



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115497322 A

(43) 申请公布日 2022. 12. 20

(21) 申请号 202211194239.8

(22) 申请日 2022.09.28

(71) 申请人 广州文远知行科技有限公司
地址 510005 广东省广州市黄埔区广州国际生物岛螺旋大道68号合景科盛广场A栋地上第16层01、02、03、04单元

(72) 发明人 卢天明 林腾波 韩旭

(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 苏舒音

(51) Int. Cl.
G08G 1/0968 (2006.01)
G08G 1/0967 (2006.01)
G08G 1/16 (2006.01)
G08G 1/01 (2006.01)

权利要求书3页 说明书15页 附图5页

(54) 发明名称

一种窄路会车方法、装置、设备及存储介质

(57) 摘要

本发明公开了一种窄路会车方法、装置、设备及存储介质。本发明规划自行车从自行车的当前位置行驶至狭窄路段边缘的避让空间的第一轨迹，预测对向车从对向车的当前位置行驶至避让空间的第二轨迹，推算对向车行驶至自行车的当前位置过程中，为了等待自行车行驶至避让空间造成的第一延迟时间，推算自行车行驶至对向车的当前位置过程中，为了等待对向车行驶至避让空间造成的第二延迟时间，基于第一延迟时间和第二延迟时间确定会车策略，避免会车双方卡死，造成交通拥堵的情况。此外，通过比对为了等待自行车行驶至避让空间造成的第一延迟时间和为了等待对向车行驶至避让空间造成的第二延迟时间，选择延迟时间最少的会车策略，提高了会车效率。



1. 一种窄路会车方法,其特征在于,包括:

基于自车的当前状态和环境信息,规划所述自车从所述自车的当前位置行驶至狭窄路段边缘的避让空间的第一轨迹;

基于对向车的当前状态和环境信息,预测所述对向车从所述对向车的当前位置行驶至所述避让空间的第二轨迹;

基于所述对向车的当前状态、环境信息和所述第一轨迹,推算所述对向车行驶至所述自车的当前位置过程中,为了等待所述自车行驶至所述避让空间造成的第一延迟时间;

基于所述自车的当前状态、环境信息和所述第二轨迹,推算所述自车行驶至所述对向车的当前位置过程中,为了等待所述对向车行驶至所述避让空间造成的第二延迟时间;

基于所述第一延迟时间和所述第二延迟时间确定会车策略,所述会车策略包括所述自车行驶至所述避让空间,或所述对向车行驶至所述避让空间。

2. 根据权利要求1所述的窄路会车方法,其特征在于,在基于自车的当前状态和环境信息,规划所述自车从所述自车的当前位置行驶至狭窄路段边缘的避让空间的第一轨迹之前,还包括:

获取环境传感器采集的环境信息;

基于所述环境信息确定自车进入狭窄路段;

判断所述狭窄路段的边缘是否具有可供自车或对向车避让的避让空间;

在所述狭窄路段的边缘具有可供自车或对向车避让的避让空间时,基于自车的当前状态和环境信息,规划所述自车从所述自车的当前位置行驶至狭窄路段边缘的避让空间的第一轨迹的步骤。

3. 根据权利要求1所述的窄路会车方法,其特征在于,基于自车的当前状态和环境信息,规划所述自车从所述自车的当前位置行驶至狭窄路段边缘的避让空间的第一轨迹,包括:

以自车的当前状态、环境信息和自车到狭窄路段边缘的避让空间的距离为约束,采用路径规划算法,规划所述自车从所述自车的当前位置行驶至所述避让空间的第一轨迹。

4. 根据权利要求1所述的窄路会车方法,其特征在于,基于对向车的当前状态和环境信息,预测所述对向车从所述对向车的当前位置行驶至所述避让空间的第二轨迹,包括:

以对向车的当前状态、环境信息和对向车到狭窄路段边缘的避让空间的距离为约束,采用路径规划算法,预测所述对向车从所述对向车的当前位置行驶至所述避让空间的第二轨迹。

5. 根据权利要求1-4任一所述的窄路会车方法,其特征在于,基于所述对向车的当前状态、环境信息和所述第一轨迹,推算所述对向车行驶至所述自车的当前位置过程中,为了等待所述自车行驶至所述避让空间造成的第一延迟时间,包括:

以所述对向车的当前状态、环境信息、所述对向车的当前位置与所述自车的当前位置之间的距离为约束,在不考虑所述自车对所述对向车的轨迹影响的情况下,预测所述对向车行驶至所述自车的当前位置的第三轨迹;

基于所述第三轨迹,推算所述对向车行驶至所述自车的当前位置所需的第一时长;

以所述对向车的当前状态、环境信息、所述自车的第一轨迹、所述对向车的当前位置与所述自车的当前位置之间的距离为约束,在考虑所述自车对所述对向车的轨迹影响的情况

下,预测所述对向车行驶至所述自车的当前位置的第四轨迹;

基于所述第四轨迹,推算所述对向车行驶至所述自车的当前位置所需的第二时长;

计算所述第二时长与所述第一时长的差值,得到所述对向车行驶至所述自车的当前位置过程中,为了等待所述自车行驶至所述避让空间造成的第一延迟时间。

6. 根据权利要求1-4任一所述的窄路会车方法,其特征在于,基于所述自车的当前状态、环境信息和所述第二轨迹,推算所述自车行驶至所述对向车的当前位置过程中,为了等待所述对向车行驶至所述避让空间造成的第二延迟时间,包括:

以所述自车的当前状态、环境信息、所述自车的当前位置与所述对向车的当前位置之间的距离为约束,在不考虑所述对向车对所述自车的轨迹影响的情况下,规划所述自车行驶至所述对向车的当前位置的第五轨迹;

基于所述第五轨迹,推算所述自车行驶至所述对向车的当前位置所需的第三时长;

以所述自车的当前状态、环境信息、所述对向车的第二轨迹、所述对向车的当前位置与所述自车的当前位置之间的距离为约束,在考虑所述对向车对所述自车的轨迹影响的情况下,规划所述自车行驶至所述对向车的当前位置的第六轨迹;

基于所述第六轨迹,推算所述自车行驶至所述对向车的当前位置所需的第四时长;

计算所述第四时长与所述第三时长的差值,得到所述自车行驶至所述对向车的当前位置过程中,为了等待所述对向车行驶至所述避让空间造成的第二延迟时间。

7. 根据权利要求1-4任一所述的窄路会车方法,其特征在于,基于所述第一延迟时间和所述第二延迟时间确定会车策略,包括:

将所述第一延迟时间和所述第二延迟时间进行比对;

若所述第一延迟时间大于所述第二延迟时间,则确定会车策略为:所述对向车行驶至所述避让空间;

若所述第一延迟时间小于所述第二延迟时间,则确定会车策略为:所述自车行驶至所述避让空间。

8. 根据权利要求7所述的窄路会车方法,其特征在于,在将所述第一延迟时间和所述第二延迟时间进行比对之前,还包括:

确定影响会车策略的影响因子,所述影响因子包括路权和车型;

将所述影响因子折算为惩罚时间,并采用所述惩罚时间修正所述第一延迟时间和所述第二延迟时间。

9. 一种窄路会车装置,其特征在于,包括:

第一轨迹规划模块,用于基于自车的当前状态和环境信息,规划所述自车从所述自车的当前位置行驶至狭窄路段边缘的避让空间的第一轨迹;

第二轨迹预测模块,用于基于对向车的当前状态和环境信息,预测所述对向车从所述对向车的当前位置行驶至所述避让空间的第二轨迹;

第一延迟时间推算模块,用于基于所述对向车的当前状态、环境信息和所述第一轨迹,推算所述对向车行驶至所述自车的当前位置过程中,为了等待所述自车行驶至所述避让空间造成的第一延迟时间;

第二延迟时间推算模块,用于基于所述自车的当前状态、环境信息和所述第二轨迹,推算所述自车行驶至所述对向车的当前位置过程中,为了等待所述对向车行驶至所述避让空

间造成的第二延迟时间；

会车策略确定模块，用于基于所述第一延迟时间和所述第二延迟时间确定会车策略，所述会车策略包括所述自车行驶至所述避让空间，或所述对向车行驶至所述避让空间。

10. 一种电子设备，其特征在于，包括：

一个或多个处理器；

存储器，用于存储一个或多个程序；

当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行，使得所述一个或多个处理器实现如权利要求1-8中任一所述的窄路会车方法。

11. 一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，其特征在于，该程序被处理器执行时实现如权利要求1-8中任一所述的窄路会车方法。

