



(21) 申请号 202311747376.4

(22) 申请日 2023.12.18

(71) 申请人 北京百度网讯科技有限公司

地址 100085 北京市海淀区上地十街10号
百度大厦2层(72) 发明人 马泽宇 周东毅 邹欣妍 李殊远
李瑞 徐琪琪 赵刚(74) 专利代理机构 北京市汉坤律师事务所
11602

专利代理人 姜浩然 吴丽丽

(51) Int. Cl.

G05B 17/02 (2006.01)

权利要求书4页 说明书15页 附图7页

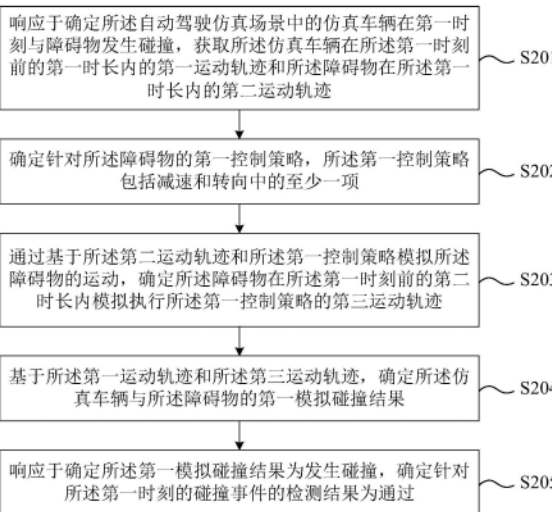
(54) 发明名称

应用于自动驾驶仿真场景的碰撞事件检测方法
及装置

(57) 摘要

本公开提供了一种应用于自动驾驶仿真场景的碰撞事件检测方法、设备和介质，涉及人工智能技术领域，尤其涉及深度学习和自动驾驶技术领域。实现方案为：响应于确定自动驾驶仿真场景中的仿真车辆在第一时间与障碍物发生碰撞，获取所述仿真车辆在所述第一时刻前的第一时长内的第一运动轨迹和所述障碍物在所述第一时长内的第二运动轨迹；确定针对所述障碍物的第一控制策略，所述第一控制策略包括减速和转向中的至少一项；通过基于所述第二运动轨迹和所述第一控制策略模拟所述障碍物的运动，确定所述障碍物在所述第一时刻前的第二时长内模拟执行所述第一控制策略的第三运动轨迹；基于所述第一运动轨迹和所述第三运动轨迹，确定所述仿真车辆与所述障碍物的第一模拟碰撞结果；响应于确定所述第一模拟碰撞结果为发生碰撞，确定针对所述第一时刻的碰撞事件的检测结果为通过。

200



1. 一种应用于自动驾驶仿真场景的碰撞事件检测方法,包括:

响应于确定所述自动驾驶仿真场景中的仿真车辆在第一时刻与障碍物发生碰撞,获取所述仿真车辆在所述第一时刻前的第一时长内的第一运动轨迹和所述障碍物在所述第一时长内的第二运动轨迹;

确定针对所述障碍物的第一控制策略,所述第一控制策略包括减速和转向中的至少一项;

通过基于所述第二运动轨迹和所述第一控制策略模拟所述障碍物的运动,确定所述障碍物在所述第一时刻前的第二时长内模拟执行所述第一控制策略的第三运动轨迹,其中,所述第二时长不大于所述第一时长;

基于所述第一运动轨迹和所述第三运动轨迹,确定所述仿真车辆与所述障碍物的第一模拟碰撞结果;以及

响应于确定所述第一模拟碰撞结果为发生碰撞,确定针对所述第一时刻的碰撞事件的检测结果为通过。

2. 如权利要求1所述的方法,其中,所述确定针对所述障碍物的第一控制策略包括:

确定障碍物类型,所述障碍物类型包括机动车、非机动车和行人中的至少一项;以及基于所述障碍物类型,确定针对所述障碍物的第一控制策略。

3. 如权利要求2所述的方法,其中,所述基于所述障碍物类型,确定针对所述障碍物的第一控制策略包括:

基于所述障碍物类型,确定加速度的值;以及

确定基于所述加速度的值进行减速的第一控制策略。

4. 如权利要求2或3所述的方法,其中,所述基于所述障碍物类型,确定针对所述障碍物的控制策略包括:

响应于确定所述障碍物类型为机动车或非机动车,

基于所述第二运动轨迹确定所述障碍物在所述第一时刻前的第二时长内的第一车轮转角;

基于所述第一运动轨迹和所述第二运动轨迹,确定所述仿真车辆和所述障碍物在所述第一时刻前的第二时长内的相对位置;

基于所述第一车轮转角和所述相对位置,确定第二车轮转角;以及

确定基于所述第二车轮转角进行转向的第一控制策略。

5. 如权利要求1-4中任一项所述的方法,其中,所述确定针对所述障碍物的第一控制策略包括:

确定碰撞类型,所述碰撞类型包括追尾和非追尾;以及

响应于确定所述碰撞类型为追尾,确定基于预设的加速度的值进行减速的第一控制策略。

6. 如权利要求1-5中任一项所述的方法,其中,所述第二时长是通过如下过程确定的:

基于所述第一运动轨迹和所述第二运动轨迹,在所述自动驾驶仿真场景中确定所述仿真车辆和所述障碍物的交互区域,其中,所述交互区域中的任一点与所述第一运动轨迹的距离不大于第一阈值,并且该点与所述第二运动轨迹的距离不大于第二阈值;

确定所述仿真车辆和所述障碍物中的至少一者进入所述交互区域的时刻为第二时刻;

以及

确定所述第二时刻和所述第一时刻的时间间隔为所述第二时长。

7. 如权利要求6所述的方法, 其中, 所述第一阈值是基于所述仿真车辆在所述第一时长内的运动速度确定的。

8. 如权利要求6或7所述的方法, 还包括:

响应于确定所述障碍物先进入所述交互区域, 并且响应于确定所述仿真车辆和所述障碍物各自进入所述交互区域的时间差不小于所述第三阈值, 确定针对所述第一时刻的碰撞事件的检测结果为通过。

9. 如权利要求6-8中任一项所述的方法, 还包括:

响应于确定所述仿真车辆和所述障碍物各自进入所述交互区域的时间差小于所述第三阈值,

确定针对所述仿真车辆的第二控制策略, 所述第二控制策略包括减速和转向中的至少一项;

通过基于所述第一运动轨迹和所述第二控制策略模拟所述仿真车辆的运动, 确定所述仿真车辆在所述第二时长内模拟执行所述第二控制策略的第四运动轨迹; 以及

基于所述第四运动轨迹和所述第二运动轨迹, 确定所述仿真车辆与所述障碍物的第二模拟碰撞结果,

其中, 所述响应于确定所述第一模拟碰撞结果为发生碰撞, 确定针对所述第一时刻的碰撞事件的检测结果为通过包括:

响应于确定所述第一模拟碰撞结果为发生碰撞, 并且响应于确定所述第二模拟碰撞结果为不发生碰撞, 确定针对所述第一时刻的碰撞事件的检测结果为通过。

10. 如权利要求9所述的方法, 其中, 当所述第一控制策略和所述第二控制策略包括减速时, 所述第一控制策略指示的加速度的值小于所述第二控制策略指示的加速度的值。

11. 一种自动驾驶车辆的测试方法, 包括:

获取自动驾驶仿真场景中的碰撞事件的事件信息, 所述事件信息包括发生碰撞的仿真车辆在碰撞时刻前的预设时长内的初始运动轨迹, 其中, 所述碰撞事件是利用权利要求1-10中任一项所述的方法检测通过的; 以及

对所述自动驾驶仿真场景下所述自动驾驶车辆基于所述初始运动轨迹行驶进行测试, 以得到所述自动驾驶车辆的测试结果, 所述测试结果指示所述自动驾驶车辆是否与所述障碍物发生碰撞。

12. 一种应用于自动驾驶仿真场景的碰撞事件检测装置, 包括:

第一获取单元, 被配置为响应于确定所述自动驾驶仿真场景中的仿真车辆在第一时刻与障碍物发生碰撞, 获取所述仿真车辆在所述第一时刻前的第一时长内的第一运动轨迹和所述障碍物在所述第一时长内的第二运动轨迹;

第一确定单元, 被配置为确定针对所述障碍物的第一控制策略, 所述第一控制策略包括减速和转向中的至少一项;

第二确定单元, 被配置为通过基于所述第二运动轨迹和所述第一控制策略模拟所述障碍物的运动, 确定所述障碍物在所述第一时刻前的第二时长内模拟执行所述第一控制策略的第三运动轨迹, 其中, 所述第二时长不大于所述第一时长;

第三确定单元,被配置为基于所述第一运动轨迹和所述第三运动轨迹,确定所述仿真车辆与所述障碍物的第一模拟碰撞结果;以及

检测单元,被配置为响应于确定所述第一模拟碰撞结果为发生碰撞,确定针对所述第一时刻的碰撞事件的检测结果为通过。

13.如权利要求12所述的装置,其中,所述第一确定单元包括:

第一确定子单元,被配置为确定障碍物类型,所述障碍物类型包括机动车、非机动车和行人中的至少一项;以及

第二确定子单元,被配置为基于所述障碍物类型,确定针对所述障碍物的第一控制策略。

14.如权利要求13所述的装置,其中,所述第二确定子单元被配置为:

基于所述障碍物类型,确定加速度的值;以及

确定基于所述加速度的值进行减速的第一控制策略。

15.如权利要求13或14所述的装置,其中,所述第二确定子单元包括:

第一确定模块,被配置为响应于确定所述障碍物类型为机动车或非机动车,基于所述第二运动轨迹确定所述障碍物在所述第一时刻前的第二时长内的第一车轮转角;

第二确定模块,被配置为基于所述第一运动轨迹和所述第二运动轨迹,确定所述仿真车辆和所述障碍物在所述第一时刻前的第二时长内的相对位置;

第三确定模块,被配置为基于所述第一车轮转角和所述相对位置,确定第二车轮转角;以及

第四确定模块,被配置为确定基于所述第二车轮转角进行转向的第一控制策略。

16.如权利要求12-15中任一项所述的装置,其中,所述第一确定单元包括:

第三确定子单元,被配置为确定碰撞类型,所述碰撞类型包括追尾和非追尾;以及

第四确定子单元,被配置为响应于确定所述碰撞类型为追尾,确定基于预设的加速度的值进行减速的第一控制策略。

17.如权利要求12-16中任一项所述的装置,其中,所述第二时长是通过如下过程确定的:

基于所述第一运动轨迹和所述第二运动轨迹,在所述自动驾驶仿真场景中确定所述仿真车辆和所述障碍物的交互区域,其中,所述交互区域中的任一点与所述第一运动轨迹的距离不大于第一阈值,并且该点与所述第二运动轨迹的距离不大于第二阈值;

