



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110488816 B

(45) 授权公告日 2021.12.31

(21) 申请号 201910722549.4
 (22) 申请日 2019.08.06
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 110488816 A
 (43) 申请公布日 2019.11.22
 (73) 专利权人 华为技术有限公司
 地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼
 (72) 发明人 张卫泽 王新宇 张宝宽
 (74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202
 代理人 郝传鑫 熊永强
 (51) Int. Cl.
 G05D 1/02 (2020.01)
 (56) 对比文件
 CN 109693668 A, 2019.04.30
 CN 109557925 A, 2019.04.02
 US 2018292834 A1, 2018.10.11
 EP 2280241 A2, 2011.02.02
 CN 106527452 A, 2017.03.22
 JP 4290428 B2, 2009.07.08

US 2019080266 A1, 2019.03.14
 US 2018099667 A1, 2018.04.12
 JP 2015064747 A, 2015.04.09
 CN 109960261 A, 2019.07.02
 JP 2019051775 A, 2019.04.04
 US 2019101919 A1, 2019.04.04
 US 2019196485 A1, 2019.06.27
 WO 2018079069 A1, 2018.05.03
 US 9229453 B1, 2016.01.05
 CN 106228110 A, 2016.12.14
 CN 107816996 A, 2018.03.20
 US 2017267287 A1, 2017.09.21
 CN 109572694 A, 2019.04.05
 CN 109901574 A, 2019.06.18
 CN 102129249 A, 2011.07.20
 CN 105511475 A, 2016.04.20
 EP 2625081 A2, 2013.08.14
 CN 109891349 A, 2019.06.14
 CN 109855639 A, 2019.06.07
 WO 2017120336 A2, 2017.07.13
 EP 2473388 B1, 2014.07.23 (续)

审查员 陈跃燕

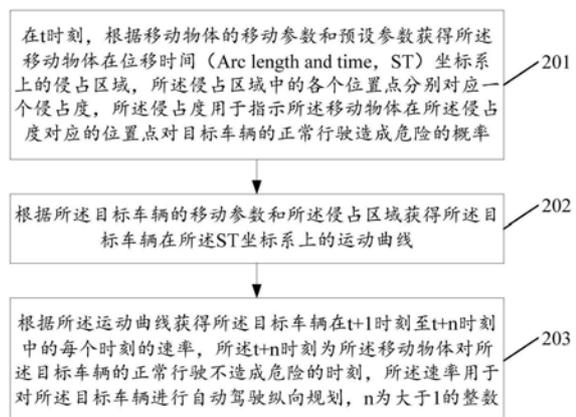
权利要求书7页 说明书29页 附图11页

(54) 发明名称
自动驾驶纵向规划方法及相关设备

(57) 摘要

本申请实施例公开了一种自动驾驶纵向规划方法及相关设备,方法包括:在t时刻,根据移动物体的移动参数和预设参数获得移动物体在位移时间坐标系上的侵占区域,侵占区域中的各个位置点分别对应一个侵占度,侵占度用于指示移动物体在侵占度对应的位置点对目标车辆的正常行驶造成危险的概率;根据目标车辆的移动参数和侵占区域获得目标车辆在ST坐标系上的运动曲线;根据运动曲线获得目标车辆在t+1时刻至t+n时刻中的每个时刻的速率,t+n时刻为移动物体对目标车辆的正常行驶不造成危险的时刻,速率用于对目标车辆进行自动驾驶纵向规

划,n为大于1的整数。采用本申请实施例有助于提高自动驾驶纵向规划的准确性。



CN 110488816 B

[接上页]

(56) 对比文件

CN 109878513 A,2019.06.14

US 2012286974 A1,2012.11.15

JP 2011128786 A,2011.06.30

CN 109213153 A,2019.01.15

1. 一种自动驾驶纵向规划方法,其特征在于,所述方法包括:

在 t 时刻,根据移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间 ST 坐标系上的侵占区域,所述侵占区域中的各个位置点分别对应一个侵占度,所述侵占度用于指示所述移动物体在所述侵占度对应的位置点对目标车辆的正常行驶造成危险的概率;

根据所述目标车辆的移动参数和所述侵占区域获得所述目标车辆在所述 ST 坐标系上的运动曲线;

根据所述运动曲线获得所述目标车辆在 $t+1$ 时刻至 $t+n$ 时刻中的每个时刻的速率,所述 $t+n$ 时刻为所述移动物体对所述目标车辆的正常行驶不造成危险的时刻,所述速率用于对所述目标车辆进行自动驾驶纵向规划, n 为大于1的整数。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述侵占区域包括第一子侵占区域,所述移动物体的移动参数包括第一运动参数和尺寸参数,所述预设参数包括预设距离值、距离阈值和第一侵占度衰减系数,所述根据移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间 ST 坐标系上的侵占区域,包括:

若所述移动物体与所述目标车辆满足预设条件,则根据所述第一运动参数、所述尺寸参数、所述预设距离值和所述距离阈值获得在 m_1 时刻所述移动物体在所述 ST 坐标系上的第一位移范围,所述 m_1 时刻为 T_1 时刻至 T_2 时刻中的任意一个,所述 T_1 时刻为所述移动物体前端驶入所述目标车辆所在车道的时刻,所述 T_2 时刻为所述移动物体后端与所述目标车辆前端之间的距离为所述距离阈值的时刻;

根据多个第一位移范围和所述第一侵占度衰减系数获得所述移动物体在 ST 坐标系上的所述第一子侵占区域,所述第一侵占度衰减系数用于计算所述第一子侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述多个第一位移范围包括在所述 m_1 时刻得到的第一位移范围。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述侵占区域还包括第二子侵占区域,所述预设参数还包括第二侵占度衰减系数,所述方法还包括:

根据所述第一运动参数、所述尺寸参数、所述预设距离值和所述距离阈值获得在 m_2 时刻所述移动物体在所述 ST 坐标系上的第二位移范围,所述 m_2 时刻为所述 T_2 时刻至所述 $t+n$ 时刻中的任意一个;

根据多个第二位移范围和所述第二侵占度衰减系数获得所述移动物体在 ST 坐标系上的所述第二子侵占区域,所述第二侵占度衰减系数用于计算所述第二子侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述多个第二位移范围包括在所述 m_2 时刻得到的第二位移范围。

4. 根据权利要求2或3所述的方法,其特征在于,所述预设条件包括第一条件或第二条件,其中:

所述第一条件为:所述移动物体的行驶方向与所述目标车辆的行驶方向存在交叉、所述移动物体即将转向汇入所述目标车辆所在车道,且汇入后所述移动物体在所述目标车辆前方;

所述第二条件为:所述移动物体的行驶方向与所述目标车辆的行驶方向相同、所述移动物体即将变道汇入所述目标车辆所在车道,且汇入后所述移动物体在所述目标车辆前方。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述移动物体的移动参数包括第一运动参数和尺寸参数,所述预设参数包括预设距离值、时间阈值和第一侵占度衰减系数,所述根据

移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间ST坐标系上的侵占区域,包括:

若所述移动物体与所述目标车辆行驶方向存在交叉、所述移动物体即将穿过所述目标车辆所在车道,且穿过时所述移动物体在所述目标车辆前方,则根据所述第一运动参数、所述尺寸参数和所述预设距离值获得在 m_3 时刻所述移动物体在所述ST坐标系上的第三位移范围,所述 m_3 时刻为 T_3 时刻至所述 $t+n$ 时刻中的任意一个,所述 T_3 时刻为所述移动物体前端驶入所述目标车辆所在车道的时刻;