一种窄路会车方法、装置、设备及存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及无人驾驶技术,尤其涉及一种窄路会车方法、装置、设备及存储介质。

背景技术

[0002] 自动驾驶车辆(自车)是一种新型智能汽车,通过搭载的传感器对其周围环境进行感知,采集环境信息,通过控制装置(即,车载智能大脑)对环境信息进行精准的计算分析,并最终通过向ECU(Electronic Control Unit,电子控制单元)发出指令来分别控制无人驾驶车辆中的不同设备,从而实现车辆的全自动运行,达到自动驾驶的目的。

[0003] 要实现L4及以上级别的自动驾驶,需要通过强大的算法处理更多、更复杂的场景,其中,窄路会车场景是L4级别自动驾驶决策规划算法中最为复杂的场景之一。

[0004] 窄路会车场景是在一段道路上,相向行驶的两辆车无法并行会车的场景。例如,本车道存在多辆沿路停放的违停车辆,自车需要借道对向车的车道,从而形成窄路会车场景,或者,对向车道存在多辆沿路停放的违停车辆,对向车需要借道本车道,从而形成窄路会车场景。在该场景下,若自车和对向车驶入狭窄路段,容易导致自车和对向车卡死,造成交通拥堵。

发明内容

[0005] 本发明提供一种窄路会车方法、装置、设备及存储介质,以避免窄路会车双方卡死的情况,提高会车效率。

[0006] 第一方面,本发明提供了一种窄路会车方法,包括:

[0007] 基于自车的当前状态和环境信息,规划所述自车从所述自车的当前位置行驶至狭窄路段边缘的避让空间的第一轨迹;

[0008] 基于对向车的当前状态和环境信息,预测所述对向车从所述对向车的当前位置行驶至所述避让空间的第二轨迹;

[0009] 基于所述对向车的当前状态、环境信息和所述第一轨迹,推算所述对向车行驶至所述自车的当前位置过程中,为了等待所述自车行驶至所述避让空间造成的第一延迟时间;

[0010] 基于所述自车的当前状态、环境信息和所述第二轨迹,推算所述自车行驶至所述对向车的当前位置过程中,为了等待所述对向车行驶至所述避让空间造成的第二延迟时间;

[0011] 基于所述第一延迟时间和所述第二延迟时间确定会车策略,所述会车策略包括所述自车行驶至所述避让空间,或所述对向车行驶至所述避让空间。

[0012] 可选的,在基于自车的当前状态和环境信息,规划所述自车从所述自车的当前位置行驶至狭窄路段边缘的避让空间的第一轨迹之前,还包括:

[0013] 获取环境传感器采集的环境信息;

[0014] 基于所述环境信息确定自车进入狭窄路段;

[0015] 判断所述狭窄路段的边缘是否具有可供自车或对向车避让的避让空间；

[0016] 在所述狭窄路段的边缘具有可供自车或对向车避让的避让空间时,基于自车的当前状态和环境信息,规划所述自车从所述自车的当前位置行驶至狭窄路段边缘的避让空间的第一轨迹的步骤。

[0017] 可选的,基于自车的当前状态和环境信息,规划所述自车从所述自车的当前位置行驶至狭窄路段边缘的避让空间的第一轨迹,包括:

[0018] 以自车的当前状态、环境信息和自车到狭窄路段边缘的避让空间的距离为约束,采用路径规划算法,规划所述自车从所述自车的当前位置行驶至所述避让空间的第一轨迹。

[0019] 可选的,基于对向车的当前状态和环境信息,预测所述对向车从所述对向车的当前位置行驶至所述避让空间的第二轨迹,包括:

[0020] 以对向车的当前状态、环境信息和对向车到狭窄路段边缘的避让空间的距离为约束,采用路径规划算法,预测所述对向车从所述对向车的当前位置行驶至所述避让空间的第二轨迹。

[0021] 可选的,基于所述对向车的当前状态、环境信息和所述第一轨迹,推算所述对向车行驶至所述自车的当前位置过程中,为了等待所述自车行驶至所述避让空间造成的第一延迟时间,包括:

[0022] 以所述对向车的当前状态、环境信息、所述对向车的当前位置与所述自车的当前位置之间的距离为约束,在不考虑所述自车对所述对向车的轨迹影响的情况下,预测所述对向车行驶至所述自车的当前位置的第三轨迹;

[0023] 基于所述第三轨迹,推算所述对向车行驶至所述自车的当前位置所需的第一时长;

[0024] 以所述对向车的当前状态、环境信息、所述自车的第一轨迹、所述对向车的当前位置与所述自车的当前位置之间的距离为约束,在考虑所述自车对所述对向车的轨迹影响的情况下,预测所述对向车行驶至所述自车的当前位置的第四轨迹;

[0025] 基于所述第四轨迹,推算所述对向车行驶至所述自车的当前位置所需的第二时长;

[0026] 计算所述第二时长与所述第一时长的差值,得到所述对向车行驶至所述自车的当前位置过程中,为了等待所述自车行驶至所述避让空间造成的第一延迟时间。

[0027] 可选的,基于所述自车的当前状态、环境信息和所述第二轨迹,推算所述自车行驶至所述对向车的当前位置过程中,为了等待所述对向车行驶至所述避让空间造成的第二延迟时间,包括:

[0028] 以所述自车的当前状态、环境信息、所述自车的当前位置与所述对向车的当前位置之间的距离为约束,在不考虑所述对向车对所述自车的轨迹影响的情况下,规划所述自车行驶至所述对向车的当前位置的第五轨迹;

[0029] 基于所述第五轨迹,推算所述自车行驶至所述对向车的当前位置所需的第三时长;

[0030] 以所述自车的当前状态、环境信息、所述对向车的第二轨迹、所述对向车的当前位置与所述自车的当前位置之间的距离为约束,在考虑所述对向车对所述自车的轨迹影响的

情况下,规划所述自车行驶至所述对向车的当前位置的第六轨迹;

[0031] 基于所述第六轨迹,推算所述自车行驶至所述对向车的当前位置所需的第四时长;

[0032] 计算所述第四时长与所述第三时长的差值,得到所述自车行驶至所述对向车的当前位置过程中,为了等待所述对向车行驶至所述避让空间造成的第二延迟时间。

[0033] 可选的,基于所述第一延迟时间和所述第二延迟时间确定会车策略,包括:

[0034] 将所述第一延迟时间和所述第二延迟时间进行比对;

[0035] 若所述第一延迟时间大于所述第二延迟时间,则确定会车策略为:所述对向车行驶至所述避让空间;

[0036] 若所述第一延迟时间小于所述第二延迟时间,则确定会车策略为:所述自车行驶至所述避让空间。

[0037] 可选的,在将所述第一延迟时间和所述第二延迟时间进行比对之前,还包括:

[0038] 确定影响会车策略的影响因子,所述影响因子包括路权和车型;

[0039] 将所述影响因子折算为惩罚时间,并采用所述惩罚时间修正所述第一延迟时间和所述第二延迟时间。

[0040] 第二方面,本发明还提供了一种窄路会车装置,包括:

[0041] 第一轨迹规划模块,用于基于自车的当前状态和环境信息,规划所述自车从所述自车的当前位置行驶至狭窄路段边缘的避让空间的第一轨迹;

[0042] 第二轨迹预测模块,用于基于对向车的当前状态和环境信息,预测所述对向车从所述对向车的当前位置行驶至所述避让空间的第二轨迹;

[0043] 第一延迟时间推算模块,用于基于所述对向车的当前状态、环境信息和所述第一轨迹,推算所述对向车行驶至所述自车的当前位置过程中,为了等待所述自车行驶至所述避让空间造成的第一延迟时间;

[0044] 第二延迟时间推算模块,用于基于所述自车的当前状态、环境信息和所述第二轨迹,推算所述自车行驶至所述对向车的当前位置过程中,为了等待所述对向车行驶至所述避让空间造成的第二延迟时间;

[0045] 会车策略确定模块,用于基于所述第一延迟时间和所述第二延迟时间确定会车策略,所述会车策略包括所述自车行驶至所述避让空间,或所述对向车行驶至所述避让空间。

[0046] 第三方面,本发明还提供了一种电子设备,包括:

[0047] 一个或多个处理器;

[0048] 存储器,用于存储一个或多个程序;

[0049] 当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行,使得所述一个或多个处理器实现如本发明第一方面提供的窄路会车方法。

[0050] 第四方面,本发明还提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时实现如本发明第一方面提供的窄路会车方法。