确定所述仿真车辆和所述障碍物中的至少一者进入所述交互区域的时刻为第二时刻;以及

确定所述第二时刻和所述第一时刻的时间间隔为所述第二时长。

18.如权利要求17所述的装置,其中,所述第一阈值是基于所述仿真车辆在所述第一时长内的运动速度确定的。

19.如权利要求17或18所述的装置,其中,所述检测单元还被配置为:

响应于确定所述障碍物先进入所述交互区域,并且响应于确定所述仿真车辆和所述障碍物各自进入所述交互区域的时间差不小于所述第三阈值,确定针对所述第一时刻的碰撞事件的检测结果为通过。

20.如权利要求17-19中任一项所述的装置,还包括:

第四确定单元,被配置为响应于确定所述仿真车辆和所述障碍物各自进入所述交互区域的时间差小于所述第三阈值,确定针对所述仿真车辆的第二控制策略,所述第二控制策略包括减速和转向中的至少一项;

第五确定单元,被配置为通过基于所述第一运动轨迹和所述第二控制策略模拟所述仿真车辆的运动,确定所述仿真车辆在所述第二时长内模拟执行所述第二控制策略的第四运动轨迹;以及

第六确定单元,被配置为基于所述第四运动轨迹和所述第二运动轨迹,确定所述仿真车辆与所述障碍物的第二模拟碰撞结果,

其中,所述检测单元被配置为:

响应于确定所述第一模拟碰撞结果为发生碰撞,并且响应于确定所述第二模拟碰撞结果不发生碰撞,确定针对所述第一时刻的碰撞事件的检测结果为通过。

21.如权利要求20所述的装置,其中,当所述第一控制策略和所述第二控制策略包括减速时,所述第一控制策略指示的加速度的值小于所述第二控制策略指示的加速度的值。

22.一种自动驾驶车辆的测试装置,包括:

第二获取单元,被配置为获取自动驾驶仿真场景中的碰撞事件的事件信息,所述事件信息包括发生碰撞的仿真车辆在碰撞时刻前的预设时长内的初始运动轨迹,其中,所述碰撞事件是利用权利要求12-21中任一项所述的装置检测通过的;以及

测试单元,被配置为对所述自动驾驶仿真场景下所述自动驾驶车辆基于所述初始运动轨迹行驶进行测试,以得到所述自动驾驶车辆的测试结果,所述测试结果指示所述自动驾驶车辆是否与所述障碍物发生碰撞。

23.一种自动驾驶车辆,其中,所述自动驾驶车辆是利用如权利要求11所述的测试方法进行测试的。

24.一种电子设备,包括:

至少一个处理器;以及

与所述至少一个处理器通信连接的存储器;其中

所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器能够执行权利要求1-11中任一项所述的方法。

25.一种存储有计算机指令的非瞬时计算机可读存储介质,其中,所述计算机指令用于使计算机执行根据权利要求1-11中任一项所述的方法。

26.一种计算机程序产品,包括计算机程序,其中,所述计算机程序在被处理器执行时实现根据权利要求1-11中任一项所述的方法。

应用于自动驾驶仿真场景的碰撞事件检测方法及装置

技术领域

[0001] 本公开涉及人工智能技术领域,尤其涉及深度学习和自动驾驶技术领域,具体涉及一种应用于自动驾驶仿真场景的碰撞事件检测方法、装置、电子设备、计算机可读存储介质和计算机程序产品。

背景技术

[0002] 人工智能是研究使计算机来模拟人的某些思维过程和智能行为(如学习、推理、思考、规划等)的学科,既有硬件层面的技术也有软件层面的技术。人工智能硬件技术一般包括如传感器、专用人工智能芯片、云计算、分布式存储、大数据处理等技术;人工智能软件技术主要包括计算机视觉技术、语音识别技术、自然语言处理技术以及机器学习/深度学习、大数据处理技术、知识图谱技术等几大方向。

[0003] 自动驾驶仿真安全测试是自动驾驶技术研发中至关重要的一环。为提升自动驾驶车辆的测试效果,提升自动驾驶技术的安全性,需要获取高质量的、尽量贴近真实路况场景的仿真场景数据。

[0004] 在此部分中描述的方法不一定是之前已经设想到或采用的方法。除非另有指明,否则不应假定此部分中描述的任何方法仅因其包括在此部分中就被认为是现有技术。类似地,除非另有指明,否则此部分中提及的问题不应认为在任何现有技术中已被公认。

发明内容

[0005] 本公开提供了一种应用于自动驾驶仿真场景的碰撞事件检测方法、自动驾驶车辆的测试方法及装置、电子设备、计算机可读存储介质和计算机程序产品。

[0006] 根据本公开的一方面,提供了一种应用于自动驾驶仿真场景的碰撞事件检测方法,包括:响应于确定所述自动驾驶仿真场景中的仿真车辆在第一时间与障碍物发生碰撞,获取所述仿真车辆在所述第一时间前的第一时长内的第一运动轨迹和所述障碍物在所述第一时长内的第二运动轨迹;确定针对所述障碍物的第一控制策略,所述第一控制策略包括减速和转向中的至少一项;通过基于所述第二运动轨迹和所述第一控制策略模拟所述障碍物的运动,确定所述障碍物在所述第一时间前的第二时长内模拟执行所述第一控制策略的第三运动轨迹,其中,所述第二时长不大于所述第一时长;基于所述第一运动轨迹和所述第三运动轨迹,确定所述仿真车辆与所述障碍物的第一模拟碰撞结果;以及响应于确定所述第一模拟碰撞结果为发生碰撞,确定针对所述第一时刻的碰撞事件的检测结果为通过。

[0007] 根据本公开的一方面,提供了一种自动驾驶车辆的测试方法,包括:获取自动驾驶仿真场景中的碰撞事件的事件信息,所述事件信息包括发生碰撞的仿真车辆在碰撞时刻前的预设时长内的初始运动轨迹,其中,所述碰撞事件是利用如上所述的碰撞事件检测方法检测通过的;以及对所述自动驾驶仿真场景下所述自动驾驶车辆基于所述初始运动轨迹行驶进行测试,以得到所述自动驾驶车辆的测试结果,所述测试结果指示所述自动驾驶车辆是否与所述障碍物发生碰撞。

[0008] 根据本公开的一方面,提供了一种应用于自动驾驶仿真场景的碰撞事件检测装置,包括:第一获取单元,被配置为响应于确定所述自动驾驶仿真场景中的仿真车辆在第一时刻与障碍物发生碰撞,获取所述仿真车辆在所述第一时刻前的第一时长内的第一运动轨迹和所述障碍物在所述第一时长内的第二运动轨迹;第一确定单元,被配置为确定针对所述障碍物的第一控制策略,所述第一控制策略包括减速和转向中的至少一项;第二确定单元,被配置为通过基于所述第二运动轨迹和所述第一控制策略模拟所述障碍物的运动,确定所述障碍物在所述第一时刻前的第二时长内模拟执行所述第一控制策略的第三运动轨迹,其中,所述第二时长不大于所述第一时长;第三确定单元,被配置为基于所述第一运动轨迹和所述第三运动轨迹,确定所述仿真车辆与所述障碍物的第一模拟碰撞结果;以及检测单元,被配置为响应于确定所述第一模拟碰撞结果为发生碰撞,确定针对所述第一时刻的碰撞事件的检测结果为通过。

[0009] 根据本公开的一方面,提供了一种自动驾驶车辆的测试装置,包括:第二获取单元,被配置为获取自动驾驶仿真场景中的碰撞事件的事件信息,所述事件信息包括发生碰撞的仿真车辆在碰撞时刻前的预设时长内的初始运动轨迹,其中,所述碰撞事件是利用如上所述的碰撞事件检测装置检测通过的;以及测试单元,被配置为对所述自动驾驶仿真场景下所述自动驾驶车辆基于所述初始运动轨迹行驶进行测试,以得到所述自动驾驶车辆的测试结果,所述测试结果指示所述自动驾驶车辆是否与所述障碍物发生碰撞。

[0010] 根据本公开的一方面,提供了一种自动驾驶车辆,所述自动驾驶车辆是利用如上所述的自动驾驶车辆的测试方法进行测试的。

[0011] 根据本公开的一方面,提供了一种电子设备,包括:至少一个处理器;以及与所述至少一个处理器通信连接的存储器;其中所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器能够执行上述碰撞事件检测方法和自动驾驶车辆的测试方法中的至少一项。

[0012] 根据本公开的一方面,提供了一种存储有计算机指令的非瞬时计算机可读存储介质,其中,所述计算机指令用于使所述计算机执行上述碰撞事件检测方法和自动驾驶车辆的测试方法中的至少一项。

[0013] 根据本公开的一方面,提供了一种计算机程序产品,包括计算机程序,其中,计算机程序在被处理器执行时能够实现上述碰撞事件检测方法和自动驾驶车辆的测试方法中的至少一项。

[0014] 根据本公开的一个或多个实施例,可以提升自动驾驶仿真场景的碰撞事件仿真场景数据的质量,进而提升自动驾驶车辆的仿真测试效果。

[0015] 应当理解,本部分所描述的内容并非旨在标识本公开的实施例的关键或重要特征,也不用于限制本公开的范围。本公开的其它特征将通过以下的说明书而变得容易理解。

附图说明

[0016] 附图示例性地示出了实施例并且构成说明书的一部分,与说明书的文字描述一起用于讲解实施例的示例性实施方式。所示出的实施例仅出于例示的目的,并不限制权利要求的范围。在所有附图中,相同的附图标记指代类似但不一定相同的要素。

[0017] 图1示出了根据本公开示例性实施例的可以在其中实施本文描述的各种方法的示

例性系统的示意图；

[0018] 图2示出了根据本公开示例性实施例的应用于自动驾驶仿真场景的碰撞事件检测方法的流程图；

[0019] 图3A和图3B示出了根据本公开示例性实施例的碰撞事件的示意图；

[0020] 图4A和图4B示出了根据本公开示例性实施例的障碍物的运动学模型的示意图；

[0021] 图5示出了根据本公开示例性实施例的应用于自动驾驶仿真场景的碰撞事件检测方法的流程图；

[0022] 图6示出了根据本公开示例性实施例的自动驾驶车辆的测试方法的流程图；

[0023] 图7示出了根据本公开示例性实施例的应用于自动驾驶仿真场景的碰撞事件检测装置的结构框图；

[0024] 图8示出了根据本公开示例性实施例的自动驾驶车辆的测试装置的结构框图；

[0025] 图9示出了能够用于实现本公开实施例的示例性电子设备的结构框图。

具体实施方式

[0026] 以下结合附图对本公开的示范性实施例做出说明,其中包括本公开实施例的各种细节以助于理解,应当将它们认为仅仅是示范性的。因此,本领域普通技术人员应当认识到,可以对这里描述的实施例做出各种改变和修改,而不会背离本公开的范围。同样,为了清楚和简明,以下的描述中省略了对公知功能和结构的描述。