若所述 $t+n$ 时刻不大于所述时间阈值,则根据多个第三位移范围和所述第一侵占度衰减系数获得所述移动物体在ST坐标系上的侵占区域,所述第一侵占度衰减系数用于计算所述侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述多个第三位移范围包括在所述 m_3 时刻得到的第三位移范围。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述预设参数还包括第三侵占度衰减系数,所述方法还包括:

若所述 $t+n$ 时刻大于所述时间阈值,则根据多个第三位移范围、所述第一侵占度衰减系数和所述第三侵占度衰减系数获得所述移动物体在ST坐标系上的侵占区域,所述侵占区域包括第三子侵占区域和第四子侵占区域,所述第三子侵占区域中的每个位置点的横坐标均不大于所述时间阈值,所述第四子侵占区域中的每个位置点的横坐标均大于所述时间阈值,所述第一侵占度衰减系数用于计算所述第三子侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述第三侵占度衰减系数用于计算所述第四子侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述多个第三位移范围包括在所述 m_3 时刻得到的第三位移范围。

7. 根据权利要求1-3、5-6任一项所述的方法,其特征在于,所述目标车辆的移动参数包括第二运动参数和第一位置点,所述第一位置点为所述ST坐标系的原点,所述根据所述目标车辆的移动参数和所述侵占区域获得所述目标车辆在所述ST坐标系上的运动曲线,包括:

根据所述第二运动参数、所述第一位置点和所述侵占区域获得所述 $t+1$ 时刻至所述 $t+n$ 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的 n 个第二位置点;

根据所述第一位置点和所述 n 个第二位置点获得所述目标车辆在所述ST坐标系上的初始运动曲线;

对所述初始运动曲线执行滤波操作,得到所述目标车辆在所述ST坐标系上的运动曲线。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述根据所述第二运动参数、所述第一位置点和所述侵占区域获得所述 $t+1$ 时刻至所述 $t+n$ 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的 n 个第二位置点,包括:

根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 (m_4, S_{m_4}) 和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m_4} ,所述 m_4 时刻为所述 t 时刻至 $t+n-1$ 时刻中的任意一个;

根据所述位置点 (m_4, S_{m_4}) 、所述 m_4 时刻所述目标车辆的速率 V_{m_4} 和所述加速度值 a_{m_4} 获得所述 m_4+1 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的第二位置点;

对所述 $t+1$ 时刻至所述 $t+n$ 时刻中除所述 m_4 时刻之外的 $(n-1)$ 个时刻执行相同操作,得

到所述目标车辆在所述ST坐标系上的(n-1)个第二位置点。

9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述第二运动参数包括最大加速度值 a_{\max} 、最小加速度值 a_{\min} 和速率上限值,所述根据所述第二运动参数、m4时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 $(m4, S_{m4})$ 和所述侵占区域获得所述m4时刻至m4+1时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m4} ,包括:

根据所述第二运动参数、m4时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 $(m4, S_{m4})$ 和所述侵占区域获得所述m4时刻所述目标车辆的抢行临界加速度值a1、避让临界加速度值a2和抢行临界速率;

若所述抢行临界速率不大于所述速率上限值,则将 $[a_{\min}, a2] \cup [a1, a_{\max}]$ 中的任意一个加速度值确定为所述m4时刻至m4+1时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m4} ;

若所述抢行临界速率大于所述速率上限值,则将 $[a_{\min}, a2]$ 中的任意一个加速度值确定为所述m4时刻至m4+1时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m4} 。

10. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述第二运动参数包括最大加速度值 a_{\max} 、最小加速度值 a_{\min} 和速率上限值,所述根据所述第二运动参数、m4时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 $(m4, S_{m4})$ 和所述侵占区域获得所述m4时刻至m4+1时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m4} ,包括:

根据所述第二运动参数、m4时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 $(m4, S_{m4})$ 和所述侵占区域获得所述m4时刻所述目标车辆的抢行临界加速度值a1、避让临界加速度值a2和抢行临界速率;

将所述最大加速度值 a_{\max} 、所述最小加速度值 a_{\min} 、所述速率上限值、所述抢行临界加速度值a1、所述避让临界加速度值a2和所述抢行临界速率输入神经网络模型进行计算,得到所述m4时刻至m4+1时刻所述目标车辆的行车策略;

若所述行车策略为抢行,则将 $[a_{\min}, a2] \cup [a1, a_{\max}]$ 中的任意一个加速度值确定为所述m4时刻至m4+1时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m4} ;

若所述行车策略为避让,则将 $[a_{\min}, a2]$ 中的任意一个加速度值确定为所述m4时刻至m4+1时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m4} 。

11. 根据权利要求9或10所述的方法,其特征在于,所述根据所述第二运动参数、m4时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 $(m4, S_{m4})$ 和所述侵占区域获得所述m4时刻所述目标车辆的抢行临界加速度值a1、避让临界加速度值a2和抢行临界速率,包括:

根据所述第二运动参数、m4时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 $(m4, S_{m4})$ 和所述侵占区域获得所述m4时刻所述目标车辆对应的抢行临界曲线和避让临界曲线;

根据所述抢行临界曲线获得所述m4时刻所述目标车辆的抢行临界加速度值a1;

根据所述避让临界曲线获得所述m4时刻所述目标车辆的避让临界加速度值a2;

将所述抢行临界曲线的最大斜率值确定为所述m4时刻所述目标车辆的抢行临界速率,所述最大斜率值对应的位置点在所述侵占区域内。

12. 根据权利要求11所述的方法,其特征在于,所述根据所述第二运动参数、m4时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 $(m4, S_{m4})$ 和所述侵占区域获得所述m4时刻所述目标车辆对应的抢行临界曲线和避让临界曲线,包括:

根据所述速率 V_{m4} 、m4时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 $(m4, S_{m4})$ 和M1个加

速度值获得所述 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的M1条抛物线,所述M1条抛物线与所述M1个加速度值一一对应,所述M1个加速度值的取值范围为 $[a_{\min}, a_{\max}]$,所述M1为正整数;

从所述M1条抛物线中选取与所述侵占区域相交的M2条抛物线,以及根据所述M2条抛物线确定M2个目标侵占度,所述M2个目标侵占度与所述M2条抛物线一一对应,所述M2个目标侵占度均小于预设侵占度,所述M2为小于或等于M1的正整数;

根据所述M2个目标侵占度获得所述 m_4 时刻所述目标车辆对应的抢行临界曲线和避让临界曲线。

13. 一种自动驾驶纵向规划装置,其特征在于,所述装置包括:

获取单元,用于在 t 时刻,根据移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间ST坐标系上的侵占区域,所述侵占区域中的各个位置点分别对应一个侵占度,所述侵占度用于指示所述移动物体在所述侵占度对应的位置点对目标车辆的正常行驶造成危险的概率;

确定单元,用于根据所述目标车辆的移动参数和所述侵占区域获得所述目标车辆在所述ST坐标系上的运动曲线;

所述确定单元,还用于根据所述运动曲线获得所述目标车辆在 $t+1$ 时刻至 $t+n$ 时刻中的每个时刻的速率,所述 $t+n$ 时刻为所述移动物体对所述目标车辆的正常行驶不造成危险的时刻,所述速率用于对所述目标车辆进行自动驾驶纵向规划, n 为大于1的整数。

14. 根据权利要求13所述的装置,其特征在于,所述侵占区域包括第一子侵占区域,所述移动物体的移动参数包括第一运动参数和尺寸参数,所述预设参数包括预设距离值、距离阈值和第一侵占度衰减系数,在根据移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间ST坐标系上的侵占区域方面,所述获取单元具体用于:

若所述移动物体与所述目标车辆满足预设条件,则根据所述第一运动参数、所述尺寸参数、所述预设距离值和所述距离阈值获得在 m_1 时刻所述移动物体在所述ST坐标系上的第一位移范围,所述 m_1 时刻为 T_1 时刻至 T_2 时刻中的任意一个,所述 T_1 时刻为所述移动物体前端驶入所述目标车辆所在车道的时刻,所述 T_2 时刻为所述移动物体后端与所述目标车辆前端之间的距离为所述距离阈值的时刻;

根据多个第一位移范围和所述第一侵占度衰减系数获得所述移动物体在ST坐标系上的所述第一子侵占区域,所述第一侵占度衰减系数用于计算所述第一子侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述多个第一位移范围包括在所述 m_1 时刻得到的第一位移范围。

15. 根据权利要求14所述的装置,其特征在于,所述侵占区域还包括第二子侵占区域,所述预设参数还包括第二侵占度衰减系数,在根据移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间ST坐标系上的侵占区域方面,所述获取单元具体用于:

根据所述第一运动参数、所述尺寸参数、所述预设距离值和所述距离阈值获得在 m_2 时刻所述移动物体在所述ST坐标系上的第二位移范围,所述 m_2 时刻为所述 T_2 时刻至所述 $t+n$ 时刻中的任意一个;

根据多个第二位移范围和所述第二侵占度衰减系数获得所述移动物体在ST坐标系上的所述第二子侵占区域,所述第二侵占度衰减系数用于计算所述第二子侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述多个第二位移范围包括在所述 m_2 时刻得到的第二位移范围。

16. 根据权利要求14或15所述的装置,其特征在于,所述预设条件包括第一条件或第二条件,其中:

所述第一条件为:所述移动物体的行驶方向与所述目标车辆的行驶方向存在交叉、所述移动物体即将转向汇入所述目标车辆所在车道,且汇入后所述移动物体在所述目标车辆前方;

所述第二条件为:所述移动物体的行驶方向与所述目标车辆的行驶方向相同、所述移动物体即将变道汇入所述目标车辆所在车道,且汇入后所述移动物体在所述目标车辆前方。

17. 根据权利要求13所述的装置,其特征在于,所述移动物体的移动参数包括第一运动参数和尺寸参数,所述预设参数包括预设距离值、时间阈值和第一侵占度衰减系数,在根据移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间ST坐标系上的侵占区域方面,所述获取单元具体用于:

若所述移动物体与所述目标车辆行驶方向存在交叉、所述移动物体即将穿过所述目标车辆所在车道,且穿过时所述移动物体在所述目标车辆前方,则根据所述第一运动参数、所述尺寸参数和所述预设距离值获得在 m_3 时刻所述移动物体在所述ST坐标系上的第三位移范围,所述 m_3 时刻为 T_3 时刻至所述 $t+n$ 时刻中的任意一个,所述 T_3 时刻为所述移动物体前端驶入所述目标车辆所在车道的时刻;

若所述 $t+n$ 时刻不大于所述时间阈值,则根据多个第三位移范围和所述第一侵占度衰减系数获得所述移动物体在ST坐标系上的侵占区域,所述第一侵占度衰减系数用于计算所述侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述多个第三位移范围包括在所述 m_3 时刻得到的第三位移范围。

18. 根据权利要求17所述的装置,其特征在于,所述预设参数还包括第三侵占度衰减系数,在根据移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间ST坐标系上的侵占区域方面,所述获取单元具体用于:

若所述 $t+n$ 时刻大于所述时间阈值,则根据多个第三位移范围、所述第一侵占度衰减系数和所述第三侵占度衰减系数获得所述移动物体在ST坐标系上的侵占区域,所述侵占区域包括第三子侵占区域和第四子侵占区域,所述第三子侵占区域中的每个位置点的横坐标均不大于所述时间阈值,所述第四子侵占区域中的每个位置点的横坐标均大于所述时间阈值,所述第一侵占度衰减系数用于计算所述第三子侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述第三侵占度衰减系数用于计算所述第四子侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述多个第三位移范围包括在所述 m_3 时刻得到的第三位移范围。

19. 根据权利要求13-15、17-18任一项所述的装置,其特征在于,所述目标车辆的移动参数包括第二运动参数和第一位置点,所述第一位置点为所述ST坐标系的原点,在根据所述目标车辆的移动参数和所述侵占区域获得所述目标车辆在所述ST坐标系上的运动曲线方面,所述确定单元具体用于:

根据所述第二运动参数、所述第一位置点和所述侵占区域获得所述 $t+1$ 时刻至所述 $t+n$ 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的 n 个第二位置点;

根据所述第一位置点和所述 n 个第二位置点获得所述目标车辆在所述ST坐标系上的初始运动曲线;

对所述初始运动曲线执行滤波操作,得到所述目标车辆在所述ST坐标系上的运动曲线。

20. 根据权利要求19所述的装置,其特征在于,在根据所述第二运动参数、所述第一位置点和所述侵占区域获得所述 $t+1$ 时刻至所述 $t+n$ 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的 n 个第二位置点方面,所述确定单元具体用于:

根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 (m_4, S_{m_4}) 和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m_4} ,所述 m_4 时刻为所述 t 时刻至 $t+n-1$ 时刻中的任意一个;

根据所述位置点 (m_4, S_{m_4}) 、所述 m_4 时刻所述目标车辆的速率 V_{m_4} 和所述加速度值 a_{m_4} 获得所述 m_4+1 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的第二位置点;

对所述 $t+1$ 时刻至所述 $t+n$ 时刻中除所述 m_4 时刻之外的 $(n-1)$ 个时刻执行相同操作,得到所述目标车辆在所述ST坐标系上的 $(n-1)$ 个第二位置点。

21. 根据权利要求20所述的装置,其特征在于,所述第二运动参数包括最大加速度值 a_{max} 、最小加速度值 a_{min} 和速率上限值,在根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 (m_4, S_{m_4}) 和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m_4} 方面,所述确定单元具体用于:

根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 (m_4, S_{m_4}) 和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻所述目标车辆的抢行临界加速度值 a_1 、避让临界加速度值 a_2 和抢行临界速率;

若所述抢行临界速率不大于所述速率上限值,则将 $[a_{min}, a_2] \cup [a_1, a_{max}]$ 中的任意一个加速度值确定为所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m_4} ;

若所述抢行临界速率大于所述速率上限值,则将 $[a_{min}, a_2]$ 中的任意一个加速度值确定为所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m_4} 。

22. 根据权利要求20所述的装置,其特征在于,所述第二运动参数包括最大加速度值 a_{max} 、最小加速度值 a_{min} 和速率上限值,在根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 (m_4, S_{m_4}) 和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m_4} 方面,所述确定单元具体用于:

根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 (m_4, S_{m_4}) 和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻所述目标车辆的抢行临界加速度值 a_1 、避让临界加速度值 a_2 和抢行临界速率;

将所述最大加速度值 a_{max} 、所述最小加速度值 a_{min} 、所述速率上限值、所述抢行临界加速度值 a_1 、所述避让临界加速度值 a_2 和所述抢行临界速率输入神经网络模型进行计算,得到在所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的行车策略;

若所述行车策略为抢行,则将 $[a_{min}, a_2] \cup [a_1, a_{max}]$ 中的任意一个加速度值确定为所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m_4} ;

