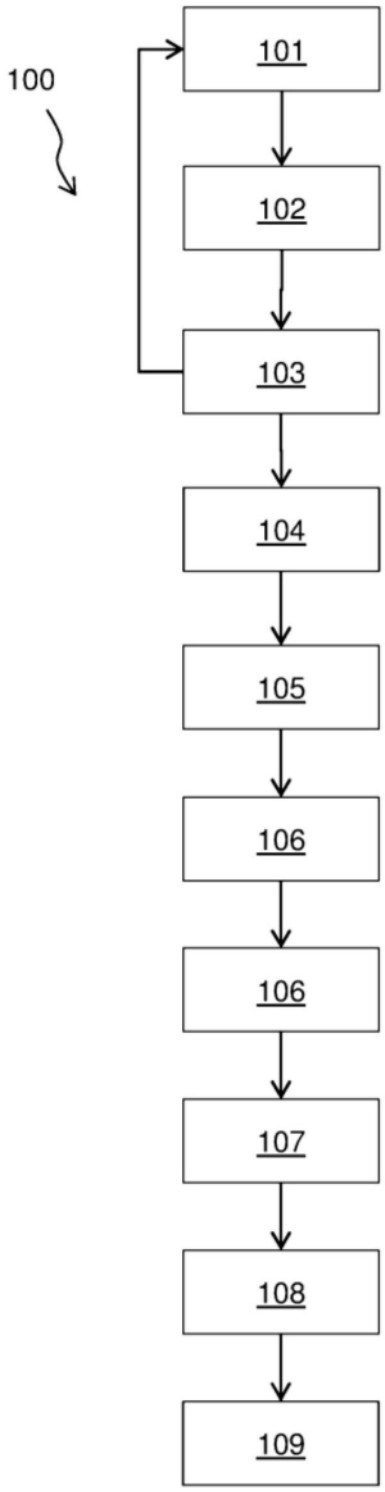


图2

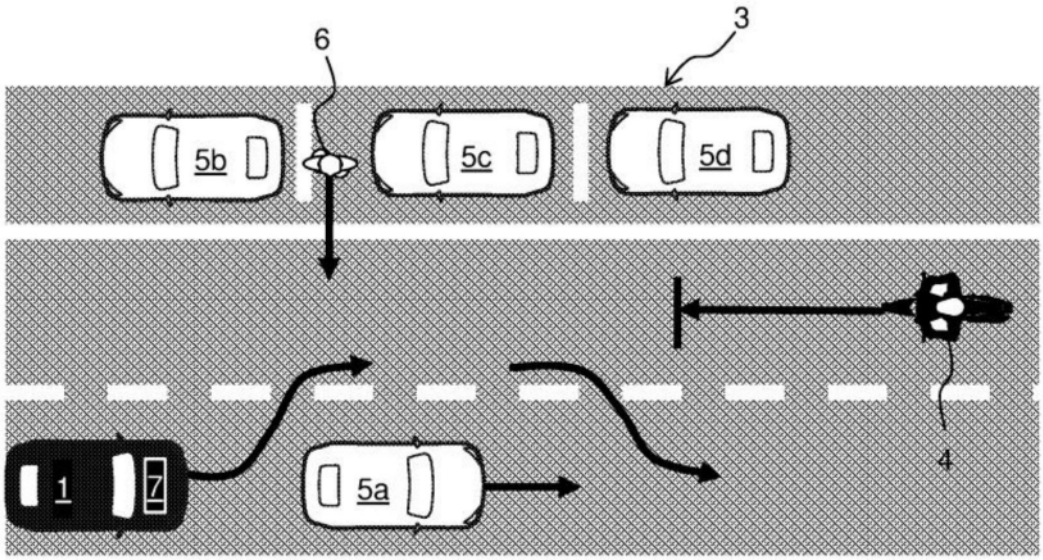