[0027] 在本公开中,除非另有说明,否则使用术语“第一”、“第二”等来描述各种要素不意图限定这些要素的位置关系、时序关系或重要性关系,这种术语只是用于将一个元件与另一元件区分开。在一些示例中,第一要素和第二要素可以指向该要素的同一实例,而在某些情况下,基于上下文的描述,它们也可以指代不同实例。

[0028] 在本公开中对各种所述示例的描述中所使用的术语只是为了描述特定示例的目的,而并非旨在进行限制。除非上下文另外明确地表明,如果不特意限定要素的数量,则该要素可以是一个也可以是多个。此外,本公开中所使用的术语“和/或”涵盖所列出的项目中的任何一个以及全部可能的组合方式。

[0029] 自动驾驶仿真安全测试是自动驾驶技术研发中至关重要的一环。在自动驾驶车辆的不断发展和普及过程中,车辆的行驶安全性是首要关注点。由于自动驾驶车辆直接参与道路交通,其安全性能将直接影响车内司乘人员和其他道路用户的生命安全。

[0030] 通常而言,自动驾驶车辆是通过实际路测来进行测试的,并会为每个自动驾驶车辆配备安全员。由于安全员的存在,实际路测情景下极少发生真实的碰撞事件。因此,自动驾驶车辆在碰撞事件下的安全性能需要利用仿真场景来进行测试。但是,由于仿真场景中的障碍物智能程度较低,难以主动、合理地应对简单的碰撞事件,进而导致仿真场景下存在大量的不合理碰撞现象。在仿真场景数据的质量较差的情况下,即难以支持高质量的自动驾驶仿真测试。

[0031] 针对上述问题,相关技术中的一种解决方式是利用深度学习模型来计算障碍物的行为,以提升障碍物的智能程度,但是这种方式的实现难度较大。另一种解决方式是由人工来审核和选取仿真场景中的碰撞事件,但是这种方式的成本较高。

[0032] 基于此,本公开提供了一种应用于自动驾驶仿真场景的碰撞事件检测方法,当仿

真场景中发生碰撞事件时,基于针对障碍物的控制策略来对障碍物施加干预因素,进而模拟干预后的碰撞结果,当模拟碰撞结果仍为发生碰撞时,则指示了该碰撞事件不是障碍物能够轻易避免的(即并非是障碍物不够智能导致的),即可确定该碰撞事件的检测结果为通过。通过应用上述方法,能够实现对仿真场景中碰撞事件的检测,提升仿真场景数据的质量。

[0033] 下面将结合附图详细描述本公开的实施例。

[0034] 图1示出了根据本公开的实施例可以将本文描述的各种方法和装置在其中实施的示例性系统100的示意图。参考图1,该系统100包括机动车辆110、服务器120以及将机动车辆110耦接到服务器120的一个或多个通信网络130。

[0035] 在本公开的实施例中,机动车辆110可以包括根据本公开实施例的计算设备和/或被配置以用于执行根据本公开实施例的方法。

[0036] 服务器120可以运行使得能够实现碰撞事件检测方法或自动驾驶车辆的测试方法的一个或多个服务或软件应用。在某些实施例中,服务器120还可以提供其他服务或软件应用,这些服务或软件应用可以包括非虚拟环境和虚拟环境。在图1所示的配置中,服务器120可以包括实现由服务器120执行的功能的一个或多个组件。这些组件可以包括可由一个或多个处理器执行的软件组件、硬件组件或其组合。机动车辆110的用户可以依次利用一个或多个客户端应用程序来与服务器120进行交互以利用这些组件提供的服务。应当理解,各种不同的系统配置是可能的,其可以与系统100不同。因此,图1是用于实施本文所描述的各种方法的系统的一个示例,并且不旨在进行限制。

[0037] 服务器120可以包括一个或多个通用计算机、专用服务器计算机(例如PC(个人计算机)服务器、UNIX服务器、中端服务器)、刀片式服务器、大型计算机、服务器群集或任何其他适当的布置和/或组合。服务器120可以包括运行虚拟操作系统的一个或多个虚拟机,或者涉及虚拟化的其他计算架构(例如可以被虚拟化以维护服务器的虚拟存储设备的逻辑存储设备的一个或多个灵活池)。在各种实施例中,服务器120可以运行提供下文所描述的功能的一个或多个服务或软件应用。

[0038] 服务器120中的计算单元可以运行包括上述任何操作系统以及任何商业上可用的服务器操作系统的一个或多个操作系统。服务器120还可以运行各种附加服务器应用程序和/或中间层应用程序中的任何一个,包括HTTP服务器、FTP服务器、CGI服务器、JAVA服务器、数据库服务器等。

[0039] 在一些实施方式中,服务器120可以包括一个或多个应用程序,以分析和合并从机动车辆110接收的数据馈送和/或事件更新。服务器120还可以包括一个或多个应用程序,以经由机动车辆110的一个或多个显示设备来显示数据馈送和/或实时事件。

[0040] 网络130可以是本领域技术人员熟知的任何类型的网络,其可以使用多种可用协议中的任何一种(包括但不限于TCP/IP、SNA、IPX等)来支持数据通信。仅作为示例,一个或多个网络130可以是卫星通信网络、局域网(LAN)、基于以太网的网络、令牌环、广域网(WAN)、因特网、虚拟网络、虚拟专用网络(VPN)、内部网、外部网、区块链网络、公共交换电话网(PSTN)、红外网络、无线网络(包括例如蓝牙、WiFi)和/或这些与其他网络的任意组合。

[0041] 系统100还可以包括一个或多个数据库150。在某些实施例中,这些数据库可以用于存储数据和其他信息。例如,数据库150中的一个或多个可用于存储诸如音频文件和视频

文件的信息。数据存储库150可以驻留在各种位置。例如,由服务器120使用的数据存储库可以在服务器120本地,或者可以远离服务器120且可以经由基于网络或专用的连接与服务器120通信。数据存储库150可以是不同的类型。在某些实施例中,由服务器120使用的数据存储库可以是数据库,例如关系数据库。这些数据库中的一个或多个可以响应于命令而存储、更新和检索到数据库以及来自数据库的数据。

[0042] 在某些实施例中,数据库150中的一个或多个还可以由应用程序使用来存储应用程序数据。由应用程序使用的数据库可以是不同类型的数据库,例如键值存储库,对象存储库或由文件系统支持的常规存储库。

[0043] 机动车辆110可以包括传感器111用于感知周围环境。传感器111可以包括下列传感器中的一个或多个:视觉摄像头、红外摄像头、超声波传感器、毫米波雷达以及激光雷达(LiDAR)。不同的传感器可以提供不同的检测精度和范围。摄像头可以安装在车辆的前方、后方或其他位置。视觉摄像头可以实时捕获车辆内外的情况并呈现给驾驶员和/或乘客。此外,通过对视觉摄像头捕获的画面进行分析,可以获取诸如交通信号灯指示、交叉路口情况、其他车辆运行状态等信息。红外摄像头可以在夜视情况下捕捉物体。超声波传感器可以安装在车辆的四周,用于利用超声波方向性强等特点来测量车外物体距车辆的距离。毫米波雷达可以安装在车辆的前方、后方或其他位置,用于利用电磁波的特性测量车外物体距车辆的距离。激光雷达可以安装在车辆的前方、后方或其他位置,用于检测物体边缘、形状信息,从而进行物体识别和追踪。由于多普勒效应,雷达装置还可以测量车辆与移动物体的速度变化。

[0044] 机动车辆110还可以包括通信装置112。通信装置112可以包括能够从卫星141接收卫星定位信号(例如,北斗、GPS、GLONASS以及GALILEO)并且基于这些信号产生坐标的卫星定位模块。通信装置112还可以包括与移动通信基站142进行通信的模块,移动通信网络可以实施任何适合的通信技术,例如GSM/GPRS、CDMA、LTE等当前或正在不断发展的无线通信技术(例如5G技术)。通信装置112还可以具有车联网或车联万物(Vehicle-to-Everything, V2X)模块,被配置用于实现例如与其它车辆143进行车对车(Vehicle-to-Vehicle, V2V)通信和与基础设施144进行车辆到基础设施(Vehicle-to-Infrastructure, V2I)通信的车与外界的通信。此外,通信装置112还可以具有被配置为例如通过使用IEEE702.11标准的无线局域网或蓝牙与用户终端145(包括但不限于智能手机、平板电脑或诸如手表等可佩戴装置)进行通信的模块。利用通信装置112,机动车辆110还可以经由网络130接入服务器120。

[0045] 机动车辆110还可以包括控制装置113。控制装置113可以包括与各种类型的计算机可读存储装置或介质通信的处理器,例如中央处理单元(CPU)或图形处理单元(GPU),或者其他专用处理器等。控制装置113可以包括用于自动控制车辆中的各种致动器的自动驾驶系统。自动驾驶系统被配置为经由多个致动器响应来自多个传感器111或者其他输入设备的输入而控制机动车辆110(未示出的)动力总成、转向系统以及制动系统等以分别控制加速、转向和制动,而无需人为干预或者有限的人为干预。控制装置113的部分处理功能可以通过云计算实现。例如,可以使用车载处理器执行某一些处理,而同时可以利用云端的计算资源执行其他一些处理。控制装置113可以被配置以执行根据本公开的方法。此外,控制装置113可以被实现为根据本公开的机动车辆侧(客户端)的计算设备的一个示例。

[0046] 图1的系统100可以以各种方式配置和操作,以使得能够应用根据本公开所描述的

各种方法和装置。

[0047] 图2示出了根据本公开示例性实施例的应用于自动驾驶仿真场景的碰撞事件检测方法200的流程图。如图2所示,方法200包括:

[0048] 步骤S201、响应于确定所述自动驾驶仿真场景中的仿真车辆在第一时间与障碍物发生碰撞,获取所述仿真车辆在所述第一时间前的第一时长内的第一运动轨迹和所述障碍物在所述第一时长内的第二运动轨迹;

[0049] 步骤S202、确定针对所述障碍物的第一控制策略,所述第一控制策略包括减速和转向中的至少一项;

[0050] 步骤S203、通过基于所述第二运动轨迹和所述第一控制策略模拟所述障碍物的运动,确定所述障碍物在所述第一时间前的第二时长内模拟执行所述第一控制策略的第三运动轨迹,其中,所述第二时长不大于所述第一时长;

[0051] 步骤S204、基于所述第一运动轨迹和所述第三运动轨迹,确定所述仿真车辆与所述障碍物的第一模拟碰撞结果;以及

[0052] 步骤S205、响应于确定所述第一模拟碰撞结果为发生碰撞,确定针对所述第一时刻的碰撞事件的检测结果为通过。

[0053] 通过执行上述方法200中的步骤,当仿真场景中发生碰撞事件时,基于针对障碍物的控制策略来对障碍物施加干预因素,进而模拟干预后的碰撞结果,当模拟碰撞结果仍为发生碰撞时,则指示了该碰撞事件不是障碍物能够轻易避免的,进而确定该碰撞事件的检测结果为通过。由此,即能够实现对仿真场景中碰撞事件的检测,提升仿真场景数据的质量,进而提升自动驾驶车辆的仿真测试的效果。