若所述行车策略为避让,则将 $[a_{min}, a_2]$ 中的任意一个加速度值确定为所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m_4} 。

23. 根据权利要求21或22所述的装置,其特征在于,在根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 (m_4, S_{m_4}) 和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻所述目

标车辆的抢行临界加速度值 a_1 、避让临界加速度值 a_2 和抢行临界速率方面,所述确定单元具体用于:

根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 (m_4, S_{m_4}) 和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻所述目标车辆对应的抢行临界曲线和避让临界曲线;

根据所述抢行临界曲线获得所述 m_4 时刻所述目标车辆的抢行临界加速度值 a_1 ;

根据所述避让临界曲线获得所述 m_4 时刻所述目标车辆的避让临界加速度值 a_2 ;

将所述抢行临界曲线的最大斜率值确定为所述 m_4 时刻所述目标车辆的抢行临界速率,所述最大斜率值对应的位置点在所述侵占区域内。

24. 根据权利要求23所述的装置,其特征在于,在根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 (m_4, S_{m_4}) 和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻所述目标车辆对应的抢行临界曲线和避让临界曲线方面,所述确定单元具体用于:

根据所述速率 V_{m_4} 、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 (m_4, S_{m_4}) 和 M_1 个加速度值获得所述 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的 M_1 条抛物线,所述 M_1 条抛物线与所述 M_1 个加速度值一一对应,所述 M_1 个加速度值的取值范围为 $[a_{\min}, a_{\max}]$,所述 M_1 为正整数;

从所述 M_1 条抛物线中选取与所述侵占区域相交的 M_2 条抛物线,以及根据所述 M_2 条抛物线确定 M_2 个目标侵占度,所述 M_2 个目标侵占度与所述 M_2 条抛物线一一对应,所述 M_2 个目标侵占度均小于预设侵占度,所述 M_2 为小于或等于 M_1 的正整数;

根据所述 M_2 个目标侵占度获得所述 m_4 时刻所述目标车辆对应的抢行临界曲线和避让临界曲线。

25. 一种自动驾驶纵向规划装置,所述自动驾驶纵向规划装置包括相互耦合的处理器、通信接口和存储器,其中:

所述处理器,用于在 t 时刻,根据移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间(ST)坐标系上的侵占区域,所述侵占区域中的各个位置点分别对应一个侵占度,所述侵占度用于指示所述移动物体在所述侵占度对应的位置点对目标车辆的正常行驶造成危险的概率;

所述处理器,还用于根据所述目标车辆的移动参数和所述侵占区域获得所述目标车辆在所述ST坐标系上的运动曲线;

所述处理器,还用于根据所述运动曲线获得所述目标车辆在 $t+1$ 时刻至 $t+n$ 时刻中的每个时刻的速率,所述 $t+n$ 时刻为所述移动物体对所述目标车辆的正常行驶不造成危险的时刻,所述速率用于对所述目标车辆进行自动驾驶纵向规划, n 为大于1的整数。

26. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,存储有计算机程序,所述计算机程序被硬件执行以实现权利要求书1至12中的任意一项由所述自动驾驶纵向规划装置执行的方法。

自动驾驶纵向规划方法及相关设备

技术领域

[0001] 本申请涉及自动驾驶技术领域,具体涉及一种自动驾驶纵向规划方法及相关设备。

背景技术

[0002] 人工智能(Artificial Intelligence, AI)是利用数字计算机或者数字计算机控制的机器模拟、延伸和扩展人的智能,感知环境、获取知识并使用知识获得最佳结果的理论、方法、技术及应用系统。换句话说,人工智能是计算机科学的一个分支,它企图了解智能的实质,并生产出一种新的能以人类智能相似的方式作出反应的智能机器。人工智能也就是研究各种智能机器的设计原理与实现方法,使机器具有感知、推理与决策的功能。人工智能领域的研究包括机器人,自然语言处理,计算机视觉,决策与推理,人机交互,推荐与搜索, AI基础理论等。

[0003] 自动驾驶是人工智能领域的一种主流应用,自动驾驶技术依靠计算机视觉、雷达、监控装置和全球定位系统等协同合作,让机动车辆可以在不需要人类主动操作下,实现自动驾驶。自动驾驶的车辆使用各种计算系统来帮助将乘客从一个位置运输到另一位置。一些自动驾驶车辆可能要求来自操作者(诸如,领航员、驾驶员、或者乘客)的一些初始输入或者连续输入。自动驾驶车辆准许操作者从手动模操作式切换到自动驾驶模式或者介于两者之间的模式。由于自动驾驶技术无需人类来驾驶机动车辆,所以理论上能够有效避免人类的驾驶失误,减少交通事故的发生,且能够提高公路的运输效率。因此,自动驾驶技术越来越受到重视。

[0004] 目前,自动驾驶纵向规划过程为:自动驾驶纵向规划装置根据障碍物体的运动参数和长度获得障碍物体在位移时间ST坐标系上的障碍区域,根据目标车辆的运动参数和障碍区域获得目标车辆抢行或避让障碍物体所需的加速度值,以及根据加速度值获得目标车辆的目标速率,以使得目标车辆以目标速率行驶,避免障碍物体对目标车辆的正常行驶造成危险。由于现有的障碍区域仅仅是根据障碍物体的运动参数和长度确定的,因此导致自动驾驶纵向规划的准确性较低。

发明内容

[0005] 本申请实施例提供一种自动驾驶纵向规划方法及相关设备,用于提高自动驾驶纵向规划的准确性。

[0006] 第一方面,本申请实施例提供一种自动驾驶纵向规划方法,所述方法包括:

[0007] 在t时刻,根据移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间(Arc length and time, ST)坐标系上的侵占区域,所述侵占区域中的各个位置点分别对应一个侵占度,所述侵占度用于指示所述移动物体在所述侵占度对应的位置点对目标车辆的正常行驶造成危险的概率;

[0008] 根据所述目标车辆的移动参数和所述侵占区域获得所述目标车辆在所述ST坐标

系上的运动曲线；

[0009] 根据所述运动曲线获得所述目标车辆在 $t+1$ 时刻至 $t+n$ 时刻中的每个时刻的速率，所述 $t+n$ 时刻为所述移动物体对所述目标车辆的正常行驶不造成危险的时刻，所述速率用于对所述目标车辆进行自动驾驶纵向规划， n 为大于1的整数。

[0010] 可以看出，相较于根据障碍物体的运动参数和长度获得障碍物体在ST坐标系上的障碍区域，障碍区域仅仅为障碍物体本身在ST坐标系上所占据的区域，在本申请实施例中，由于侵占度用于指示移动物体在侵占度对应的位置点对目标车辆的正常行驶造成危险的概率，因此自动驾驶纵向规划装置根据移动物体的移动参数和预设参数获得的移动物体在ST坐标系上的侵占区域能够更加准确反映出移动物体对目标车辆的正常行驶造成碰撞危险和潜在碰撞危险的情况，进而根据目标车辆的移动参数和侵占区域获得的目标车辆在ST坐标系上的运动曲线更加准确，以及根据运动曲线获得的目标车辆在 $t+1$ 时刻至 $t+n$ 时刻中的每个时刻的速率更加准确，这样有助于提高自动驾驶纵向规划的准确性。

[0011] 在一些可能实施方式中，所述侵占区域包括第一子侵占区域，所述移动物体的移动参数包括第一运动参数和尺寸参数，所述预设参数包括预设距离值、距离阈值和第一侵占度衰减系数，所述根据移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间ST坐标系上的侵占区域，包括：