[0051] 本发明提供的窄路会车方法,基于自车的当前状态和环境信息,规划自车从自车的当前位置行驶至狭窄路段边缘的避让空间的第一轨迹,基于对向车的当前状态和环境信息,预测对向车从对向车的当前位置行驶至避让空间的第二轨迹,基于对向车的当前状态、环境信息和第一轨迹,推算对向车行驶至自车的当前位置过程中,为了等待自车行驶至避

让空间造成的第一延迟时间,基于自车的当前状态、环境信息和第二轨迹,推算自车行驶至对向车的当前位置过程中,为了等待对向车行驶至避让空间造成的第二延迟时间,基于第一延迟时间和第二延迟时间确定会车策略,会车策略包括自车行驶至避让空间,或对向车行驶至避让空间,避免会车双方卡死,造成交通拥堵的情况。此外,通过比对为了等待自车行驶至避让空间造成的第一延迟时间和为了等待对向车行驶至避让空间造成的第二延迟时间,选择延迟时间最少的会车策略,提高了会车效率。

[0052] 应当理解,本部分所描述的内容并非旨在标识本发明的实施例的关键或重要特征,也不用于限制本发明的范围。本发明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

[0053] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0054] 图1为本发明实施例提供的一种窄路会车方法的流程图;

[0055] 图2为本发明实施例提供的一种窄路会车场景的示意图;

[0056] 图3为本发明实施例提供的另一种窄路会车场景的示意图;

[0057] 图4为本发明实施例提供的另一种窄路会车场景的示意图;

[0058] 图5为本发明实施例提供的一种路径规划过程示意图;

[0059] 图6为本发明实施例提供的一种会车轨迹示意图;

[0060] 图7为本发明实施例提供的一种会车轨迹示意图;

[0061] 图8为本发明实施例提供的一种窄路会车装置的结构示意图;

[0062] 图9为本发明的实施例提供的一种电子设备的结构示意图。

具体实施方式

[0063] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分的实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本发明保护的范围。

[0064] 需要说明的是,本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0065] 图1为本发明实施例提供的一种窄路会车方法的流程图,本实施例可适用于自动驾驶车辆与对向来车在狭窄路段的窄路会车场景,该方法可以由本发实施例提供的窄路会

车装置来执行,该装置可以由软件和/或硬件的方式实现,通常配置于电子设备中,示例性的,该电子设备可以是自动驾驶车辆自身搭载的计算机设备,也可以是位于远程端的计算机设备(例如,服务器),本发明实施例在此不做限定。如图1所示,窄路会车方法具体包括如下步骤:

[0066] S101、基于自车的当前状态和环境信息,规划自车从自车的当前位置行驶至狭窄路段边缘的避让空间的第一轨迹。

[0067] 图2为本发明实施例提供的一种窄路会车场景的示意图,图3为本发明实施例提供的另一种窄路会车场景的示意图,图4为本发明实施例提供的另一种窄路会车场景的示意图。本发明实施例应用的场景包括:如图2所示,道路本身比较狭窄,相向行驶的自车e和对向车o无法并行会车,或者,如图3所示,道路本身可供相向行驶的两辆车并行会车,但是,本车道(自车e正常行驶时所在的车道)存在多辆沿路停放的违停车辆,自车e为了避让违停车辆需要借道对向车o的车道,从而形成狭窄路段,或者,如图4所示,对向车道存在多辆沿路停放的违停车辆,对向车o为了避让违停车辆需要借道自车e的车道,从而形成狭窄路段。如图2-图4所示,本发明实施例中,狭窄路段的边缘存在可供自车或对向车避让的避让空间H,其中,图2中避让空间为道路建设时预留的会车避让点,图3和图4中避让空间为相邻的两辆违停车辆之间的空隙。当然,本发明实施例中的窄路会车场景也包括其他原因形成的狭窄路段,例如,因道路临时部分围闭形成的狭窄路段,本发明实施例在此不做限定。需要说明的是,在本发明实施例中,对向车可以包括机动车辆或非机动车辆,本发明实施例在此不做限定。

[0068] 在本发明实施例中,自车和对向车进入狭窄路段后,自车上搭载的传感器实时采集自车的状态、环境信息和对向车的状态。其中,自车的状态可以包括自车的位置、速度、加速度、车头朝向等,自车的状态可以通过自车上搭载的状态传感器获取,状态传感器可以包括卫星定位器、陀螺仪等。环境信息可以通过自车搭载的环境传感器获取,环境传感器可以包括摄像头、激光雷达等。对向车的状态可以包括对向车的位置、速度、加速度、车头朝向等,对向车的状态可以通过自车上搭载的环境传感器获取。

[0069] 在本发明实施例中,基于自车的当前状态和环境信息,在不考虑对向车对自车的影响的情况下,规划自车从自车的当前位置行驶至狭窄路段边缘的避让空间的第一轨迹。以图4所示的场景为示例,第一轨迹如图4中的L1所示。

[0070] 示例性的,在本发明的一些实施例中,以自车的当前状态、环境信息和自车到狭窄路段边缘的避让空间的距离为约束,采用路径规划算法,规划自车从自车的当前位置行驶至避让空间的第一轨迹。第一轨迹的表达式如下:

[0071] $X_{es} = \text{fun}(xe_0, \text{env}, s_e)$

[0072] 其中, X_{es} 为第一轨迹, $\text{fun}()$ 为路径规划算法, xe_0 为自车在当前时刻 t_0 的当前状态, env 为环境信息, s_e 为自车到狭窄路段边缘的避让空间的距离。在本发明实施例中,路径规划算法可以包括搜索算法和二次优化算法,本发明实施例在此不做限定。搜索算法可以包括A*算法、Dijkstra算法、D*算法等,本发明实施例在此不做限定。

[0073] 在本发明实施例中,以搜算法为例,针对要进行搜索或者优化的问题进行抽象,设计搜索空间。例如对于自车的路径搜索,可以在三维空间搜索: $\{x, y, r\}$ 其中x和y是二维坐标,r是车头朝向角度。在这个空间中,每一个坐标点 (x, y, r) 成为这个空间中的一个状态。

搜索问题可以大概抽象为:已知自车车的初始状态 $n_{start} = (x_s, y_s, r_s)$,和目标状态 $n_{goal} = (x_g, y_g, r_g)$,在满足安全条件下,搜索一条最优化的路径。对于安全条件,可以将世界障碍物投射到搜索空间得到对应的状态集合,搜索的路径包含的状态不能和障碍物集合有相交。对于优化条件,可以定义路径最短,打方向少等条件。

[0074] 图5为本发明实施例提供的一种路径规划过程示意图,示例性的,在本发明实施例中,以A*算法为示例,对本发明实施例中的路径规划过程进行示例性说明,如图5所示,设初始状态为 n_0 ,从 n_0 开始,利用车的模型(车的长宽,轴距等参数),推演 n_0 到 n_{11} 、 n_{12} 、和 n_{13} 的路径,即搜索的第一层level1,其中, n_{11} 是从 n_0 开始,方向盘向左打预设角度(例如 5°),行驶预设距离(例如1米)得到的状态, n_{12} 是从 n_0 开始,方向盘维持 n_0 的状态,行驶预设距离(例如1米)得到的状态, n_{13} 是从 n_0 开始,方向盘向右打预设角度(例如 5°),行驶预设距离(例如1米)得到的状态。将 n_{11} 、 n_{12} 、 n_{13} 放到一个优先队列中,这个队列会根据设置的最优条件,推荐当前队列中最有希望构建最优路径的状态,如图5所示,判断队列中当前最优状态是 n_{12} 。然后,以 n_{12} 为初始状态,重复上述过程,得到level2、level3、 \dots 、levelm的路径和状态,直至搜索树状结构覆盖了避让空间goal region,即搜索过程结束。上述各搜索层的最优路径的组合构成自车从自车的当前位置行驶至避让空间的第一轨迹。

[0075] 在本发明的一些实施例中,在执行步骤S101、基于自车的当前状态和环境信息,规划自车从自车的当前位置行驶至狭窄路段边缘的避让空间的第一轨迹之前,还可以对自车采集的环境信息进行处理,判断自车当前是否处于带有避让空间的窄路会车场景,若是,则继续执行步骤S101,若否,则结束流程。示例性的,判断自车当前是否处于带有避让空间的窄路会车场景包括如下步骤:

[0076] 1、获取环境传感器采集的环境信息。

[0077] 通过自车上搭载的环境传感器持续获取自车周边的环境信息。

[0078] 2、基于环境信息确定自车进入狭窄路段。

[0079] 示例性的,对于道路本身比较狭窄的情况,可以基于环境信息确定道路两边的边界线,然后计算两边界线之间距离。计算对向车的车宽和自车的车宽之和是否大于两边界线之间距离,若是,则确定自车进入狭窄路段。