[0054] 在一些示例中,第一时长可以根据实际需求预先设置的,基于此来提取更全面的碰撞事件信息,以实现更准确的检测。

[0055] 在一些示例中,步骤S201中可以同时获取更丰富的碰撞事件信息,例如仿真车辆和障碍物的尺寸、第一时长内的运动速度、转向角、转向角速度等信息,只要能够更全面、准确地指示仿真车辆和障碍物在第一时间内的运动状态即可。在一个示例中,当仿真场景中同时存在其他交通对象,特别是可能影响仿真车辆或障碍物的运动时,可以同时获取其他交通对象的运动状态信息,以实现更准确的模拟和检测。

[0056] 图3A和图3B示出了根据本公开示例性实施例的碰撞事件的示意图。图3A示出了自动驾驶仿真场景下仿真车辆和障碍物的真实碰撞结果,即在仿真车辆位于路口进行转向行驶时,由于位于仿真车辆后方的障碍物向路口方向直线行驶,导致障碍物与仿真车辆发生碰撞。通过应用上述方法200来基于一定的控制策略模拟障碍物的运动轨迹,即可确定障碍物在执行主动的避撞动作的情况下能否避免碰撞事件的发生。例如,图3B示出了仿真车辆和障碍物的第一模拟碰撞结果,当障碍物基于减速和向左转向的控制策略行驶时,即可避免相撞,第一模拟碰撞结果为不碰撞。由此可见,只要障碍物能够执行简单的避撞动作,即可避免图3A所示的碰撞事件发生,可见自动驾驶仿真场景下的该事件是由仿真障碍物的智能程度过低导致的,因此可以判断该碰撞事件为不合理的低质量仿真碰撞。

[0057] 根据一些实施例,步骤S202中确定针对所述障碍物的第一控制策略包括:确定障碍物类型,所述障碍物类型包括机动车、非机动车和行人中的至少一项;以及基于所述障碍物类型,确定针对所述障碍物的第一控制策略。由此,能够基于障碍物类型来确定针对障碍

物的干预策略,以更有效地模拟实际路况下真实障碍物可能作出的反应,提升准确度。

[0058] 在一些示例中,障碍物类型可以进一步细化,例如可以将机动车进一步区分为大型汽车、小型汽车、摩托车等类型,再例如,还可以将非机动车进一步区分为自行车、三轮车等类型。通过基于细化的障碍物类型来确定针对障碍物的第一控制策略,能够更真实地模拟实际路况下障碍物的避障动作,以提升准确度。

[0059] 根据一些实施例,所述基于所述障碍物类型,确定针对所述障碍物的第一控制策略包括:基于所述障碍物类型,确定加速度的值;以及确定基于所述加速度的值进行减速的第一控制策略。由此,能够基于障碍物类型确定加速度的值,以得到相应的减速策略,模拟真实障碍物以提升准确度。

[0060] 在一些示例中,可以是针对每种障碍物类型预先配置加速度的值的范围,基于此确定加速度的值,以得到更贴近真实情况的减速策略。

[0061] 在一些示例中,也可以进一步获取碰撞事件的场景路况信息,结合障碍物类型和场景路况信息确定加速度的值,以提升准确度。

[0062] 根据一些实施例,所述基于所述障碍物类型,确定针对所述障碍物的控制策略包括:响应于确定所述障碍物类型为机动车或非机动车,基于所述第二运动轨迹确定所述障碍物在所述第一时刻前的第二时长内的第一车轮转角;基于所述第一运动轨迹和所述第二运动轨迹,确定所述仿真车辆和所述障碍物在所述第一时刻前的第二时长内的相对位置;基于所述第一车轮转角和所述相对位置,确定第二车轮转角;以及确定基于所述第二车轮转角进行转向的第一控制策略。由此,能够针对机动车或非机动车计算其车轮转角并确定转向策略,实现基于车轮转角来模拟障碍物的运动,以更贴近实际路况下的真实障碍物的可能运动轨迹,进而提升碰撞事件检测的准确度。

[0063] 图4A示出了根据本公开示例性实施例的障碍物的运动学模型的示意图。在一些示例中,可以是基于图4A所示的以后轴为中心的单车运动学模型来模拟障碍物的运动。参见图4A所示,当障碍物类型不为行人时,其运动学状态可以利用如下公式来描述:

$$[0064] \quad s_1 = \begin{bmatrix} x_t + v_t \times \cos \varphi_t \times \Delta \\ y_t + v_t \times \sin \varphi_t \times \Delta \\ \varphi_t + \frac{v_t}{L} \times \tan \delta_f^t \times \Delta \\ v_t + \alpha_t \times \Delta \end{bmatrix}$$

[0065] 在这一示例中, s_1 指示障碍物的运动状态信息,状态量具体可以包括以世界坐标系下横坐标和纵坐标、横摆角和速度。式中, x_t 、 y_t 为t时刻障碍物世界坐标系下的后轴中心坐标, φ_t 为横摆角, δ_f^t 为非行人类型的障碍物的前轮转角,L为障碍物轴距, Δ 为仿真运行时间步长, α_t 为加速度。

[0066] 图4B示出了根据本公开示例性实施例的能够用于计算障碍物的前轮转角的运动学模型的示意图。在这一示例中,车辆在 t_b 时刻的前轮转角可以是基于如下公式计算得到的:

$$[0067] \quad \delta_f = \arctan(2 * L * \sin(\alpha) / l_d)$$

$$[0068] \quad l_d = \sqrt{(x_t - x_{t_b})^2 + (y_t - y_{t_b})^2}$$

$$[0069] \quad \sin \alpha = \text{sign}(\det \begin{pmatrix} \cos(\psi) & x_t - x_{t_b} \\ \sin(\psi) & y_t - y_{t_b} \end{pmatrix}) * \sqrt{1 - \left(\frac{\cos \varphi * (x_t - x_{t_b}) + \sin \varphi * (y_t - y_{t_b})}{l_d} \right)^2}$$

[0070] 式中, l_d 指示障碍物自反应时刻 (反应时刻例如可以是根据一定规则在碰撞时刻之前的一定时长内确定的) 的起始位置至碰撞时刻 (t 时刻) 目标位置的预瞄距离。

[0071] 当障碍物类型为行人时, 其运动状态量不包括前轮转角, 则行人的运动学状态 s_2 可以利用如下公式来描述:

$$[0072] \quad s_2 = \begin{bmatrix} x_t + v_t \times \cos \varphi_t \times \Delta \\ y_t + v_t \times \sin \varphi_t \times \Delta \\ \varphi_t + \gamma_t \times \Delta \\ v_t + \alpha_t \times \Delta \end{bmatrix}$$

[0073] 式中, γ_t 指示了行人的运动方向。

[0074] 根据一些实施例, 步骤S202中确定针对所述障碍物的第一控制策略包括: 确定碰撞类型, 所述碰撞类型包括追尾和非追尾; 以及响应于确定所述碰撞类型为追尾, 确定基于预设的加速度的值进行减速的第一控制策略。由此, 能够基于碰撞类型来确定针对障碍物的干预策略, 贴近实际路况下真实障碍物的反应, 提升准确度。

[0075] 在一些示例中, 碰撞类型可以进一步细化, 例如可以包括侧面相撞、正面相撞、侧面刮蹭等, 以更贴近实际路况下的碰撞事故类型。

[0076] 在一些示例中, 可以是响应于碰撞类型为追尾, 以预设的该障碍物所能达到的最大加速度的值进行减速, 以贴近真实的避撞动作。

[0077] 在一些示例中, 可以是结合障碍物类型和碰撞类型来确定第一控制策略。例如, 可以是基于障碍物类型来确定追尾情况下的预设加速度, 以提升模拟避撞动作贴近真实障碍物的避撞动作的程度, 进而提升碰撞事件检测的准确度。

[0078] 在一些示例中, 步骤S203中基于第一控制策略控制障碍物的运动的截止时刻可以是第一时刻后的预设时长的位置, 以避免交互失真, 提升模拟得到的第三运动轨迹的准确度。

[0079] 根据一些实施例, 步骤S203中的第二时长是通过如下过程确定的: 基于所述第一运动轨迹和所述第二运动轨迹, 在所述自动驾驶仿真场景中确定所述仿真车辆和所述障碍物的交互区域, 其中, 所述交互区域中的任一点与所述第一运动轨迹的距离不大于第一阈值, 并且该点与所述第二运动轨迹的距离不大于第二阈值; 确定所述仿真车辆和所述障碍物中的至少一者进入所述交互区域的时刻为第二时刻; 以及确定所述第二时刻和所述第一时刻的时间间隔为所述第二时长。由此, 能够通过定义碰撞事件的交互区域来指示仿真车辆和障碍物应当对碰撞事件作出避撞反应的位置, 进而能够基于二者的运动轨迹和交互区域来更准确地确定开始干预碰撞的时间, 贴近真实碰撞场景下的反应时间, 提升准确度。

[0080] 在一些示例中, 第一阈值和第二阈值可以相同, 在另一些示例中, 第一阈值和第二阈值也可以不同。只要基于第一阈值和第二阈值确定的仿真车辆和障碍物的交互区域能够合理地指示仿真车辆和障碍物应当对碰撞事件作出避撞反应的位置即可。

[0081] 在一些示例中, 可以是基于第一运动轨迹和第一阈值确定条形的仿真车辆的第一运动区域, 基于第二运动轨迹和第二阈值确定条形的障碍物的第二运动区域, 进而将第一运动区域和第二运动区域的重合部分确定为交互区域。由此, 能够更简便高效地确定碰撞

事件的交互区域。

[0082] 在一些示例中,前文所描述的机动车或非机动车类型的障碍物在反应时刻的车轮转角即是指仿真车辆和障碍物中的至少一者进入交互区域的时刻的车轮转角。通过基于该车轮转角来确定控制策略,能够更准确地模拟真实障碍物的避撞动作。

[0083] 根据一些实施例,所述第一阈值是基于所述仿真车辆在所述第一时长内的运动速度确定的。由此,能够基于仿真车辆的运动速度调整第一阈值,以更准确地确定交互区域。

[0084] 在一些示例中,可以是基于预设的仿真车辆的运动速度与第一阈值的映射关系来确定第一阈值,该映射关系例如可以是正相关线性映射关系。由此,当仿真车辆运动速度较快时即可确定较大范围的交互区域,以指示仿真车辆和障碍物应当更早地作出避撞动作,以贴近真实的交通场景。