[0012] 若所述移动物体与所述目标车辆满足预设条件，则根据所述第一运动参数、所述尺寸参数、所述预设距离值和所述距离阈值获得在 m_1 时刻所述移动物体在所述ST坐标系上的第一位移范围，所述 m_1 时刻为 T_1 时刻至 T_2 时刻中的任意一个，所述 T_1 时刻为所述移动物体前端驶入所述目标车辆所在车道的时刻，所述 T_2 时刻为所述移动物体后端与所述目标车辆前端之间的距离为所述距离阈值的时刻；

[0013] 根据多个第一位移范围和所述第一侵占度衰减系数获得所述移动物体在ST坐标系上的所述第一子侵占区域，所述第一侵占度衰减系数用于计算所述第一子侵占区域中的每个位置点的侵占度，所述多个第一位移范围包括在所述 m_1 时刻得到的第一位移范围。

[0014] 可以看出，相较于根据障碍物体的运动参数和长度获得障碍物体在ST坐标系上的障碍区域，障碍区域仅仅为障碍物体本身在ST坐标系上所占据的区域，在本申请实施例中，自动驾驶纵向规划装置在满足预设条件的两种自动驾驶纵向规划的场景下，根据第一运动参数、尺寸参数、预设距离值、距离阈值和第一侵占度衰减系数获得移动物体在ST坐标系上的侵占区域。由于侵占度用于指示移动物体在侵占度对应的位置点对目标车辆的正常行驶造成危险的概率，以及侵占区域包括与移动物体之间的距离不大于预设距离值的所有位置点在ST坐标系上所占据的侵占区域，因此移动物体在ST坐标系上的侵占区域能够更加准确反映出 T_1 时刻至 T_2 时刻移动物体对目标车辆的正常行驶造成碰撞危险和潜在碰撞危险的情况，这样有助于提高自动驾驶纵向规划的准确性。

[0015] 在一些可能实施方式中，所述侵占区域还包括第二子侵占区域，所述预设参数还包括第二侵占度衰减系数，所述方法还包括：

[0016] 根据所述第一运动参数、所述尺寸参数、所述预设距离值和所述距离阈值获得在 m_2 时刻所述移动物体在所述ST坐标系上的第二位移范围，所述 m_2 时刻为所述 T_2 时刻至所述 $t+n$ 时刻中的任意一个；

[0017] 根据多个第二位移范围和所述第二侵占度衰减系数获得所述移动物体在ST坐标

系上的所述第二子侵占区域,所述第二侵占度衰减系数用于计算所述第二子侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述多个第二位移范围包括在所述 m_2 时刻得到的第二位移范围。

[0018] 可以看出,相较于根据障碍物体的运动参数和长度获得障碍物体在ST坐标系上的障碍区域,障碍区域仅仅为障碍物体本身在ST坐标系上所占据的区域,在本申请实施例中,自动驾驶纵向规划装置在满足预设条件的两种自动驾驶纵向规划的场景下,根据第一运动参数、尺寸参数、预设距离值、距离阈值、第一侵占度衰减系数和第二侵占度衰减系数获得移动物体在ST坐标系上的侵占区域。由于侵占度用于指示移动物体在侵占度对应的位置点对目标车辆的正常行驶造成危险的概率,以及侵占区域包括与移动物体之间的距离不大于预设距离值的所有位置点在ST坐标系上所占据的侵占区域,因此移动物体在ST坐标系上的侵占区域能够更加准确反映出 T_1 时刻至 $t+n$ 时刻移动物体对目标车辆的正常行驶造成碰撞危险和潜在碰撞危险的情况,这样有助于提高自动驾驶纵向规划的准确性。

[0019] 在一些可能实施方式中,所述预设条件包括第一条件或第二条件,其中:

[0020] 所述第一条件为:所述移动物体的行驶方向与所述目标车辆的行驶方向存在交叉、所述移动物体即将转向汇入所述目标车辆所在车道,且汇入后所述移动物体在所述目标车辆前方;

[0021] 所述第二条件为:所述移动物体的行驶方向与所述目标车辆的行驶方向相同、所述移动物体即将变道汇入所述目标车辆所在车道,且汇入后所述移动物体在所述目标车辆前方。

[0022] 在一些可能实施方式中,所述移动物体的移动参数包括第一运动参数和尺寸参数,所述预设参数包括预设距离值、时间阈值和第一侵占度衰减系数,所述根据移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间ST坐标系上的侵占区域,包括:

[0023] 若所述移动物体与所述目标车辆行驶方向存在交叉、所述移动物体即将穿过所述目标车辆所在车道,且穿过时所述移动物体在所述目标车辆前方,则根据所述第一运动参数、所述尺寸参数和所述预设距离值获得在 m_3 时刻所述移动物体在所述ST坐标系上的第三位移范围,所述 m_3 时刻为 T_3 时刻至所述 $t+n$ 时刻中的任意一个,所述 T_3 时刻为所述移动物体前端驶入所述目标车辆所在车道的时刻;

[0024] 若所述 $t+n$ 时刻不大于所述时间阈值,则根据多个第三位移范围和所述第一侵占度衰减系数获得所述移动物体在ST坐标系上的侵占区域,所述第一侵占度衰减系数用于计算所述侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述多个第三位移范围包括在所述 m_3 时刻得到的第三位移范围。

[0025] 可以看出,相较于根据障碍物体的运动参数和长度获得障碍物体在ST坐标系上的障碍区域,障碍区域仅仅为障碍物体本身在ST坐标系上所占据的区域,在本申请实施例中,自动驾驶纵向规划装置在移动物体即将穿过目标车辆所在车道且穿过时移动物体在目标车辆前方,根据第一运动参数、尺寸参数、预设距离值、时间阈值和第一侵占度衰减系数获得移动物体在ST坐标系上的侵占区域。由于侵占度用于指示移动物体在侵占度对应的位置点对目标车辆的正常行驶造成危险的概率,以及侵占区域包括与移动物体之间的距离不大于预设距离值的所有位置点在ST坐标系上所占据的区域,因此移动物体在ST坐标系上的侵占区域能够更加准确反映出 T_3 时刻至 $t+n$ 时刻(不大于时间阈值)移动物体对目标车辆的正常行驶造成碰撞危险和潜在碰撞危险的情况,这样有助于提高自动驾驶纵向规划的准确

性。

[0026] 在一些可能实施方式中,所述预设参数还包括第三侵占度衰减系数,所述方法还包括:

[0027] 若所述 $t+n$ 时刻大于所述时间阈值,则根据多个第三位移范围、所述第一侵占度衰减系数和所述第三侵占度衰减系数获得所述移动物体在ST坐标系上的侵占区域,所述侵占区域包括第三子侵占区域和第四子侵占区域,所述第三子侵占区域中的每个位置点的横坐标均不大于所述时间阈值,所述第四子侵占区域中的每个位置点的横坐标均大于所述时间阈值,所述第一侵占度衰减系数用于计算所述第三子侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述第三侵占度衰减系数用于计算所述第四子侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述多个第三位移范围包括在所述 m_3 时刻得到的第三位移范围。