[0080] 示例性的,对于道路本身可供相向行驶的两辆车并行会车,但是其中一个车道被违停车辆占用的情况,可以基于环境信息确定未被占用的车道的边界线,并对多辆违停车辆靠近道路中心线的一侧的轮廓线进行拟合,得到拟合直线,然后计算拟合直线与边界线之间距离。计算对向车的车宽和自车的车宽之和是否大于拟合直线与边界线之间距离,若是,则确定自车进入狭窄路段。

[0081] 3、判断狭窄路段的边缘是否具有可供自车或对向车避让的避让空间。

[0082] 在确定自车进入狭窄路段之后,基于环境信息确定判断狭窄路段的边缘是否具有可供自车或对向车避让的避让空间。示例性的,基于环境信息确定违停车辆的轮廓,然后计算相邻的两辆违停车辆的轮廓之间的间隙是否大于自车和对向车的车长。若是,则确定窄路段的边缘具有可供自车或对向车避让的避让空间,继续执行步骤S101,若否,则说明窄路段的边缘不具有可供自车或对向车避让的避让空间,流程结束。

[0083] S102、基于对向车的当前状态和环境信息,预测对向车从对向车的当前位置行驶至避让空间的第二轨迹。

[0084] 在本发明实施例中,基于对向车的当前状态和环境信息,在不考虑自车的影响的情况下,预测对向车从对向车的当前位置行驶至狭窄路段边缘的避让空间的第二轨迹。以图4所示的场景为示例,第二轨迹如图4中的L2所示。

[0085] 示例性的,在本发明的一些实施例中,以对向车的当前状态、环境信息和对向车到狭窄路段边缘的避让空间的距离为约束,采用路径规划算法,预测对向车从对向车的当前位置行驶至避让空间的第二轨迹。第二轨迹的表达式如下:

$$[0086] \quad X_{os} = \text{fun}(x_{o_0}, \text{env}, s_0)$$

[0087] 其中, X_{os} 为第二轨迹, $\text{fun}()$ 为路径规划算法, x_{o_0} 为对向车在当前时刻 t_0 的当前状态, env 为环境信息, s_0 为对向车到狭窄路段边缘的避让空间的距离。在本发明实施例中,路径规划算法可以包括搜索算法和二次优化算法,本发明实施例在此不做限定。搜索算法可以包括A*算法、Dijkstra算法、D*算法等,本发明实施例在此不做限定。搜索算法在前述实施例中规划自车从自车的当前位置行驶至避让空间的第一轨迹中已有详细介绍,预测对向车从对向车的当前位置行驶至避让空间的第二轨迹与之类似,本发明实施例在此不再赘述。

[0088] S103、基于对向车的当前状态、环境信息和第一轨迹,推算对向车行驶至自车的当前位置过程中,为了等待自车行驶至避让空间造成的第一延迟时间。

[0089] 示例性的,在本发明实施例中,基于对向车的当前状态、环境信息和对向车的当前位置与自车的当前位置之间的距离,在不考虑自车对对向车的轨迹影响的情况下,推算对向车行驶至自车的当前位置所需的第一时长。在实际会车过程中,若自车行驶至避让空间,则会出现对向车需要减速,等待自车进入避让空间后,方能通行的情况,即自车的时空轨迹(即第一轨迹)会对对向车的行驶造成影响。因此,在本发明实施例中,基于对向车的当前状态、环境信息、第一轨迹和对向车的当前位置与自车的当前位置之间的距离,在考虑自车的第一轨迹对对向车的轨迹影响的情况下,推算对向车行驶至自车的当前位置所需的第一时长。然后,计算第二时长与第一时长的差值,得到对向车行驶至自车的当前位置过程中,为了等待自车行驶至避让空间造成的第一延迟时间。

[0090] 示例性的,在本发明的一些实施例中,推算第一时长和第二时长的过程如下:

[0091] 1、以对向车的当前状态、环境信息、对向车的当前位置与自车的当前位置之间的距离为约束,在不考虑自车对对向车的轨迹影响的情况下,预测对向车行驶至自车的当前位置的第三轨迹。

[0092] 示例性的,在本发明的一些实施例中,以对向车的当前状态、环境信息和对向车的当前位置与自车的当前位置之间的距离为约束,采用路径规划算法,预测对向车从对向车的当前位置行驶至自车的当前位置的第三轨迹。第三轨迹的表达式如下:

$$[0093] \quad X_{os1} = \text{fun}(x_{o_0}, \text{env}, s(x_{e_0}, x_{o_0}))$$

[0094] 其中, X_{os1} 为第三轨迹, $\text{fun}()$ 为路径规划算法, x_{o_0} 为对向车在当前时刻 t_0 的当前状态, env 为环境信息, $s(x_{e_0}, x_{o_0})$ 为对向车的当前位置到自车的当前位置的距离。在本发明实施例中,路径规划算法可以包括搜索算法和二次优化算法,本发明实施例在此不做限定。搜索算法可以包括A*算法、Dijkstra算法、D*算法等,本发明实施例在此不做限定。搜索算法在前述实施例中规划自车从自车的当前位置行驶至避让空间的第一轨迹中已有详细介绍,预测对向车从对向车的当前位置行驶至自车的当前位置的第三轨迹与之类似,本发明

实施例在此不再赘述。

[0095] 2、基于第三轨迹,推算对向车行驶至自车的当前位置所需的第一时长。

[0096] 在本发明实施例中,规划的轨迹实质是车辆在不同时刻的状态的集合,例如,第三轨迹可以表示为 $X_{os1} = \{x_{os1-i} | i=0,1,\dots,n\}$, x_{os1-i} ,即为对向车在*i*时刻的状态,其中*n*为自然数。因此,在不考虑自车对对向车的轨迹影响的情况下,对向车行驶至自车的当前位置所需的第一时长即为第三轨迹中对向车最终状态对应的时刻减去当前状态对应的时刻。

[0097] 3、以对向车的当前状态、环境信息、自车的第一轨迹、对向车的当前位置与自车的当前位置之间的距离为约束,在考虑自车对对向车的轨迹影响的情况下,预测对向车行驶至自车的当前位置的第四轨迹。

[0098] 如前文所述,在实际会车过程中,若自车行驶至避让空间,则对向车需要减速,等待自车进入避让空间后方能通行,即自车的时空轨迹(即第一轨迹)会对对向车的行驶造成影响。图6为本发明实施例提供的一种会车轨迹示意图,如图6所示,以对向车的当前状态、环境信息、自车的第一轨迹L1、对向车的当前位置与自车的当前位置之间的距离为约束,在考虑自车对对向车的轨迹影响的情况下,预测对向车行驶至自车的当前位置的第四轨迹L4。第四轨迹的表达式如下:

[0099] $X_{os2} = \text{fun}(x_{o0}, \text{env} + X_{es}, s(x_{e0}, x_{o0}))$

[0100] 其中, X_{os2} 为第四轨迹, $\text{fun}()$ 为路径规划算法, x_{o0} 为对向车在当前时刻 t_0 的当前状态, env 为环境信息, X_{es} 为自车的第一轨迹, $s(x_{e0}, x_{o0})$ 为对向车的当前位置到自车的当前位置的距离。在本发明实施例中,路径规划算法可以包括搜索算法和二次优化算法,本发明实施例在此不做限定。搜索算法可以包括A*算法、Dijkstra算法、D*算法等,本发明实施例在此不做限定。搜索算法在前述实施例中规划自车从自车的当前位置行驶至避让空间的第一轨迹中已有详细介绍,预测对向车从对向车的当前位置行驶至自车的当前位置的第四轨迹与之类似,本发明实施例在此不再赘述。

[0101] 4、基于第四轨迹,推算对向车行驶至自车的当前位置所需的第二时长。

[0102] 如前文所述,规划的轨迹实质是车辆在不同时刻的状态的集合,因此,对向车行驶至自车的当前位置所需的第二时长即为第四轨迹中对向车最终状态对应的时刻减去当前状态对应的时刻。

[0103] 在本发明实施例中,第一延迟时间可采用以下表达式表示:

[0104] $t_{o_21} = \text{time_diff}(X_{os2}, X_{os1})$

[0105] 其中, t_{o_21} 为第一延迟时间, $\text{time_diff}(X_{os2}, X_{os1})$ 表示基于第四轨迹计算的第二时长与基于第三轨迹计算的第一时长的差值。