[0085] 在一些示例中,可以是利用类似的方式,基于障碍物的运动速度确定第二阈值,以更准确地确定交互区域。

[0086] 在一些示例中,第一阈值和第二阈值也可以是根据实际应用场景的需求,预先由人工配置的,以更加简便快捷地确定交互区域。

[0087] 在实际应用场景中,碰撞事件的双方可能不全需要作出反应动作来避免相撞。也就是说,自动驾驶仿真场景下碰撞事件的发生还需要考虑仿真车辆的反应动作的因素,结合仿真车辆和障碍物双方的责任划分来确定障碍物在碰撞事件中的行为是否不满足要求。

[0088] 基于此,根据一些实施例,方法200还包括:响应于确定所述障碍物先进入所述交互区域,并且响应于确定所述仿真车辆和所述障碍物各自进入所述交互区域的时间差不小于所述第三阈值,确定针对所述第一时刻的碰撞事件的检测结果为通过。由此,能够在障碍物明显先于仿真车辆(二者进入交互区域的时间差不小于预设的第三阈值)时,确定该碰撞事件无需障碍物作出反应。通过基于进入交互区域的先后顺序判断反应方,能够更合理地确定检测结果。

[0089] 在一些示例中,当确定该碰撞事件无需障碍物作出反应时,则可以不执行针对障碍物的模拟干预,以提升碰撞事件的检测效率。

[0090] 在一些示例中,第三阈值可以根据实际应用场景的需求,预先由人工配置的。

[0091] 根据一些实施例,方法200还包括:响应于确定所述仿真车辆和所述障碍物各自进入所述交互区域的时间差小于所述第三阈值,确定针对所述仿真车辆的第二控制策略,所述第二控制策略包括减速和转向中的至少一项;通过基于所述第一运动轨迹和所述第二控制策略模拟所述仿真车辆的运动,确定所述仿真车辆在所述第二时长内模拟执行所述第二控制策略的第四运动轨迹;以及基于所述第四运动轨迹和所述第二运动轨迹,确定所述仿真车辆与所述障碍物的第二模拟碰撞结果,其中,步骤S205中响应于确定所述第一模拟碰撞结果为发生碰撞,确定针对所述第一时刻的碰撞事件的检测结果为通过包括:响应于确定所述第一模拟碰撞结果为发生碰撞,并且响应于确定所述第二模拟碰撞结果为不发生碰撞,确定针对所述第一时刻的碰撞事件的检测结果为通过。通过应用上述手段,当基于进入交互区域的先后顺序判断仿真车辆也应当作出反应时,能够进一步基于针对仿真车辆的控制策略来对仿真车辆施加干预因素,以判断该碰撞事件是否是仿真车可以避免而障碍物无法避免的碰撞,以使得检测通过的碰撞事件更适合用于对自动驾驶车辆进行仿真测试,满足实际应用的需求。

[0092] 在一些示例中,可以是利用与前文所描述的步骤S202的具体实施方式类似的手段确定针对仿真车辆的控制策略,并且利用与步骤S203类似的手段模拟仿真车辆的第四运动轨迹。

[0093] 在一些示例中,也可以是在既模拟障碍物的避撞运动又模拟仿真车辆的避撞运动的情况下,基于模拟得到的第三运动轨迹和第四运动轨迹确定模拟碰撞结果,以更准确地判断仿真场景下的碰撞事件是否合理,以提升仿真碰撞数据的质量。

[0094] 根据一些实施例,当所述第一控制策略和所述第二控制策略包括减速时,所述第一控制策略指示的加速度的值小于所述第二控制策略指示的加速度的值。通过应用上述手段,能够令模拟避撞过程中的障碍物的反应较仿真车辆更为缓慢,更贴近实际的危险路况,以提升碰撞事件检测的准确度。

[0095] 图5示出了根据本公开示例性实施例的应用于自动驾驶仿真场景的碰撞事件检测方法500的流程图。

[0096] 如图5所示,自动驾驶仿真场景的碰撞事件检测流程可以包括如下步骤:

[0097] 步骤S1、获取运动轨迹,具体为获取仿真车辆在发生碰撞的第一时刻前的第一时长内的第一运动轨迹和障碍物在第一时长内的第二运动轨迹。

[0098] 步骤S2、利用如前文所描述的方式确定交互区域和反应时间。

[0099] 步骤S3、判断障碍物是否应该反应。

[0100] 当判断障碍物不应反应时,即可确定该碰撞事件检测通过。

[0101] 当判断障碍物应该反应时,继续执行如下步骤:

[0102] 步骤S4、判断仿真车辆是否应该反应。

[0103] 当判断仿真车辆不应反应时,继续执行如下步骤S5-步骤S8:

[0104] 步骤S5、确定针对障碍物的第一控制策略。

[0105] 步骤S6、基于第一控制策略模拟障碍物运动以得到第三运动轨迹。

[0106] 步骤S7、基于第一运动轨迹和第三运动轨迹确定第一模拟碰撞结果。

[0107] 步骤S8、判断第一模拟碰撞结果是否碰撞。

[0108] 当第一模拟结果为不碰撞时,则判断碰撞事件检测不通过(执行步骤S14),当第一模拟结果为碰撞时,则判断碰撞事件检测通过(执行步骤S15)。

[0109] 当判断仿真车辆应该反应时,继续执行如下步骤S9-步骤S13:

[0110] 步骤S9、确定针对障碍物的第一控制策略和针对仿真车辆的第二控制策略。

[0111] 步骤S10、基于第一控制策略模拟障碍物运动以得到第三运动轨迹。

[0112] 步骤S11、基于第二控制策略模拟仿真车辆运动以得到第四运动轨迹。

[0113] 步骤S12、基于第一运动轨迹和第三运动轨迹确定第一模拟碰撞结果,基于第四运动轨迹和第二运动轨迹确定第二模拟碰撞结果。

[0114] 步骤S13、判断是否同时满足:第一模拟碰撞结果为碰撞并且第二模拟碰撞结果为不碰撞。

[0115] 当步骤S13中的判断条件同时满足时,则判断碰撞事件检测通过,当上述条件不能同时满足时,则判断碰撞事件检测不通过。

[0116] 通过应用上述方法500,能够针对仿真场景中的事件实现自动检测,提升仿真场景数据的质量,进而提升自动驾驶车辆的仿真测试的效果。

[0117] 图6示出了根据本公开示例性实施例的自动驾驶车辆的测试方法600的流程图。如图6所示,方法600包括:

[0118] 步骤S601、获取自动驾驶仿真场景中的碰撞事件的事件信息,所述事件信息包括发生碰撞的仿真车辆在碰撞时刻前的预设时长内的初始运动轨迹,其中,所述碰撞事件是利用方法200检测通过的;以及

[0119] 步骤S602、对所述自动驾驶仿真场景下所述自动驾驶车辆基于所述初始运动轨迹行驶进行测试,以得到所述自动驾驶车辆的测试结果,所述测试结果指示所述自动驾驶车辆是否与所述障碍物发生碰撞。

[0120] 通过应用方法600,能够利用检测通过后的仿真场景数据来测试自动驾驶车辆,即相当于利用更贴近实际路况的仿真场景数据进行测试,能够提升检测效果。

[0121] 在一些示例中,测试结果可以包括更多维度的信息,对应实际交通场景中复杂的驾驶行为标准。例如,测试结果可以涵盖车辆是否遵守交规、车辆的实际乘坐体感、车辆行驶安全系数、车辆智能反应速度等维度。

[0122] 根据本公开的一方面,还提供一种应用于自动驾驶仿真场景的碰撞事件检测装置。图7示出了根据本公开示例性实施例的应用于自动驾驶仿真场景的碰撞事件检测装置700的结构框图。如图7所示,装置700包括:

[0123] 第一获取单元701,被配置为响应于确定所述自动驾驶仿真场景中的仿真车辆在第一时间与障碍物发生碰撞,获取所述仿真车辆在所述第一时间前的第一时长内的第一运动轨迹和所述障碍物在所述第一时长内的第二运动轨迹;

[0124] 第一确定单元702,被配置为确定针对所述障碍物的第一控制策略,所述第一控制策略包括减速和转向中的至少一项;

[0125] 第二确定单元703,被配置为通过基于所述第二运动轨迹和所述第一控制策略模拟所述障碍物的运动,确定所述障碍物在所述第一时间前的第二时长内模拟执行所述第一控制策略的第三运动轨迹,其中,所述第二时长不大于所述第一时长;

[0126] 第三确定单元704,被配置为基于所述第一运动轨迹和所述第三运动轨迹,确定所述仿真车辆与所述障碍物的第一模拟碰撞结果;以及

[0127] 检测单元705,被配置为响应于确定所述第一模拟碰撞结果为发生碰撞,确定针对所述第一时刻的碰撞事件的检测结果为通过。

[0128] 根据一些实施例,第一确定单元702包括:第一确定子单元,被配置为确定障碍物类型,所述障碍物类型包括机动车、非机动车和行人中的至少一项;以及第二确定子单元,被配置为基于所述障碍物类型,确定针对所述障碍物的第一控制策略。

[0129] 根据一些实施例,第二确定子单元被配置为:基于所述障碍物类型,确定加速度的值;以及确定基于所述加速度的值进行减速的第一控制策略。

[0130] 根据一些实施例,第二确定子单元包括:第一确定模块,被配置为响应于确定所述障碍物类型为机动车或非机动车,基于所述第二运动轨迹确定所述障碍物在所述第一时间前的第二时长内的第一车轮转角;第二确定模块,被配置为基于所述第一运动轨迹和所述第二运动轨迹,确定所述仿真车辆和所述障碍物在所述第一时间前的第二时长内的相对位置;第三确定模块,被配置为基于所述第一车轮转角和所述相对位置,确定第二车轮转角;以及第四确定模块,被配置为确定基于所述第二车轮转角进行转向的第一控制策略。

[0131] 根据一些实施例,第一确定单元702包括:第三确定子单元,被配置为确定碰撞类型,所述碰撞类型包括追尾和非追尾;以及第四确定子单元,被配置为响应于确定所述碰撞类型为追尾,确定基于预设的加速度的值进行减速的第一控制策略。

[0132] 根据一些实施例,所述第二时长是通过如下过程确定的:基于所述第一运动轨迹和所述第二运动轨迹,在所述自动驾驶仿真场景中确定所述仿真车辆和所述障碍物的交互区域,其中,所述交互区域中的任一点与所述第一运动轨迹的距离不大于第一阈值,并且该点与所述第二运动轨迹的距离不大于第二阈值;确定所述仿真车辆和所述障碍物中的至少一者进入所述交互区域的时刻为第二时刻;以及确定所述第二时刻和所述第一时刻的时间间隔为所述第二时长。

[0133] 根据一些实施例,所述第一阈值是基于所述仿真车辆在所述第一时长内的运动速度确定的。

[0134] 根据一些实施例,检测单元705还被配置为:响应于确定所述障碍物先进入所述交互区域,并且响应于确定所述仿真车辆和所述障碍物各自进入所述交互区域的时间差不小于所述第三阈值,确定针对所述第一时刻的碰撞事件的检测结果为通过。