[0028] 可以看出,相较于根据障碍物体的运动参数和长度获得障碍物体在ST坐标系上的障碍区域,障碍区域仅仅为障碍物体本身在ST坐标系上所占据的区域,在本申请实施例中,自动驾驶纵向规划装置在移动物体即将穿过目标车辆所在车道且穿过时移动物体在目标车辆前方,根据第一运动参数、尺寸参数、预设距离值、时间阈值、第一侵占度衰减系数和第三侵占度衰减系数获得移动物体在ST坐标系上的侵占区域。由于侵占度用于指示移动物体在侵占度对应的位置点对目标车辆的正常行驶造成危险的概率,以及侵占区域包括与移动物体之间的距离不大于预设距离值的所有位置点在ST坐标系上所占据的区域,因此移动物体在ST坐标系上的侵占区域能够更加准确反映出 T_3 时刻至 $t+n$ 时刻(大于时间阈值)移动物体对目标车辆的正常行驶造成碰撞危险和潜在碰撞危险的情况,这样有助于提高自动驾驶纵向规划的准确性。

[0029] 在一些可能实施方式中,所述目标车辆的移动参数包括第二运动参数和第一位置点,所述第一位置点为所述ST坐标系的原点,所述根据所述目标车辆的移动参数和所述侵占区域获得所述目标车辆在所述ST坐标系上的运动曲线,包括:

[0030] 根据所述第二运动参数、所述第一位置点和所述侵占区域获得所述 $t+1$ 时刻至所述 $t+n$ 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的 n 个第二位置点;

[0031] 根据所述第一位置点和所述 n 个第二位置点获得所述目标车辆在所述ST坐标系上的初始运动曲线;

[0032] 对所述初始运动曲线执行滤波操作,得到所述目标车辆在所述ST坐标系上的运动曲线。

[0033] 可以看出,在本申请实施例中,由于侵占区域能够更加准确反应出移动物体对目标车辆的正常行驶造成碰撞危险和潜在碰撞危险的情况,因此自动驾驶纵向规划装置根据目标车辆的移动参数和侵占区域获得的 n 个第二位置点更加准确,进而根据第一位置点和 n 个第二位置点获得的初始运动曲线更加准确。此外,由于对初始运动曲线执行滤波操作,因此得到的目标车辆在ST坐标系上的运动曲线更加准确,这样有助于提高自动驾驶纵向规划的准确性。

[0034] 在一些可能实施方式中,所述根据所述第二运动参数、所述第一位置点和所述侵占区域获得所述 $t+1$ 时刻至所述 $t+n$ 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的 n 个第二位置点,包括:

[0035] 根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点(m_4 ,

S_{m4}) 和所述侵占区域获得所述m4时刻至m4+1时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m4} , 所述m4时刻为所述t时刻至t+n-1时刻中的任意一个;

[0036] 根据所述位置点 $(m4, S_{m4})$ 、所述m4时刻所述目标车辆的速率 V_{m4} 和所述加速度值 a_{m4} 获得所述m4+1时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的第二位置点;

[0037] 对所述t+1时刻至所述t+n时刻中除所述m4时刻之外的(n-1)个时刻执行相同操作, 得到所述目标车辆在所述ST坐标系上的(n-1)个第二位置点。

[0038] 可以看出, 在本申请实施例中, 自动驾驶纵向规划装置根据m4时刻目标车辆在ST坐标系上的位置点 $(m4, S_{m4})$ 、m4时刻目标车辆的速率 V_{m4} 和m4时刻至m4+1时刻目标车辆的加速度值 a_{m4} 获得m4+1时刻目标车辆在ST坐标系上的第二位置点。由于侵占区域能够更加准确反映出移动物体对目标车辆的正常行驶造成碰撞危险和潜在碰撞危险的情况, 因此获得的m4+1时刻目标车辆在ST坐标系上的第二位置点更加准确, 这样有助于提高自动驾驶纵向规划的准确性。

[0039] 在一些可能实施方式中, 所述第二运动参数包括最大加速度值 a_{max} 、最小加速度值 a_{min} 和速率上限值, 所述根据所述第二运动参数、m4时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 $(m4, S_{m4})$ 和所述侵占区域获得所述m4时刻至m4+1时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m4} , 包括:

[0040] 根据所述第二运动参数、m4时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 $(m4, S_{m4})$ 和所述侵占区域获得所述m4时刻所述目标车辆的抢行临界加速度值a1、避让临界加速度值a2和抢行临界速率;

[0041] 若所述抢行临界速率不大于所述速率上限值, 则将 $[a_{min}, a2] \cup [a1, a_{max}]$ 中的任意一个加速度值确定为所述m4时刻至m4+1时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m4} ;

[0042] 若所述抢行临界速率大于所述速率上限值, 则将 $[a_{min}, a2]$ 中的任意一个加速度值确定为所述m4时刻至m4+1时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m4} 。

[0043] 可以看出, 在本申请实施例中, 自动驾驶纵向规划装置根据m4时刻目标车辆的抢行临界加速度值a1、避让临界加速度值a2、抢行临界速率和第二运动参数获得m4时刻至m4+1时刻目标车辆的加速度值 a_{m4} 。由于侵占区域能够更加准确反映出移动物体对目标车辆的正常行驶造成碰撞危险和潜在碰撞危险的情况, 因此获得的m4时刻至m4+1时刻目标车辆的加速度值 a_{m4} 更加准确, 这样有助于提高自动驾驶纵向规划的准确性。

[0044] 在一些可能实施方式中, 所述第二运动参数包括最大加速度值 a_{max} 、最小加速度值 a_{min} 和速率上限值, 所述根据所述第二运动参数、m4时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 $(m4, S_{m4})$ 和所述侵占区域获得所述m4时刻至m4+1时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m4} , 包括:

[0045] 根据所述第二运动参数、m4时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 $(m4, S_{m4})$ 和所述侵占区域获得所述m4时刻所述目标车辆的抢行临界加速度值a1、避让临界加速度值a2和抢行临界速率;

[0046] 将所述最大加速度值 a_{max} 、所述最小加速度值 a_{min} 、所述速率上限值、所述抢行临界加速度值a1、所述避让临界加速度值a2和所述抢行临界速率输入神经网络模型进行计算, 得到所述m4时刻至m4+1时刻所述目标车辆的行车策略;

[0047] 若所述行车策略为抢行, 则将 $[a_{min}, a2] \cup [a1, a_{max}]$ 中的任意一个加速度值确定为

所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m_4} ;

[0048] 若所述行车策略为避让,则将 $[a_{\min}, a_2]$ 中的任意一个加速度值确定为所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m_4} 。

[0049] 可以看出,在本申请实施例中,自动驾驶纵向规划装置根据在 m_4 时刻目标车辆的抢行临界加速度值 a_1 、避让临界加速度值 a_2 、抢行临界速率和第二运动参数获得 m_4 时刻至 m_4+1 时刻目标车辆的加速度值 a_{m_4} 。由于侵占区域能够更加准确反映出移动物体对目标车辆的正常行驶造成碰撞危险和潜在碰撞危险的情况,因此获得的 m_4 时刻至 m_4+1 时刻目标车辆的加速度值 a_{m_4} 更加准确,这样有助于提高自动驾驶纵向规划的准确性。

[0050] 在一些可能实施方式中,所述根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 (m_4, S_{m_4}) 和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻所述目标车辆的抢行临界加速度值 a_1 、避让临界加速度值 a_2 和抢行临界速率,包括:

[0051] 根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 (m_4, S_{m_4}) 和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻所述目标车辆对应的抢行临界曲线和避让临界曲线;

[0052] 根据所述抢行临界曲线获得所述 m_4 时刻所述目标车辆的抢行临界加速度值 a_1 ;

[0053] 根据所述避让临界曲线获得所述 m_4 时刻所述目标车辆的避让临界加速度值 a_2 ;