[0106] S104、基于自车的当前状态、环境信息和第二轨迹,推算自车行驶至对向车的当前位置过程中,为了等待对向车行驶至避让空间造成的第二延迟时间。

[0107] 示例性的,在本发明实施例中,基于自车的当前状态、环境信息和自车的当前位置与对向车的当前位置之间的距离,在不考虑对向车对对自车的轨迹影响的情况下,推算自车行驶至对向车的当前位置所需的第三时长。在实际会车过程中,若对向车行驶至避让空间,则会出现自车需要减速,等待对向车进入避让空间后,方能通行的情况,即对向车的时空轨迹(即第二轨迹)会对自车的行驶造成影响。因此,在本发明实施例中,基于自车的当前状态、环境信息、第二轨迹和自车的当前位置与对向车的当前位置之间的距离,在考虑对向

车的第二轨迹对自车的轨迹影响的情况下,推算自车行驶至对向车的当前位置所需的第四时长。然后,计算第四时长与第三时长的差值,得到自车行驶至对向车的当前位置过程中,为了等待对向车行驶至避让空间造成的第二延迟时间。

[0108] 示例性的,在本发明的一些实施例中,推算第三时长和第四时长的过程如下:

[0109] 1、以自车的当前状态、环境信息、自车的当前位置与对向车的当前位置之间的距离为约束,在不考虑对向车对自车的轨迹影响的情况下,规划自车行驶至对向车的当前位置的第五轨迹。

[0110] 示例性的,在本发明的一些实施例中,以自车的当前状态、环境信息和自车的当前位置与对向车的当前位置之间的距离为约束,采用路径规划算法,规划自车从当前位置行驶至对向车的当前位置的第五轨迹。第五轨迹的表达式如下:

[0111] $X_{es1} = \text{fun}(xe_0, env, s(xe_0, xo_0))$

[0112] 其中, X_{es1} 为第五轨迹, $\text{fun}()$ 为路径规划算法, xe_0 为自车在当前时刻 t_0 的当前状态, env 为环境信息, $s(xe_0, xo_0)$ 为自车的当前位置到对向车的当前位置的距离。在本发明实施例中,路径规划算法可以包括搜索算法和二次优化算法,本发明实施例在此不做限定。搜索算法可以包括A*算法、Dijkstra算法、D*算法等,本发明实施例在此不做限定。搜索算法在前述实施例中规划自车从自车的当前位置行驶至避让空间的第一轨迹中已有详细介绍,规划自车从当前位置行驶至对向车的当前位置的第五轨迹与之类似,本发明实施例在此不再赘述。

[0113] 2、基于第五轨迹,推算自车行驶至对向车的当前位置所需的第三时长。

[0114] 如前文所述,规划的轨迹实质是车辆在不同时刻的状态的集合,因此,在不考虑对向车对自车的轨迹影响的情况下,自车行驶至对向车的当前位置所需的第三时长即为第五轨迹中自车最终状态对应的时刻减去当前状态对应的时刻。

[0115] 3、以自车的当前状态、环境信息、对向车的第二轨迹、对向车的当前位置与自车的当前位置之间的距离为约束,在考虑对向车对自车的轨迹影响的情况下,规划自车行驶至对向车的当前位置的第六轨迹。

[0116] 如前文所述,在实际会车过程中,若对向车行驶至避让空间,则自车需要减速,等待对向车进入避让空间后方能通行,即对向车的时空轨迹(即第二轨迹)会对自车的行驶造成影响。图7为本发明实施例提供的一种会车轨迹示意图,如图7所示,以自车的当前状态、环境信息、对向车的第二轨迹L2、对向车的当前位置与自车的当前位置之间的距离为约束,在考虑对向车对自车的轨迹影响的情况下,规划自车行驶至对向车的当前位置的第六轨迹L6。第六轨迹的表达式如下:

[0117] $X_{es2} = \text{fun}(xe_0, env + X_{os}, s(xe_0, so_0))$

[0118] 其中, X_{es2} 为第六轨迹, $\text{fun}()$ 为路径规划算法, xe_0 为自车在当前时刻 t_0 的当前状态, env 为环境信息, X_{os} 为对向车的第二轨迹, $s(xe_0, so_0)$ 为对向车的当前位置到自车的当前位置的距离。在本发明实施例中,路径规划算法可以包括搜索算法和二次优化算法,本发明实施例在此不做限定。搜索算法可以包括A*算法、Dijkstra算法、D*算法等,本发明实施例在此不做限定。搜索算法在前述实施例中规划自车从自车的当前位置行驶至避让空间的第一轨迹中已有详细介绍,规划自车从当前位置行驶至对向车的当前位置的第六轨迹与之类似,本发明实施例在此不再赘述。

[0119] 4、基于第六轨迹,推算自车行驶至对向车的当前位置所需的第四时长。

[0120] 如前文所述,规划的轨迹实质是车辆在不同时刻的状态的集合,因此,自车行驶至对向车的当前位置所需的第四时长即为第六轨迹中自车最终状态对应的时刻减去当前状态对应的时刻。

[0121] 在本发明实施例中,第二延迟时间可采用以下表达式表示:

$$[0122] \quad t_{e_21} = \text{time_diff}(X_{es2}, X_{es1})$$

[0123] 其中, t_{e_21} 为第二延迟时间, $\text{time_diff}(X_{es2}, X_{es1})$ 表示基于第六轨迹计算的第四时长与基于第五轨迹计算的第三时长的差值。

[0124] S105、基于第一延迟时间和第二延迟时间确定会车策略,会车策略包括自车行驶至避让空间,或对向车行驶至避让空间。

[0125] 在本发明实施例中,如不考虑路权、车型等影响因子,将第一延迟时间和第二延迟时间进行比对,基于比对结果确定会车策略,从而确定是自车进入避让空间避让对向车,还是对向车进入避让空间避让自车。

[0126] 示例性的,在本发明实施例中,将第一延迟时间和第二延迟时间进行比对,若第一延迟时间大于第二延迟时间,说明自车行驶至避让空间造成对向车的时间延迟大于对向车行驶至避让空间造成自车的时间延迟,则确定会车策略为:对向车行驶至避让空间,从而尽可能地减少会车过程中造成的时间延迟,提高会车效率。若第一延迟时间小于第二延迟时间,说明自车行驶至避让空间造成对向车的时间延迟小于对向车行驶至避让空间造成自车的时间延迟,则确定会车策略为:自车行驶至避让空间,从而尽可能地减少会车过程中造成的时间延迟,提高会车效率。若第一延迟时间等于第二延迟时间,则采用两种会车策略中的任一会车策略。

[0127] 在本发明的一些实施例中,若考虑路权、车型等影响因子,则需要将影响因子折算为惩罚时间,并采用惩罚时间修正第一延迟时间和第二延迟时间。本发明实施例中,基于路权优先和大车(例如,货车、公交车等)优先原则,示例性的,若对向车无路权,则对向车行驶至自车的当前位置过程中,为了等待自车行驶至避让空间造成的第一延迟时间需要加上折算的惩罚时间(例如2s),若对向车为大车,则自车行驶至对向车的当前位置过程中,为了等待对向车行驶至避让空间造成的第二延迟时间需要加上折算的惩罚时间(例如1.5s)。在对第一延迟时间和第二延迟时间修正后,再执行上述比对第一延迟时间和第二延迟时间,确定会车策略的步骤。

[0128] 本发明实施例提供的窄路会车方法,基于自车的当前状态和环境信息,规划自车从自车的当前位置行驶至狭窄路段边缘的避让空间的第一轨迹,基于对向车的当前状态和环境信息,预测对向车从对向车的当前位置行驶至避让空间的第二轨迹,基于对向车的当前状态、环境信息和第一轨迹,推算对向车行驶至自车的当前位置过程中,为了等待自车行驶至避让空间造成的第一延迟时间,基于自车的当前状态、环境信息和第二轨迹,推算自车行驶至对向车的当前位置过程中,为了等待对向车行驶至避让空间造成的第二延迟时间,基于第一延迟时间和第二延迟时间确定会车策略,会车策略包括自车行驶至避让空间,或对向车行驶至避让空间,避免会车双方卡死,造成交通拥堵的情况。此外,通过比对为了等待自车行驶至避让空间造成的第一延迟时间和为了等待对向车行驶至避让空间造成的第二延迟时间,选择延迟时间最少的会车策略,提高了会车效率。

[0129] 本发明实施例还提供了一种窄路会车装置,图8为本发明实施例提供的一种窄路会车装置的结构示意图,如图8所示,窄路会车装置包括:

[0130] 第一轨迹规划模块201,用于基于自车的当前状态和环境信息,规划所述自车从所述自车的当前位置行驶至狭窄路段边缘的避让空间的第一轨迹;

[0131] 第二轨迹预测模块202,用于基于对向车的当前状态和环境信息,预测所述对向车从所述对向车的当前位置行驶至所述避让空间的第二轨迹;

[0132] 第一延迟时间推算模块203,用于基于所述对向车的当前状态、环境信息和所述第一轨迹,推算所述对向车行驶至所述自车的当前位置过程中,为了等待所述自车行驶至所述避让空间造成的第一延迟时间;

[0133] 第二延迟时间推算模块204,用于基于所述自车的当前状态、环境信息和所述第二轨迹,推算所述自车行驶至所述对向车的当前位置过程中,为了等待所述对向车行驶至所述避让空间造成的第二延迟时间;

[0134] 会车策略确定模块205,用于基于所述第一延迟时间和所述第二延迟时间确定会车策略,所述会车策略包括所述自车行驶至所述避让空间,或所述对向车行驶至所述避让空间。

[0135] 在本发明的一些实施例中,窄路会车装置还包括:

[0136] 环境信息获取模块,用于在基于自车的当前状态和环境信息,规划所述自车从所述自车的当前位置行驶至狭窄路段边缘的避让空间的第一轨迹之前,获取环境传感器采集的环境信息;

[0137] 狭窄路段确定模块,用于基于所述环境信息确定自车进入狭窄路段;

[0138] 判断模块,用于判断所述狭窄路段的边缘是否具有可供自车或对向车避让的避让空间;

[0139] 执行模块,用于在所述狭窄路段的边缘具有可供自车或对向车避让的避让空间时,基于自车的当前状态和环境信息,规划所述自车从所述自车的当前位置行驶至狭窄路段边缘的避让空间的第一轨迹的步骤。

[0140] 在本发明的一些实施例中,第一轨迹规划模块201用于:

[0141] 以自车的当前状态、环境信息和自车到狭窄路段边缘的避让空间的距离为约束,采用路径规划算法,规划所述自车从所述自车的当前位置行驶至所述避让空间的第一轨迹。

[0142] 在本发明的一些实施例中,第二轨迹预测模块202用于:

[0143] 以对向车的当前状态、环境信息和对向车到狭窄路段边缘的避让空间的距离为约束,采用路径规划算法,预测所述对向车从所述对向车的当前位置行驶至所述避让空间的第二轨迹。

[0144] 在本发明的一些实施例中,第一延迟时间推算模块203包括:

[0145] 第三轨迹预测单元,用于以所述对向车的当前状态、环境信息、所述对向车的当前位置与所述自车的当前位置之间的距离为约束,在不考虑所述自车对所述对向车的轨迹影响的情况下,预测所述对向车行驶至所述自车的当前位置的第三轨迹;

[0146] 第一时长推算单元,用于基于所述第三轨迹,推算所述对向车行驶至所述自车的当前位置所需的第一时长;

[0147] 第四轨迹预测单元,用于以所述对向车的当前状态、环境信息、所述自车的第一轨迹、所述对向车的当前位置与所述自车的当前位置之间的距离为约束,在考虑所述自车对所述对向车的轨迹影响的情况下,预测所述对向车行驶至所述自车的当前位置的第四轨迹;

[0148] 第二时长推算单元,用于基于所述第四轨迹,推算所述对向车行驶至所述自车的当前位置所需的第二时长;

[0149] 第一计算单元,用于计算所述第二时长与所述第一时长的差值,得到所述对向车行驶至所述自车的当前位置过程中,为了等待所述自车行驶至所述避让空间造成的第一延迟时间。

[0150] 在本发明的一些实施例中,第二延迟时间推算模块204包括:

[0151] 第五轨迹规划单元,用于以所述自车的当前状态、环境信息、所述自车的当前位置与所述对向车的当前位置之间的距离为约束,在不考虑所述对向车对所述自车的轨迹影响的情况下,规划所述自车行驶至所述对向车的当前位置的第五轨迹;

[0152] 第三时长推算单元,用于基于所述第五轨迹,推算所述自车行驶至所述对向车的当前位置所需的第三时长;

[0153] 第六轨迹规划单元,用于以所述自车的当前状态、环境信息、所述对向车的第二轨迹、所述对向车的当前位置与所述自车的当前位置之间的距离为约束,在考虑所述对向车对所述自车的轨迹影响的情况下,规划所述自车行驶至所述对向车的当前位置的第六轨迹;

[0154] 第四时长推算单元,用于基于所述第六轨迹,推算所述自车行驶至所述对向车的当前位置所需的第四时长;

[0155] 第二计算单元,用于计算所述第四时长与所述第三时长的差值,得到所述自车行驶至所述对向车的当前位置过程中,为了等待所述对向车行驶至所述避让空间造成的第二延迟时间。

[0156] 在本发明的一些实施例中,会车策略确定模块205包括:

[0157] 比对单元,用于将所述第一延迟时间和所述第二延迟时间进行比对;

[0158] 第一策略确定单元,用于若所述第一延迟时间大于所述第二延迟时间,则确定会车策略为:所述对向车行驶至所述避让空间;

[0159] 第二策略确定单元,用于若所述第一延迟时间小于所述第二延迟时间,则确定会车策略为:所述自车行驶至所述避让空间。

[0160] 在本发明的一些实施例中,会车策略确定模块205还包括:

[0161] 影响因子确定单元,用于在将所述第一延迟时间和所述第二延迟时间进行比对之前,确定影响会车策略的影响因子,所述影响因子包括路权和车型;

[0162] 修正单元,用于将所述影响因子折算为惩罚时间,并采用所述惩罚时间修正所述第一延迟时间和所述第二延迟时间。

[0163] 上述窄路会车装置可执行本发明实施例所提供的窄路会车方法,具备执行窄路会车方法相应的功能模块和有益效果。

[0164] 本发明实施例还提供了一种电子设备,图9为本发明的实施例提供的一种电子设备的结构示意图,该电子设备可以是自动驾驶车辆自身搭载的计算机设备,也可以是位于

远程端的计算机设备(例如,服务器),本发明实施例在此不做限定。电子设备旨在表示各种形式的数字计算机,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(如头盔、眼镜、手表等)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/或者要求的本发明的实现。

[0165] 如图9所示,电子设备10包括至少一个处理器11,以及与至少一个处理器11通信连接的存储器,如只读存储器(ROM)12、随机访问存储器(RAM)13等,其中,存储器存储有可被至少一个处理器执行的计算机程序,处理器11可以根据存储在只读存储器(ROM)12中的计算机程序或者从存储单元18加载到随机访问存储器(RAM)13中的计算机程序,来执行各种适当的动作和处理。在RAM 13中,还可存储电子设备10操作所需的各种程序和数据。处理器11、ROM 12以及RAM 13通过总线14彼此相连。输入/输出(I/O)接口15也连接至总线14。

[0166] 电子设备10中的多个部件连接至I/O接口15,包括:输入单元16,例如键盘、鼠标等;输出单元17,例如各种类型的显示器、扬声器等;存储单元18,例如磁盘、光盘等;以及通信单元19,例如网卡、调制解调器、无线通信收发机等。通信单元19允许电子设备10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。

[0167] 处理器11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。处理器11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处理器、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。处理器11执行上文所描述的各个方法和处理,例如窄路会车方法。

[0168] 在一些实施例中,窄路会车方法可被实现为计算机程序,其被有形地包含于计算机可读存储介质,例如存储单元18。在一些实施例中,计算机程序的部分或者全部可以经由ROM 12和/或通信单元19而被载入和/或安装到电子设备10上。当计算机程序加载到RAM 13并由处理器11执行时,可以执行上文描述的窄路会车方法的一个或多个步骤。备选地,在其他实施例中,处理器11可以通过其他任何适当的方式(例如,借助于固件)而被配置为执行窄路会车方法。

[0169] 本文中以上描述的系统和技术和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)、负载可编程逻辑设备(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。

[0170] 用于实施本发明的方法的计算机程序可以采用一个或多个编程语言的任何组合来编写。这些计算机程序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,使得计算机程序当由处理器执行时使流程图和/或框图中所规定的功能/操作被实施。计算机程序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上执行。

[0171] 在本发明的上下文中,计算机可读存储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计算机程序。计算机可读存储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。备选地,计算机可读存储介质可以是机器可读信号介质。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。

[0172] 为了提供与用户的交互,可以在电子设备上实施此处描述的系统和技术,该电子设备具有: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电子设备。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。