[0135] 根据一些实施例,装置700还包括:第四确定单元,被配置为响应于确定所述仿真车辆和所述障碍物各自进入所述交互区域的时间差小于所述第三阈值,确定针对所述仿真车辆的第二控制策略,所述第二控制策略包括减速和转向中的至少一项;第五确定单元,被配置为通过基于所述第一运动轨迹和所述第二控制策略模拟所述仿真车辆的运动,确定所述仿真车辆在所述第二时长内模拟执行所述第二控制策略的第四运动轨迹;以及第六确定单元,被配置为基于所述第四运动轨迹和所述第二运动轨迹,确定所述仿真车辆与所述障碍物的第二模拟碰撞结果,其中,检测单元705被配置为:响应于确定所述第一模拟碰撞结果为发生碰撞,并且响应于确定所述第二模拟碰撞结果为不发生碰撞,确定针对所述第一时刻的碰撞事件的检测结果为通过。

[0136] 根据一些实施例,当所述第一控制策略和所述第二控制策略包括减速时,所述第一控制策略指示的加速度的值小于所述第二控制策略指示的加速度的值。

[0137] 根据本公开的一方面,还提供一种自动驾驶车辆的测试装置。图8示出了根据本公开示例性实施例的自动驾驶车辆的测试装置800的结构框图。如图8所示,装置800包括:

[0138] 第二获取单元801,被配置为获取自动驾驶仿真场景中的碰撞事件的事件信息,所述事件信息包括发生碰撞的仿真车辆在碰撞时刻前的预设时长内的初始运动轨迹,其中,所述碰撞事件是利用装置700检测通过的;以及

[0139] 测试单元802,被配置为对所述自动驾驶仿真场景下所述自动驾驶车辆基于所述初始运动轨迹行驶进行测试,以得到所述自动驾驶车辆的测试结果,所述测试结果指示所述自动驾驶车辆是否与所述障碍物发生碰撞。

[0140] 根据本公开的一方面,还提供一种自动驾驶车辆,所述自动驾驶车辆是利用方法600进行测试的。

[0141] 根据本公开的一方面,还提供一种电子设备,包括:至少一个处理器;以及与所述至少一个处理器通信连接的存储器;其中所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器能够执行上述的碰撞事件检测方法和自动驾驶车辆的测试方法中的至少一项。

[0142] 根据本公开的一方面,还提供一种存储有计算机指令的非瞬时计算机可读存储介质,其中,所述计算机指令用于使所述计算机执行上述的碰撞事件检测方法和自动驾驶车辆的测试方法中的至少一项。

[0143] 根据本公开的一方面,还提供一种计算机程序产品,包括计算机程序,其中,所述计算机程序再被处理器执行时实现上述的碰撞事件检测方法和自动驾驶车辆的测试方法中的至少一项。

[0144] 参考图9,现将描述可以作为本公开的服务器或客户端的电子设备900的结构框图,其是可以应用于本公开的各方面的硬件设备的示例。电子设备旨在表示各种形式的数字电子的计算机设备,诸如,膝上型计算机、台式计算机、工作台、个人数字助理、服务器、刀片式服务器、大型计算机、和其它适合的计算机。电子设备还可以表示各种形式的移动装置,诸如,个人数字处理、蜂窝电话、智能电话、可穿戴设备和其它类似的计算装置。本文所示的部件、它们的连接和关系、以及它们的功能仅仅作为示例,并且不意在限制本文中描述的和/或者要求的本公开的实现。

[0145] 如图9所示,设备900包括计算单元901,其可以根据存储在只读存储器 (ROM) 902中的计算机程序或者从存储单元908加载到随机访问存储器 (RAM) 903中的计算机程序,来执行各种适当的动作和处理。在RAM 903中,还可存储设备900操作所需的各种程序和数据。计算单元901、ROM 902以及RAM 903通过总线904彼此相连。输入/输出 (I/O) 接口905也连接至总线904。

[0146] 设备900中的多个部件连接至I/O接口905,包括:输入单元906、输出单元907、存储单元908以及通信单元909。输入单元906可以是能向设备900输入信息的任何类型的设备,输入单元906可以接收输入的数字或字符信息,以及产生与电子设备的用户设置和/或功能控制有关的键信号输入,并且可以包括但不限于鼠标、键盘、触摸屏、轨迹板、轨迹球、操作杆、麦克风和/或遥控器。输出单元907可以是能呈现信息的任何类型的设备,并且可以包括但不限于显示器、扬声器、视频/音频输出终端、振动器和/或打印机。存储单元908可以包括但不限于磁盘、光盘。通信单元909允许设备900通过诸如因特网的计算机网络和/或各种电信网络与其他设备交换信息/数据,并且可以包括但不限于调制解调器、网卡、红外通信设备、无线通信收发机和/或芯片组,例如蓝牙TM设备、802.11设备、WiFi设备、WiMax设备、蜂窝通信设备和/或类似物。

[0147] 计算单元901可以是各种具有处理和计算能力的通用和/或专用处理组件。计算单元901的一些示例包括但不限于中央处理单元 (CPU)、图形处理单元 (GPU)、各种专用的人工智能 (AI) 计算芯片、各种运行机器学习模型算法的计算单元、数字信号处理器 (DSP)、以及任何适当的处理器、控制器、微控制器等。计算单元901执行上文所描述的各个方法和处理,例如碰撞事件检测方法和自动驾驶车辆的测试方法中的至少一项。例如,在一些实施例中,碰撞事件检测方法和自动驾驶车辆的测试方法中的至少一项可被实现为计算机软件程序,其被有形地包含于机器可读介质,例如存储单元908。在一些实施例中,计算机程序的部分或者全部可以经由ROM 902和/或通信单元909而被载入和/或安装到设备900上。当计算机程序加载到RAM 903并由计算单元901执行时,可以执行上文描述的碰撞事件检测方法和自动驾驶车辆的测试方法中的至少一项的一个或多个步骤。备选地,在其他实施例中,计算单元901可以通过其他任何适当的方式 (例如,借助于固件) 而被配置为执行碰撞事件检测方

法和自动驾驶车辆的测试方法中的至少一项。

[0148] 本文中以上描述的系统和技术各种实施方式可以在数字电子电路系统、集成电路系统、场可编程门阵列 (FPGA)、专用集成电路 (ASIC)、专用标准产品 (ASSP)、芯片上系统的系统 (SOC)、复杂可编程逻辑设备 (CPLD)、计算机硬件、固件、软件、和/或它们的组合中实现。这些各种实施方式可以包括:实施在一个或者多个计算机程序中,该一个或者多个计算机程序可在包括至少一个可编程处理器的可编程系统上执行和/或解释,该可编程处理器可以是专用或者通用可编程处理器,可以从存储系统、至少一个输入装置、和至少一个输出装置接收数据和指令,并且将数据和指令传输至该存储系统、该至少一个输入装置、和该至少一个输出装置。

[0149] 用于实施本公开的方法的程序代码可以采用一个或多个编程语言的任何组合来编写。这些程序代码可以提供给通用计算机、专用计算机或其他可编程数据处理装置的处理器或控制器,使得程序代码当由处理器或控制器执行时使流程图和/或框图中所规定的功能/操作被实施。程序代码可以完全在机器上执行、部分地在机器上执行,作为独立软件包部分地在机器上执行且部分地在远程机器上执行或完全在远程机器或服务器上执行。

[0150] 在本公开的上下文中,机器可读介质可以是有形的介质,其可以包含或存储以供指令执行系统、装置或设备使用或与指令执行系统、装置或设备结合地使用的程序。机器可读介质可以是机器可读信号介质或机器可读储存介质。机器可读介质可以包括但不限于电子的、磁性的、光学的、电磁的、红外的、或半导体系统、装置或设备,或者上述内容的任何合适组合。机器可读存储介质的更具体示例会包括基于一个或多个线的电气连接、便携式计算机盘、硬盘、随机存取存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、可擦除可编程只读存储器 (EPROM 或快闪存储器)、光纤、便捷式紧凑盘只读存储器 (CD-ROM)、光学储存设备、磁储存设备、或上述内容的任何合适组合。

[0151] 为了提供与用户的交互,可以在计算机上实施此处描述的系统和技术,该计算机具有:用于向用户显示信息的显示装置 (例如,CRT (阴极射线管) 或者LCD (液晶显示器) 监视器);以及键盘和指向装置 (例如,鼠标或者轨迹球),用户可以通过该键盘和该指向装置来将输入提供给计算机。其它种类的装置还可以用于提供与用户的交互;例如,提供给用户的反馈可以是任何形式的传感反馈 (例如,视觉反馈、听觉反馈、或者触觉反馈);并且可以用任何形式 (包括声输入、语音输入或者、触觉输入) 来接收来自用户的输入。

[0152] 可以将此处描述的系统和技术实施在包括后台部件的计算系统 (例如,作为数据服务器)、或者包括中间件部件的计算系统 (例如,应用服务器)、或者包括前端部件的计算系统 (例如,具有图形用户界面或者网络浏览器的用户计算机,用户可以通过该图形用户界面或者该网络浏览器来与此处描述的系统和技术实施方式交互)、或者包括这种后台部件、中间件部件、或者前端部件的任何组合的计算系统中。可以通过任何形式或者介质的数字数据通信 (例如,通信网络) 来将系统的部件相互连接。通信网络的示例包括:局域网 (LAN)、广域网 (WAN)、互联网和区块链网络。

[0153] 计算机系统可以包括客户端和服务端。客户端和服务端一般远离彼此并且通常通过通信网络进行交互。通过在相应的计算机上运行并且彼此具有客户端-服务器关系的计算机程序来产生客户端和服务器的关系。服务器可以是云服务器,也可以为分布式系统的服务器,或者是结合了区块链的服务器。

[0154] 应该理解,可以使用上面所示的各种形式的流程,重新排序、增加或删除步骤。例如,本公开中记载的各步骤可以并行地执行、也可以顺序地或以不同的次序执行,只要能够实现本公开公开的技术方案所期望的结果,本文在此不进行限制。

[0155] 虽然已经参照附图描述了本公开的实施例或示例,但应理解,上述的方法、系统和设备仅仅是示例性的实施例或示例,本发明的范围并不由这些实施例或示例限制,而是仅由授权后的权利要求书及其等同范围来限定。实施例或示例中的各种要素可以被省略或者可由其等同要素替代。此外,可以通过不同于本公开中描述的次序来执行各步骤。进一步地,可以以各种方式组合实施例或示例中的各种要素。重要的是随着技术的演进,在此描述的很多要素可以由本公开之后出现的等同要素进行替换。