[0054] 将所述抢行临界曲线的最大斜率值确定为所述 m_4 时刻所述目标车辆的抢行临界速率,所述最大斜率值对应的位置点在所述侵占区域内。

[0055] 可以看出,在本申请实施例中,自动驾驶纵向规划装置根据 m_4 时刻目标车辆对应的抢行临界曲线和避让临界曲线获得 m_4 时刻目标车辆的抢行临界加速度值 a_1 、避让临界加速度值 a_2 和抢行临界速率。由于侵占区域能够更加准确反映出移动物体对目标车辆的正常行驶造成碰撞危险和潜在碰撞危险的情况,因此获得的 m_4 时刻目标车辆的抢行临界加速度值 a_1 、避让临界加速度值 a_2 和抢行临界速率更加准确,这样有助于提高自动驾驶纵向规划的准确性。

[0056] 在一些可能实施方式中,所述根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 (m_4, S_{m_4}) 和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻所述目标车辆对应的抢行临界曲线和避让临界曲线,包括:

[0057] 根据所述速率 V_{m_4} 、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 (m_4, S_{m_4}) 和 M_1 个加速度值获得所述 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的 M_1 条抛物线,所述 M_1 条抛物线与所述 M_1 个加速度值一一对应,所述 M_1 个加速度值的取值范围为 $[a_{\min}, a_{\max}]$,所述 M_1 为正整数;

[0058] 从所述 M_1 条抛物线中选取与所述侵占区域相交的 M_2 条抛物线,以及根据所述 M_2 条抛物线确定 M_2 个目标侵占度,所述 M_2 个目标侵占度与所述 M_2 条抛物线一一对应,所述 M_2 个目标侵占度均小于预设侵占度,所述 M_2 为小于或等于 M_1 的正整数;

[0059] 根据所述 M_2 个目标侵占度获得所述 m_4 时刻所述目标车辆对应的抢行临界曲线和避让临界曲线。

[0060] 可以看出,在本申请实施例中,自动驾驶纵向规划装置根据第二运动参数、 m_4 时刻目标车辆在ST坐标系上的位置点 (m_4, S_{m_4}) 和侵占区域获得 m_4 时刻目标车辆对应的抢行临界曲线和避让临界曲线。由于侵占区域能够更加准确反映出移动物体对目标车辆的正常行驶造成碰撞危险和潜在碰撞危险的情况,因此获得的 m_4 时刻目标车辆对应的抢行临界曲线和

避让临界曲线更加准确,这样有助于提高自动驾驶纵向规划的准确性。

[0061] 第二方面,本申请实施例提供一种自动驾驶纵向规划装置,所述装置用于执行第一方面的任意一种方法的部分或全部步骤。

[0062] 第三方面,本申请实施例提供一种自动驾驶纵向规划装置,所述自动驾驶纵向规划装置包括相互耦合的处理器、通信接口和存储器,其中:

[0063] 所述处理器,用于在 t 时刻,根据移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间(Arc length and time,ST)坐标系上的侵占区域,所述侵占区域中的各个位置点分别对应一个侵占度,所述侵占度用于指示所述移动物体在所述侵占度对应的位置点对目标车辆的正常行驶造成危险的概率;

[0064] 所述处理器,还用于根据所述目标车辆的移动参数和所述侵占区域获得所述目标车辆在所述ST坐标系上的运动曲线;

[0065] 所述处理器,还用于根据所述运动曲线获得所述目标车辆在 $t+1$ 时刻至 $t+n$ 时刻中的每个时刻的速率,所述 $t+n$ 时刻为所述移动物体对所述目标车辆的正常行驶不造成危险的时刻,所述速率用于对所述目标车辆进行自动驾驶纵向规划, n 为大于1的整数。

[0066] 第四方面,本申请实施例提供一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序被硬件(例如处理器等)执行,以实现本申请实施例中由所述自动驾驶纵向规划装置执行的任意一种方法的部分或全部步骤。

[0067] 第五方面,本申请实施例提供一种包括指令的计算机程序产品,当所述计算机程序产品在自动驾驶纵向规划装置上运行时,使得所述自动驾驶纵向规划装置执行以上各方面的所述自动驾驶纵向规划方法的部分或全部步骤。

[0068] 第六方面,本申请提供一种芯片,所述芯片包括处理器与数据接口,所述处理器通过所述数据接口读取存储器上存储的指令,执行第一方面中的方法。

[0069] 可选地,作为一种实现方式,所述芯片还可以包括存储器,所述存储器中存储有指令,所述处理器用于执行所述存储器上存储的指令,当所述指令被执行时,所述处理器用于执行第一方面中的方法。

[0070] 第七方面,本申请提供一种智能驾驶车辆,该智能驾驶车辆包括上述第二方面中任意一种自动驾驶纵向规划装置。

附图说明

[0071] 为了更清楚地说明本申请实施例或背景技术中的技术方案,下面将对本申请实施例或背景技术中所需要使用的附图进行说明。

[0072] 图1A是本申请实施例提供的第一种自动驾驶纵向规划的场景示意图;

[0073] 图1B是本申请实施例提供的第二种自动驾驶纵向规划的场景示意图;

[0074] 图1C是本申请实施例提供的第三种自动驾驶纵向规划的场景示意图;

[0075] 图1D是本申请实施例提供的第四种自动驾驶纵向规划的场景示意图;

[0076] 图1E是本申请实施例提供的第五种自动驾驶纵向规划的场景示意图;

[0077] 图1F是本申请实施例提供的第六种自动驾驶纵向规划的场景示意图;

[0078] 图1G是本申请实施例提供的第七种自动驾驶纵向规划的场景示意图;

[0079] 图2A是本申请实施例提供的第一种自动驾驶纵向规划方法的流程示意图;

- [0080] 图2B是本申请实施例提供的第一种自动驾驶纵向规划的参数示意图；
- [0081] 图2C是本申请实施例提供的第一种移动物体在ST坐标系上的侵占区域示意图；
- [0082] 图2D是本申请实施例提供的第二种自动驾驶纵向规划的参数示意图；
- [0083] 图2E是本申请实施例提供的第二种移动物体在ST坐标系上的侵占区域示意图；
- [0084] 图2F是本申请实施例提供的第三种自动驾驶纵向规划的参数示意图；
- [0085] 图2G是本申请实施例提供的第三种移动物体在ST坐标系上的侵占区域示意图；
- [0086] 图2H是本申请实施例提供的第四种移动物体在ST坐标系上的侵占区域示意图；
- [0087] 图2I是本申请实施例提供的一种目标车辆在ST坐标系上的初始运动曲线。
- [0088] 图2J是本申请实施例提供的一种目标车辆的抢行临界速率的示意图；
- [0089] 图2K是本申请实施例提供的一种目标车辆对应的抢行临界曲线和避让临界曲线的示意图；
- [0090] 图3是本申请实施例提供的第二种自动驾驶纵向规划方法的流程示意图；
- [0091] 图4是本申请实施例提供的一种自动驾驶纵向规划装置的功能单元组成框图；
- [0092] 图5是本申请实施例提供的一种自动驾驶纵向规划装置的结构示意图。

具体实施方式

[0093] 下面结合本申请实施例中的附图对本申请实施例进行描述。

[0094] 参见图1A,图1A是本申请实施例提供的第一种自动驾驶纵向规划的场景示意图,包括移动物体(假设移动物体为非自动或自动驾驶的车辆1)和目标车辆(目标车辆为自动驾驶的车辆),车辆1的初始行驶方向与目标车辆的行驶方向存在交叉(如垂直交叉),车辆1即将从当前车道左转向或右转向汇入目标车辆所在车道,车辆1汇入目标车辆所在车道后其所处位置在目标车辆的前方,此时车辆1对目标车辆的正常行驶造成危险。其中,构成车辆1所在车道的两条车道线与构成目标车辆所在车道的两条车道线存在交叉。