[0173] 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)、区块链网络和互联网。

[0174] 计算系统可以包括客户端和服务器。客户端和服务器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,又称为云计算服务器或云主机,是云计算服务体系中的一项主机产品,以解决了传统物理主机与VPS服务中,存在的管理难度大,业务扩展性弱的缺陷。

[0175] 本发明实施例还提供了一种计算机程序产品,包括计算机程序,该计算机程序在被处理器执行时实现如本申请任意实施例所提供的窄路会车方法。

[0176] 计算机程序产品在实现的过程中,可以以一种或多种程序设计语言或其组合来编写用于执行本发明操作的计算机程序代码,程序设计语言包括面向对象的程序设计语言,诸如Java、Smalltalk、C++,还包括常规的过程式程序设计语言,诸如“C”语言或类似的设计语言。程序代码可以完全地在用户计算机上执行、部分地在用户计算机上执行、作为一个独立的软件包执行、部分在用户计算机上部分在远程计算机上执行、或者完全在远程计算机或服务上执行。在涉及远程计算机的情形中,远程计算机可以通过任意种类的网络——包括局域网(LAN)或广域网(WAN)——连接到用户计算机,或者,可以连接到外部计算机(例如利用因特网服务提供商来通过因特网连接)。

[0177] 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,本发明中记载的各步骤可以并行地执行也可以顺序地执行也可以不同的次序执行,只

要能够实现本发明的技术方案所期望的结果,本文在此不进行限制。

[0178] 上述具体实施方式,并不构成对本发明保护范围的限制。本领域技术人员应该明白的是,根据设计要求和因素,可以进行各种修改、组合、子组合和替代。任何在本发明的精神和原则之内所作的修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明保护范围之内。