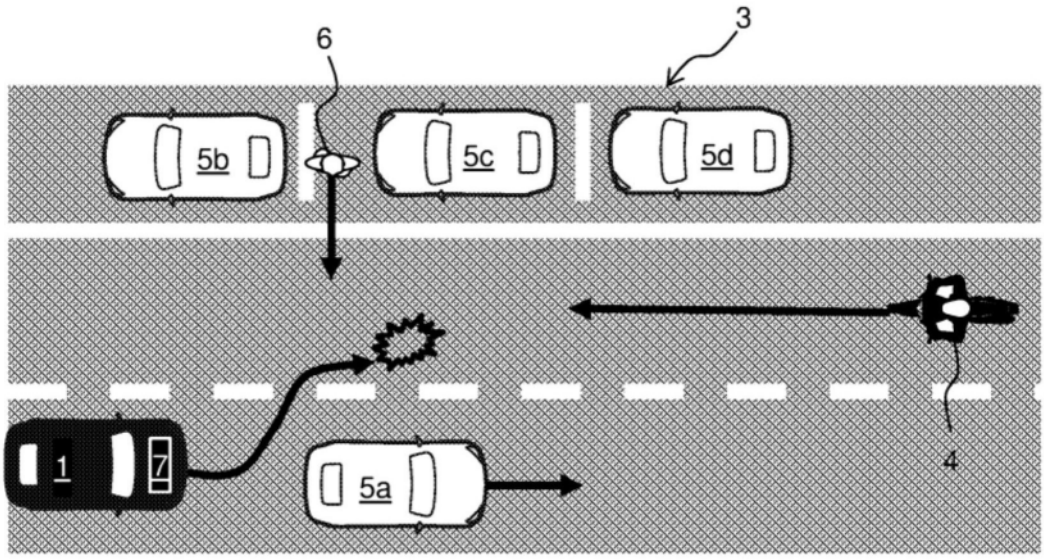
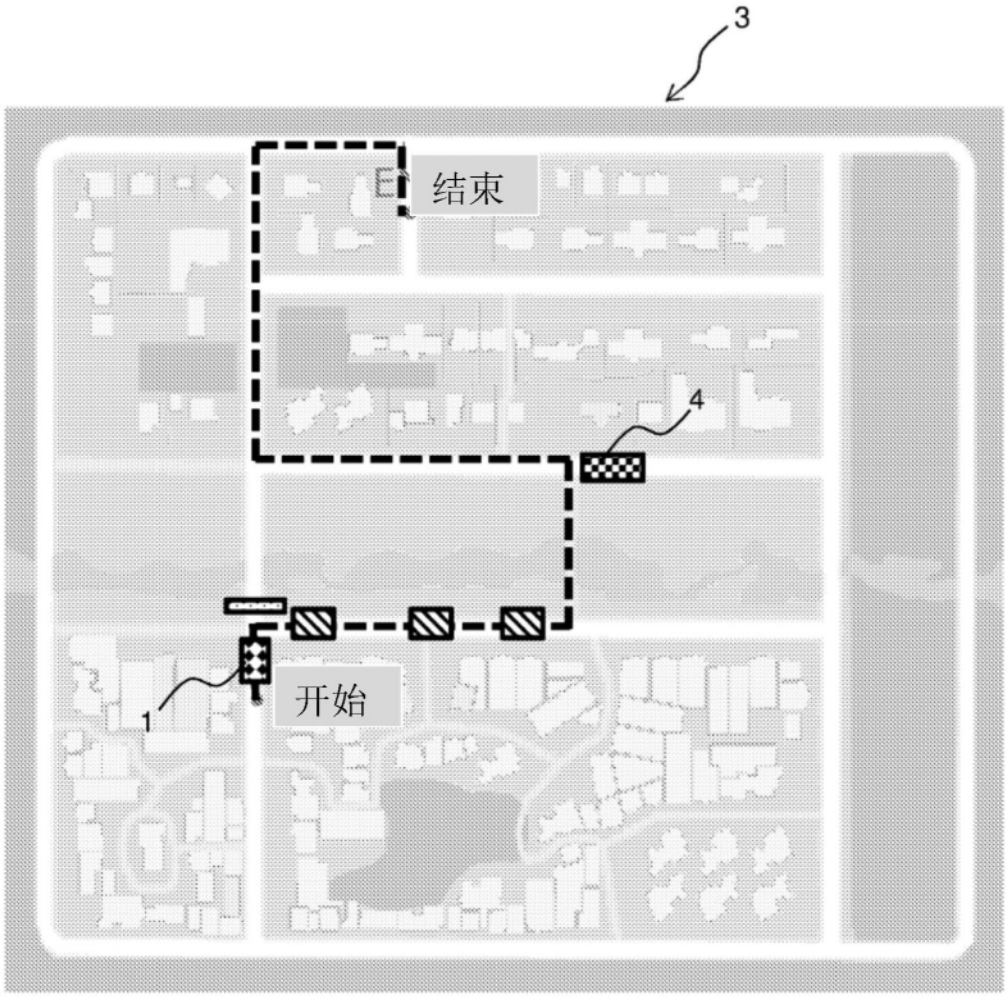