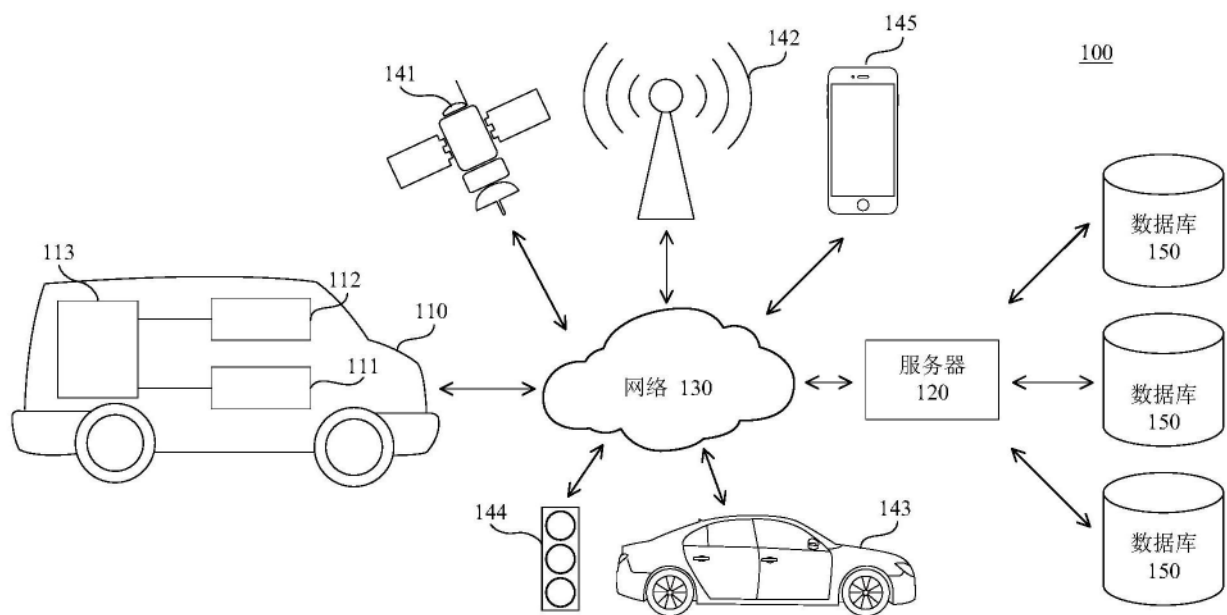


图1

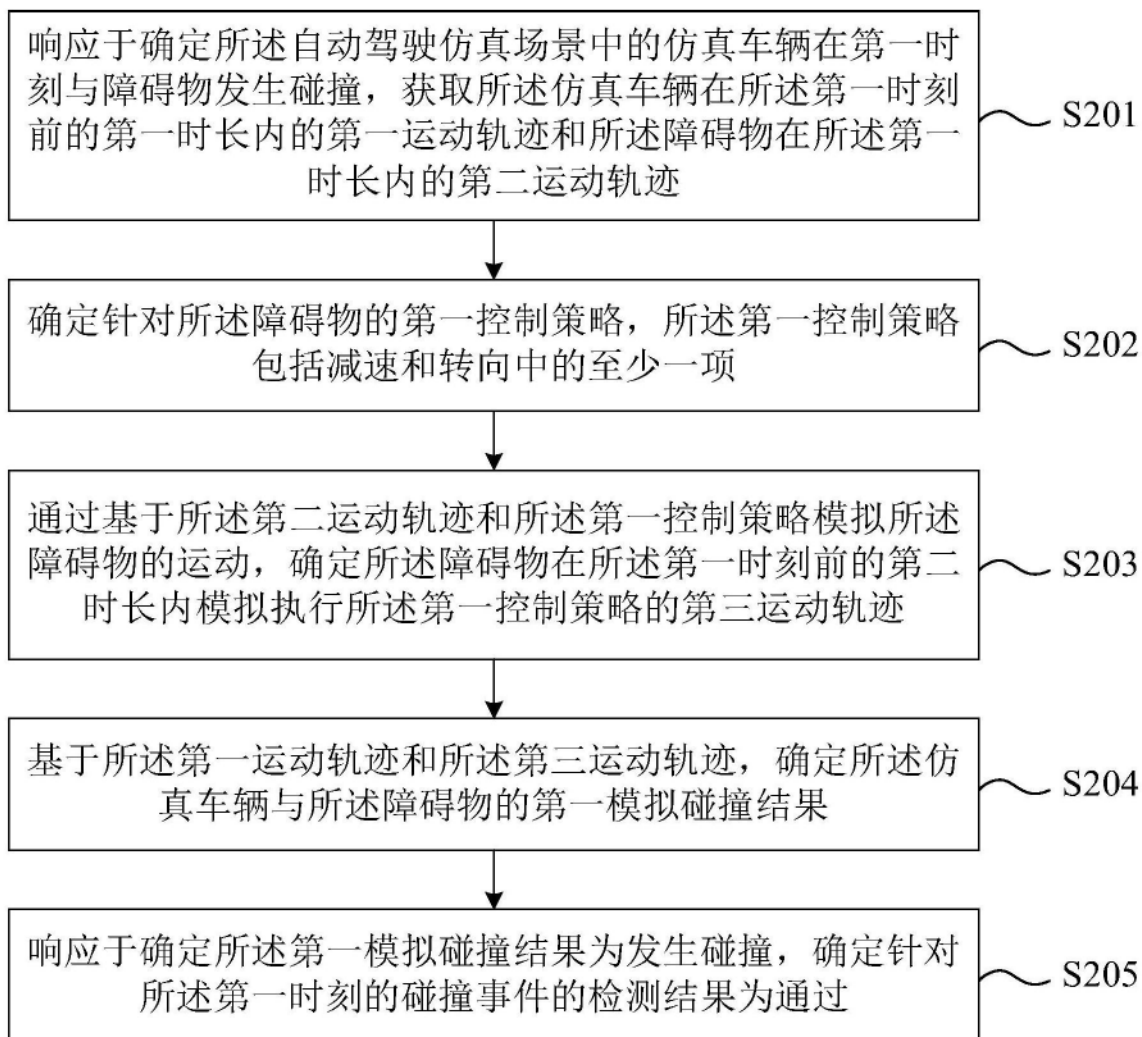
200

图2

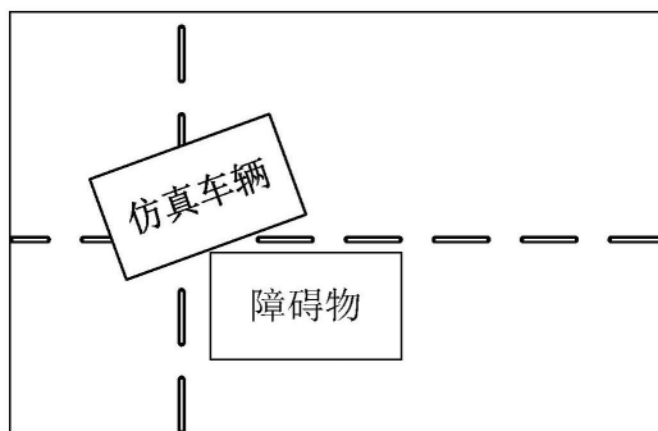


图3A

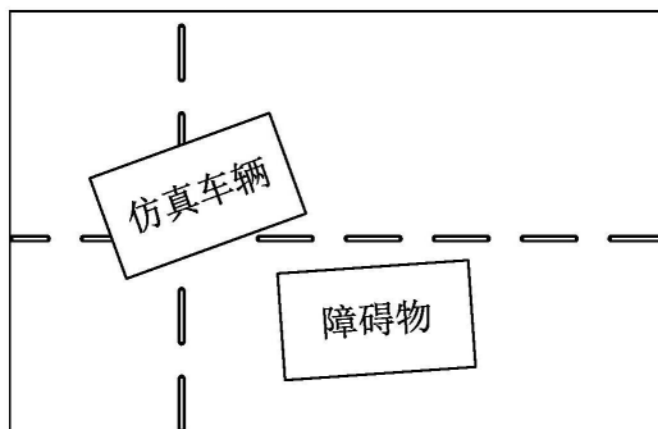


图3B

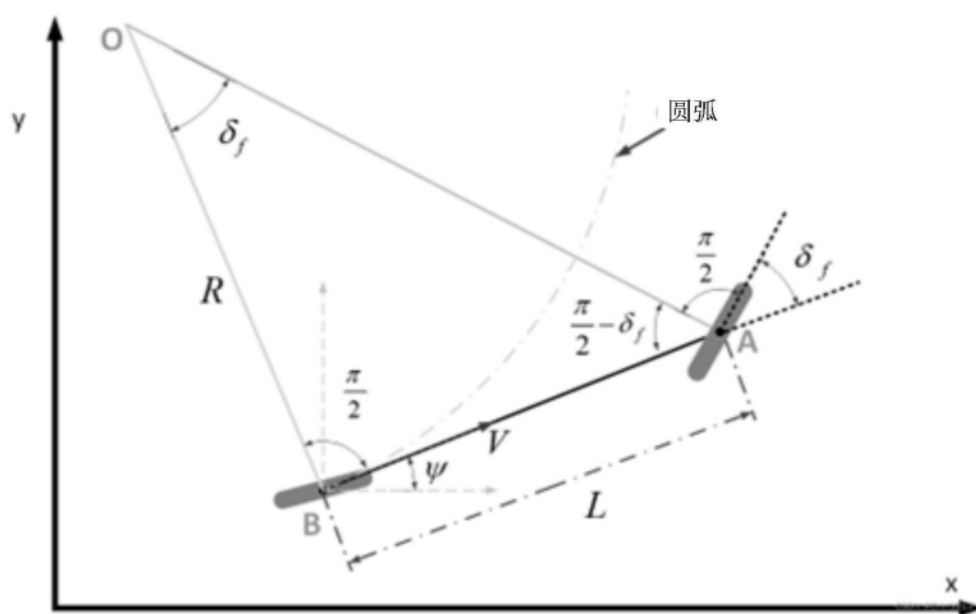


图4A