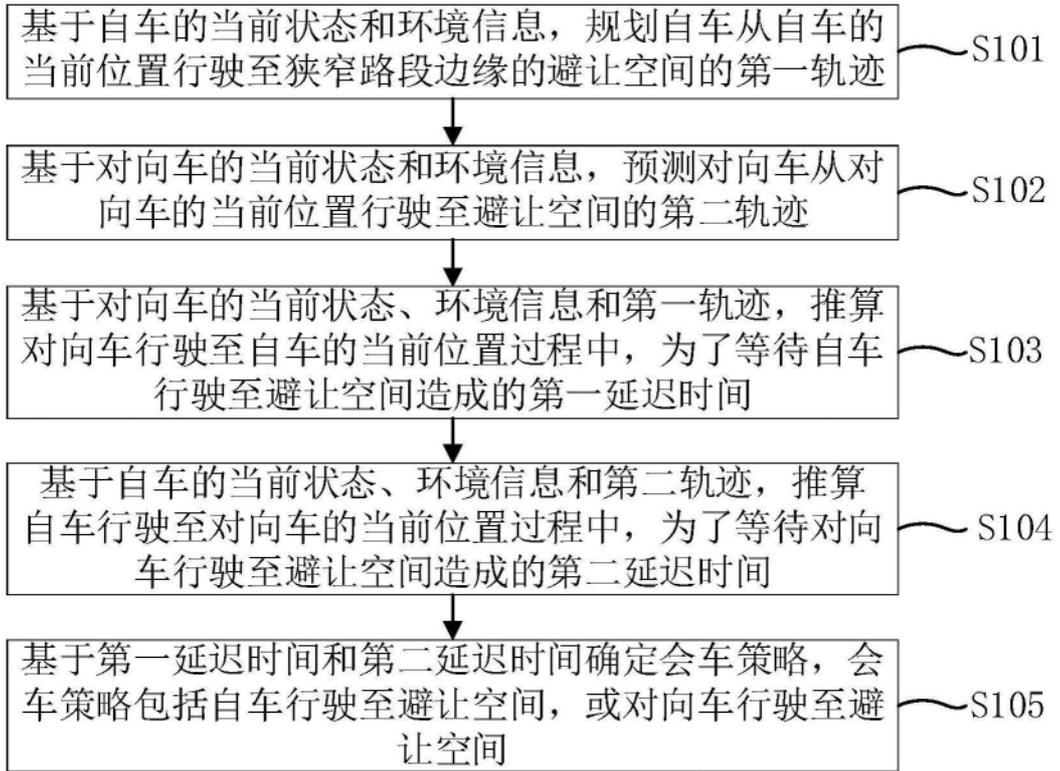


图1

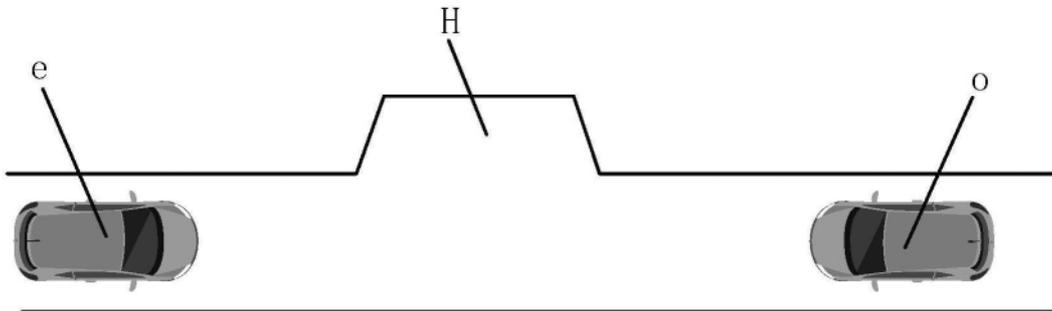


图2

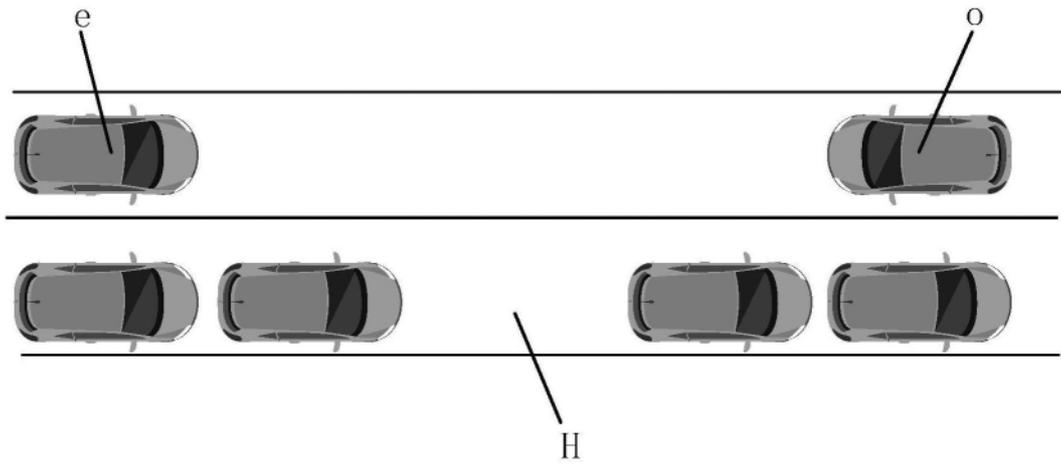


图3

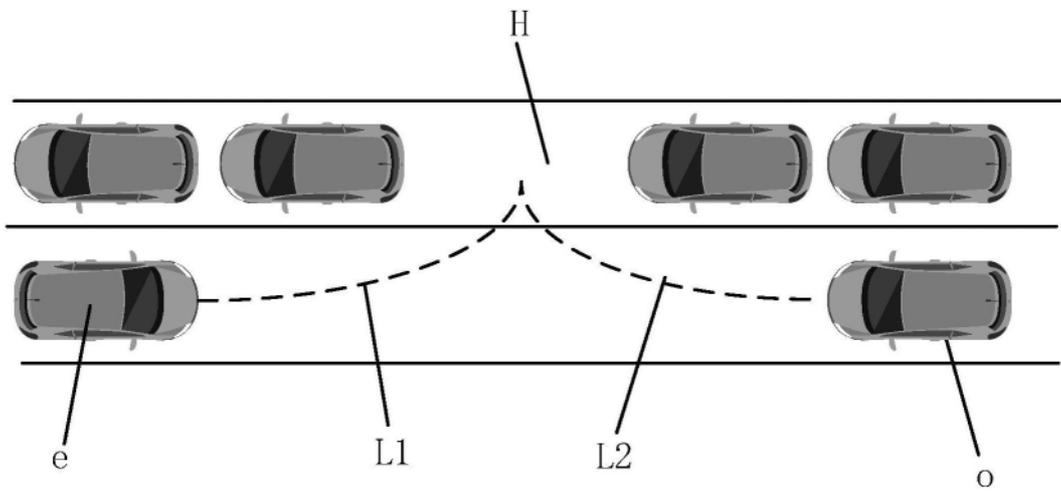


图4

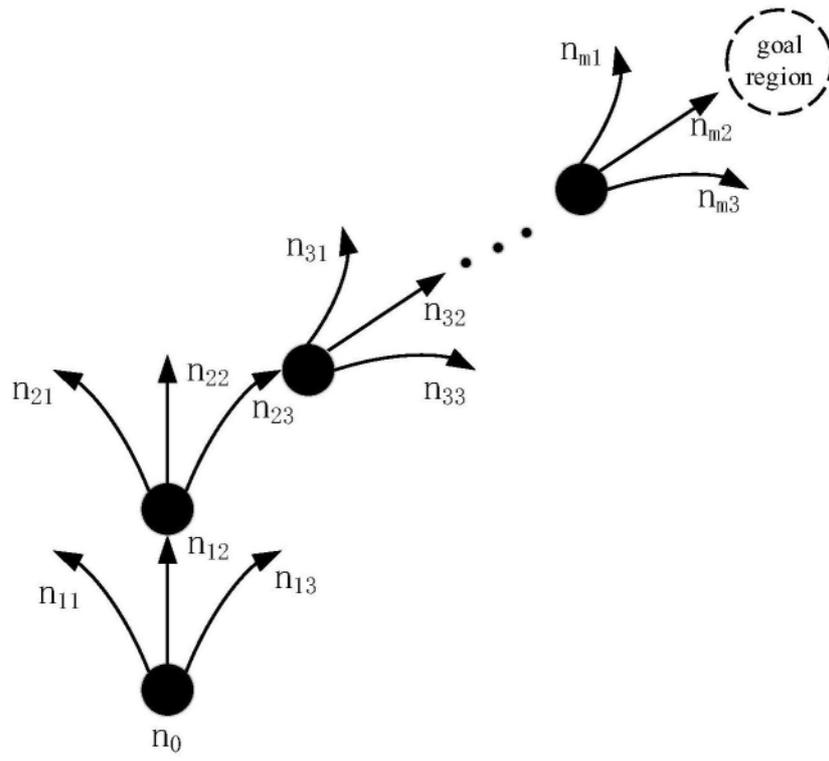


图5

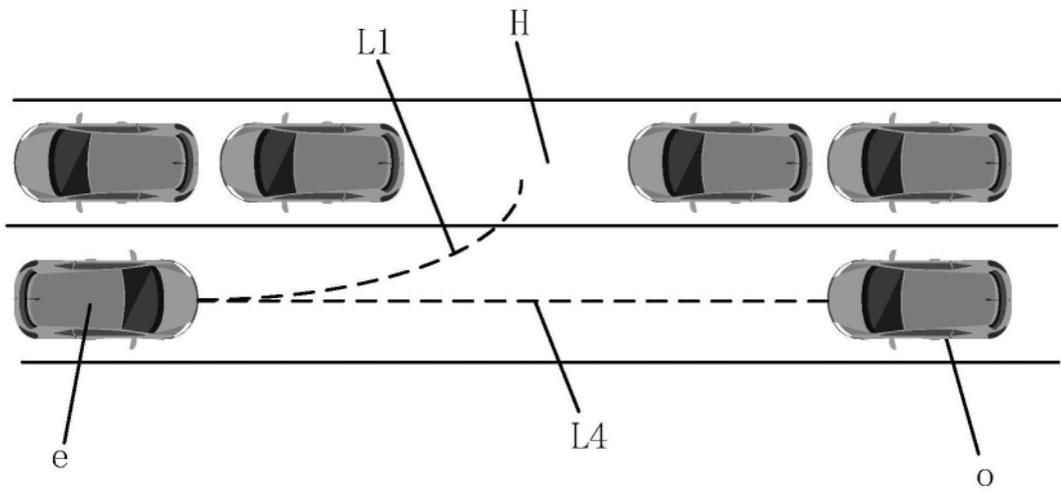


图6

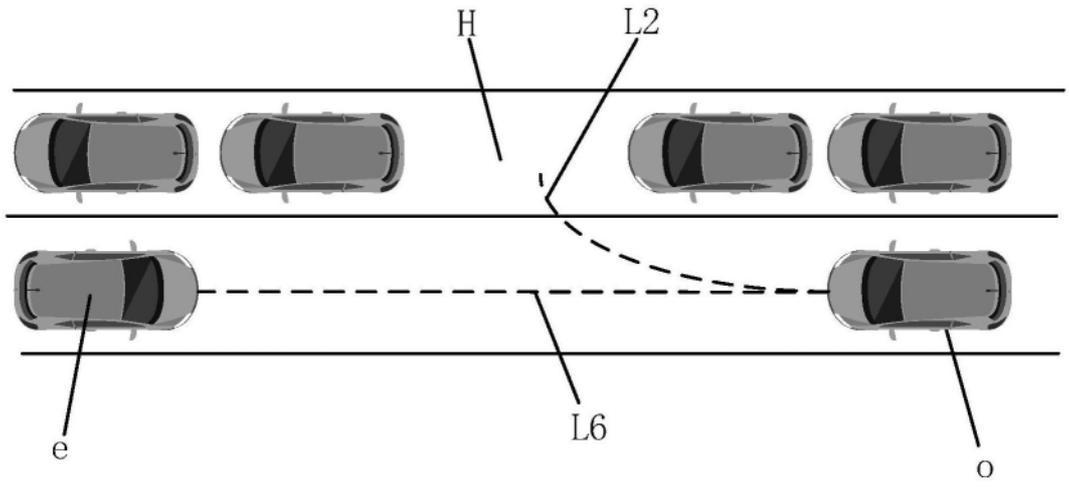


图7

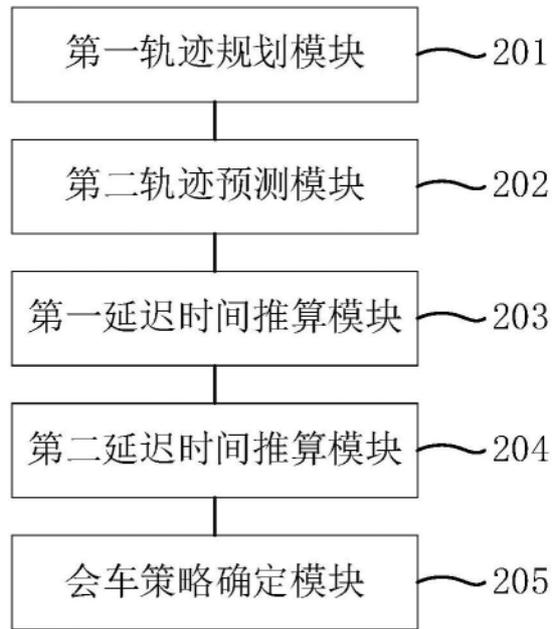


图8

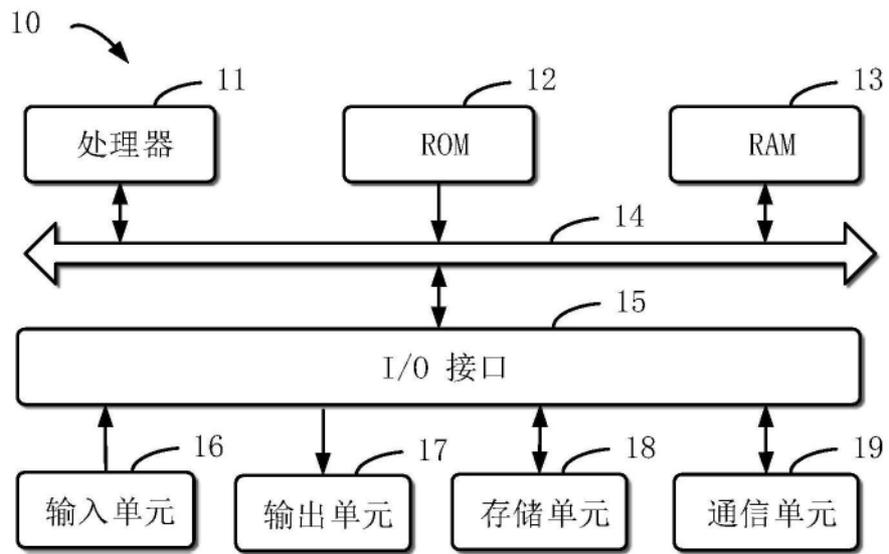


图9