图3a



4

图3b



图例：

具有待测试的功能的车辆

模拟交通

通过真实驾驶员行驶

通过真实用户产生的工地

图4

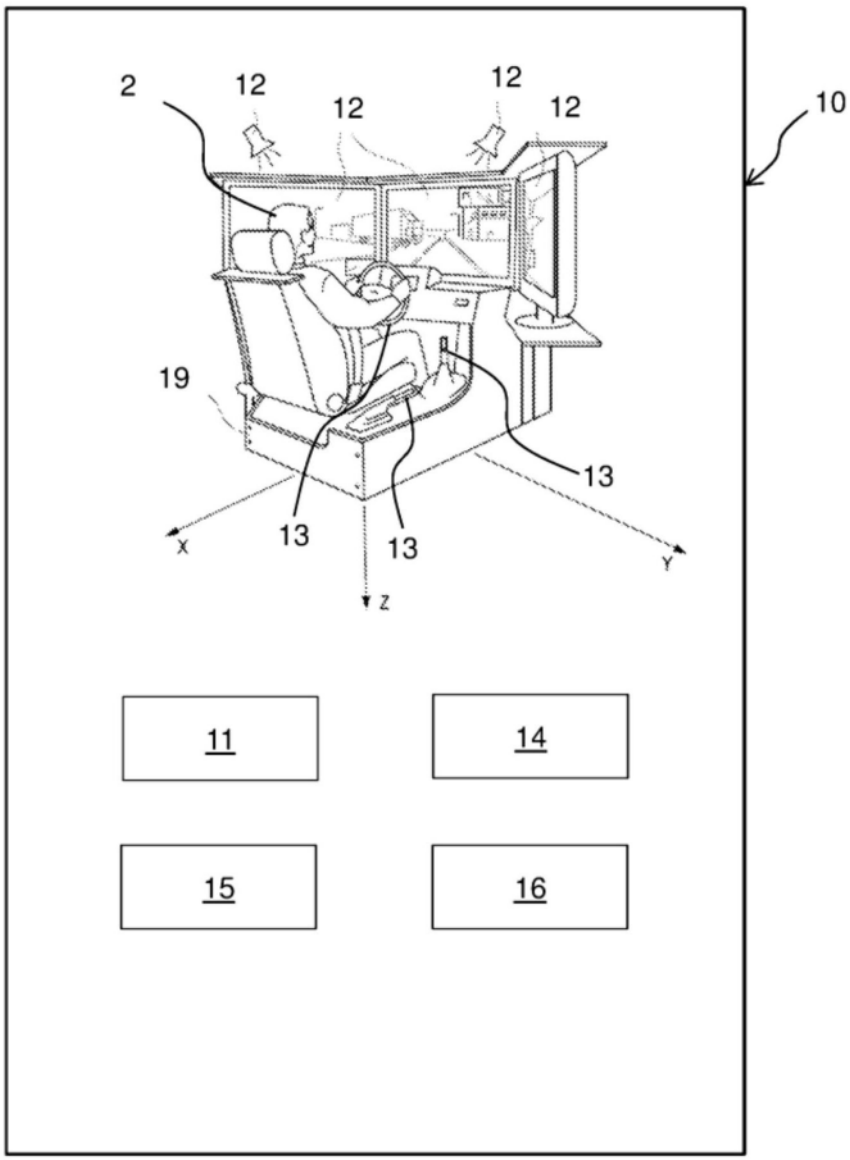


图5

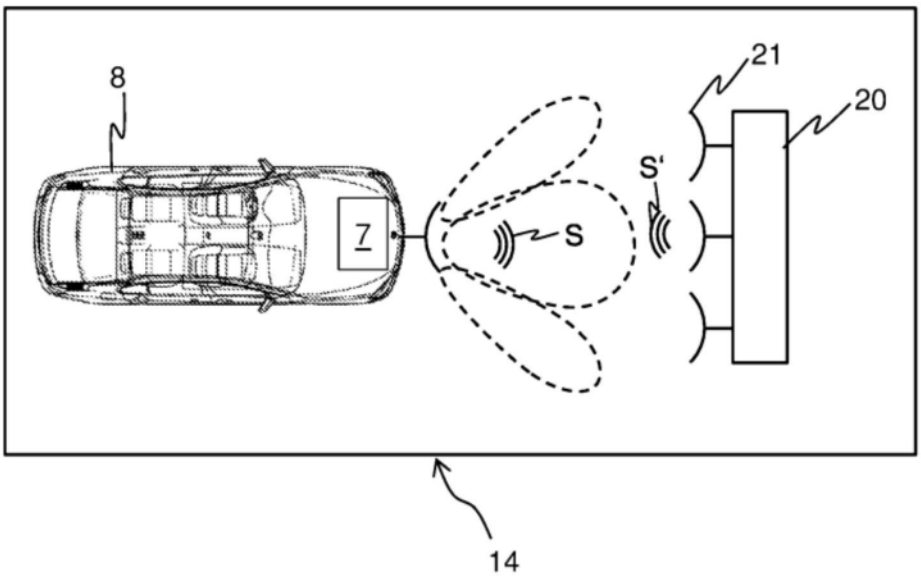


图6