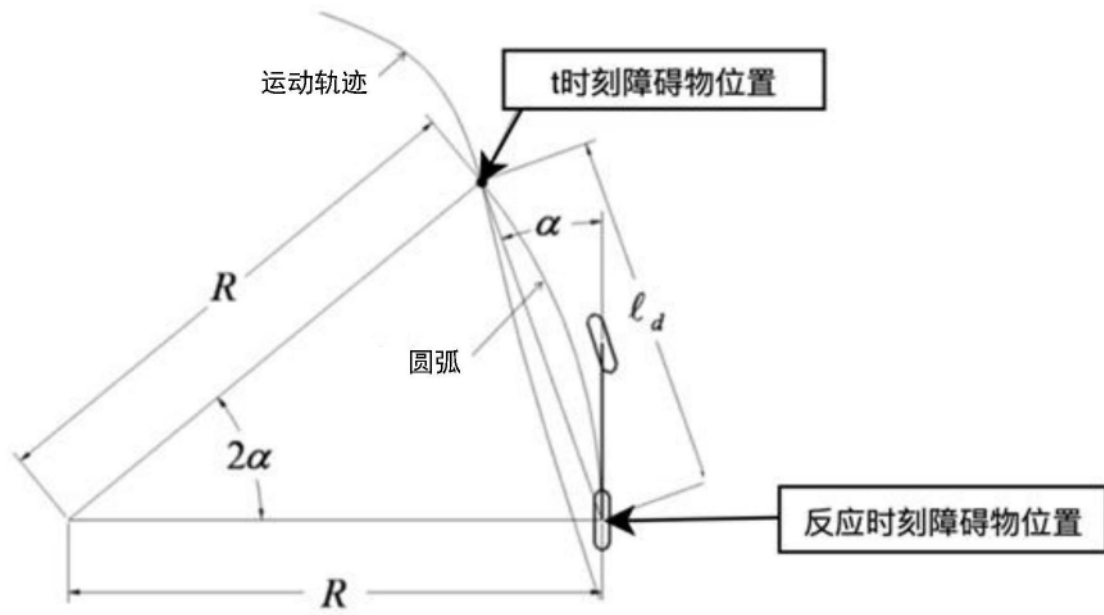


图4B

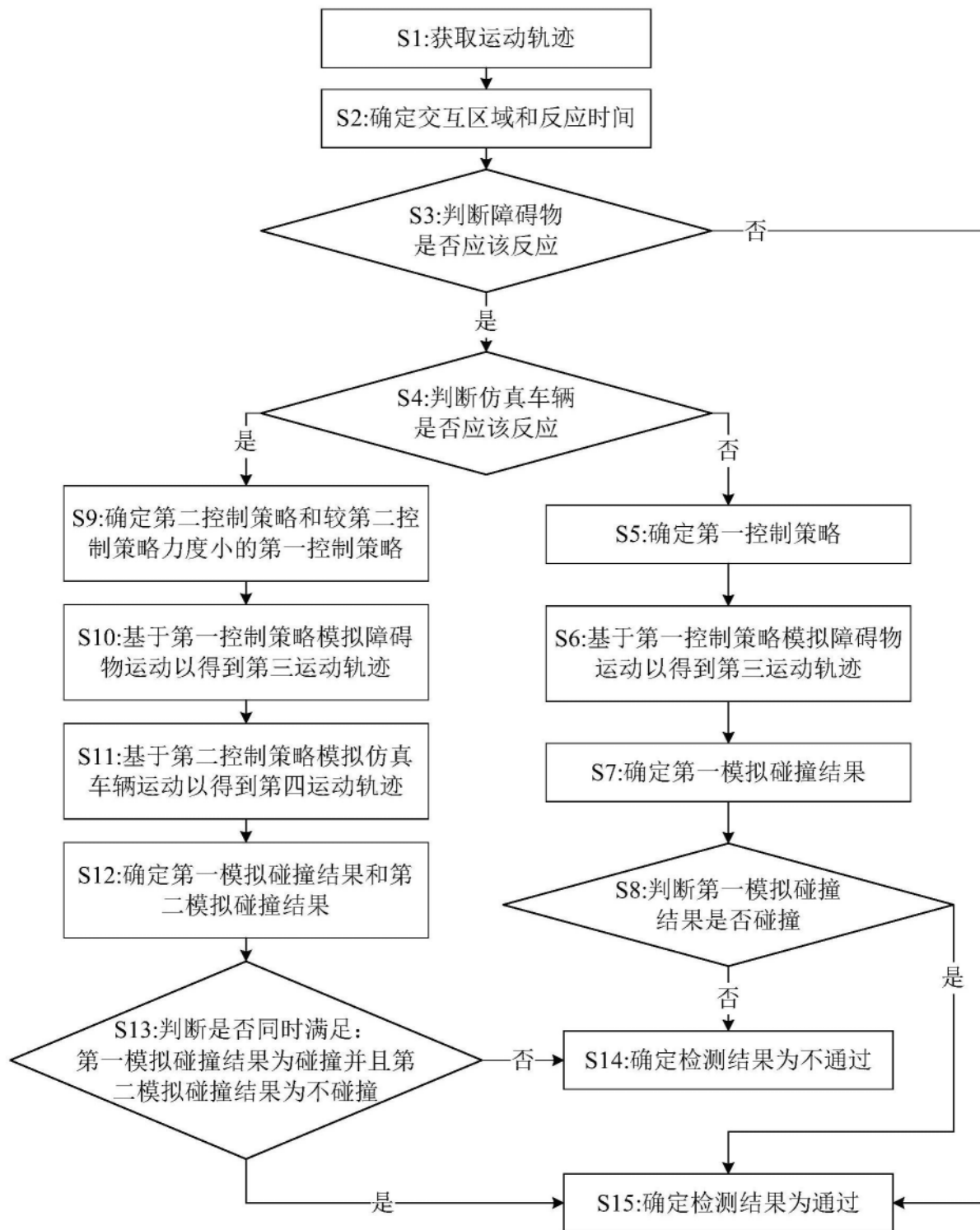


图5

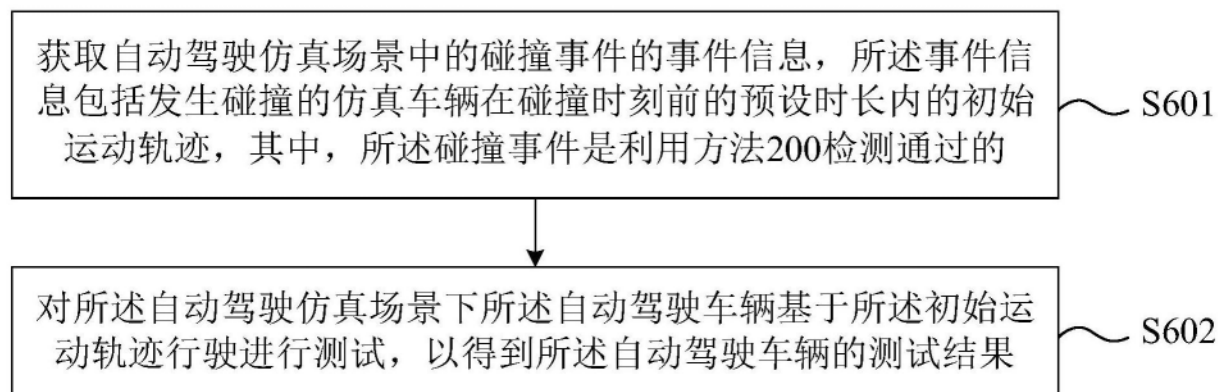
600

图6

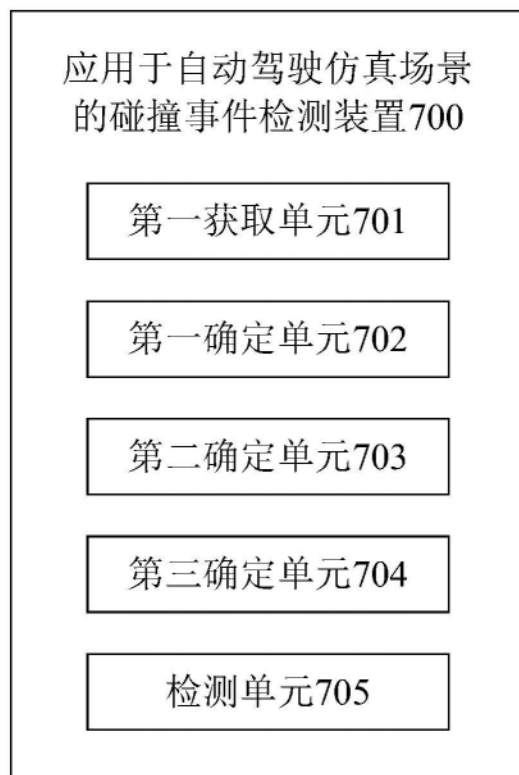


图7

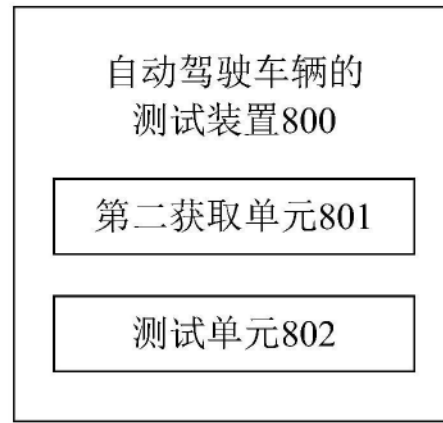


图8

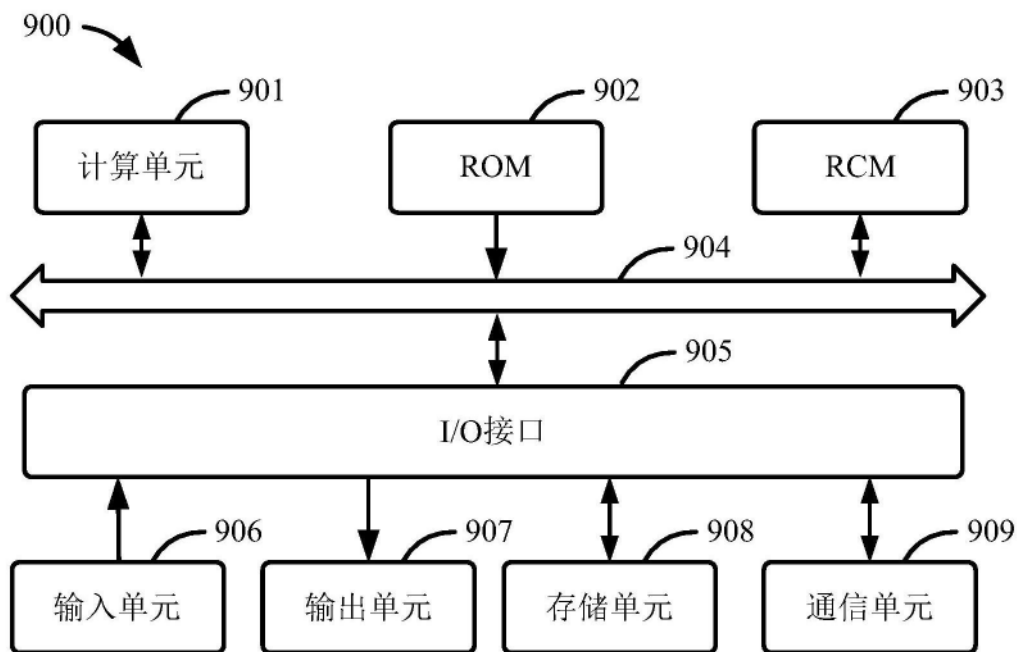


图9