[0095] 参见图1B,图1B是本申请实施例提供的第二种自动驾驶纵向规划的场景示意图,包括移动物体(假设移动物体为非自动或自动驾驶的车辆2)和目标车辆(目标车辆为自动驾驶的车辆),车辆2的初始行驶方向与目标车辆的行驶方向相同,车辆2即将从当前车道向左变道或向右变道汇入目标车辆所在车道,车辆2汇入目标车辆所在车道后其所处位置在目标车辆的前方,此时车辆2对目标车辆的正常行驶造成危险。如图1B所示,存在相互平行的车道线1、车道线2、车道线3和车道线4,车道线1和车道线2构成A车道,车道线2和车道线3构成B车道,车道线3和车道线4构成C车道,车辆2从A车道向右变道汇入目标车辆所在的B车道,或者,车辆2从C车道向左变道汇入目标车辆所在的B车道。

[0096] 参见图1C,图1C是本申请实施例提供的第三种自动驾驶纵向规划的场景示意图,包括移动物体(假设移动物体为非自动或自动驾驶的车辆3)和目标车辆(目标车辆为自动驾驶的车辆),车辆3的初始行驶方向与目标车辆的行驶方向存在交叉(如垂直交叉),车辆3即将穿过目标车辆所在车道,车辆3穿过目标车辆所在车道时其所处位置在目标车辆的前方,此时车辆3对目标车辆的正常行驶造成危险。其中,构成车辆3所在车道的两条车道线与构成目标车辆所在车道的两条车道线存在交叉。

[0097] 参见图1D,图1D是本申请实施例提供的第四种自动驾驶纵向规划的场景示意图,包括移动物体(假设移动物体为车辆4和车辆5,车辆4和车辆5均为非自动或自动驾驶的车

辆)和目标车辆(目标车辆为自动驾驶的车辆),车辆4的初始行驶方向与目标车辆的行驶方向存在交叉(如垂直交叉),车辆4即将从当前车道左转向或右转向汇入目标车辆所在车道,车辆4汇入目标车辆所在车道后其所处位置在目标车辆的前方,车辆5的初始行驶方向与目标车辆的行驶方向相同,车辆5即将从当前车道向左变道或向右变道汇入目标车辆所在车道,车辆5汇入目标车辆所在车道后其所处位置在目标车辆的前方,此时车辆4和车辆5均对目标车辆的正常行驶造成危险。

[0098] 参见图1E,图1E是本申请实施例提供的第五种自动驾驶纵向规划的场景示意图,包括移动物体(假设移动物体为车辆6和车辆7,车辆6和车辆7均为非自动或自动驾驶的车辆)和目标车辆(目标车辆为自动驾驶的车辆),车辆6的初始行驶方向与目标车辆的行驶方向存在交叉(如垂直交叉),车辆6即将从当前车道左转向或右转向汇入目标车辆所在车道,车辆6汇入目标车辆所在车道后其所处位置在目标车辆的前方,车辆7的行驶方向与目标车辆的行驶方向存在交叉(如垂直交叉),车辆7即将穿过目标车辆所在车道,车辆7穿过目标车辆所在车道时其所处位置在目标车辆的前方,此时车辆6和车辆7均对目标车辆的正常行驶造成危险。

[0099] 参见图1F,图1F是本申请实施例提供的第六种自动驾驶纵向规划的场景示意图,包括移动物体(假设移动物体为车辆8和车辆9,车辆8和车辆9均为非自动或自动驾驶的车辆)和目标车辆(目标车辆为自动驾驶的车辆),车辆8的初始行驶方向与目标车辆的行驶方向相同,车辆8即将从当前车道向左变道或向右变道汇入目标车辆所在车道,车辆8汇入目标车辆所在车道后其所处位置在目标车辆的前方,车辆9的初始行驶方向与目标车辆的行驶方向存在交叉(如垂直交叉),车辆9即将穿过目标车辆所在车道,车辆9穿过目标车辆所在车道时其所处位置在目标车辆的前方,此时车辆8和车辆9均对目标车辆的正常行驶构成危险。

[0100] 参见图1G,图1G是本申请实施例提供的第七种自动驾驶纵向规划的场景示意图,包括移动物体(假设移动物体为车辆10、车辆11和车辆12,车辆10、车辆11和车辆12均为非自动或自动驾驶的车辆)和目标车辆(目标车辆为自动驾驶的车辆),车辆10的初始行驶方向与目标车辆的行驶方向存在交叉(如垂直交叉),车辆10即将从当前车道左转向或右转向汇入目标车辆所在车道,车辆10汇入目标车辆所在车道后其所处位置在目标车辆的前方,车辆11的初始行驶方向与目标车辆的行驶方向相同,车辆11即将从当前车道向左变道或向右变道汇入目标车辆所在车道,车辆11汇入目标车辆所在车道后其所处位置在目标车辆的前方,车辆12的初始行驶方向与目标车辆的行驶方向存在交叉(如垂直交叉),车辆12即将穿过目标车辆所在车道,车辆12穿过目标车辆所在车道时其所处位置在目标车辆的前方,此时车辆10、车辆11和车辆12均对目标车辆的正常行驶造成危险。

[0101] 参见图2A,图2A是本申请实施例提供的第一种自动驾驶纵向规划方法的流程示意图,该自动驾驶纵向规划方法包括步骤201-203,具体如下:

[0102] 201:在 t 时刻,自动驾驶纵向规划装置根据移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间(Arc length and time,ST坐标系上的侵占区域,所述侵占区域中的各个位置点分别对应一个侵占度,所述侵占度用于指示所述移动物体在所述侵占度对应的位置点对目标车辆的正常行驶造成危险的概率。

[0103] 其中, t 时刻为自动驾驶纵向规划装置检测到移动物体即将对目标车辆的正常行

驶造成危险的时刻。

[0104] 其中,移动物体可以为行人,也可以为自行车,还可以为非自动或自动驾驶的车辆,在此不作限定。

[0105] 其中,若位置点对应的侵占度为1,表示该位置点被移动物体本身所占据;若位置点对应的侵占度处于0~1,表示该位置点未被移动物体本身所占据但靠近移动物体本身,侵占度越大,越靠近移动物体本身。

[0106] 在一些可能实施方式中,侵占区域包括第一子侵占区域,移动物体的移动参数包括第一运动参数和尺寸参数,预设参数包括预设距离值、距离阈值和第一侵占度衰减系数,自动驾驶纵向规划装置根据移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间ST坐标系上的侵占区域,包括:

[0107] 若所述移动物体与所述目标车辆满足预设条件,则自动驾驶纵向规划装置根据所述第一运动参数、所述尺寸参数、所述预设距离值和所述距离阈值获得在 m_1 时刻所述移动物体在所述ST坐标系上的第一位移范围,所述 m_1 时刻为 T_1 时刻至 T_2 时刻中的任意一个,所述 T_1 时刻为所述移动物体前端驶入所述目标车辆所在车道的时刻,所述 T_2 时刻为所述移动物体后端与所述目标车辆前端之间的距离为所述距离阈值的时刻;其中,预设条件包括第一条件或第二条件,第一条件为:移动物体的行驶方向与目标车辆的行驶方向存在交叉、移动物体即将转向汇入目标车辆所在车道,且汇入后所述移动物体在目标车辆前方;第二条件为:移动物体的行驶方向与目标车辆的行驶方向相同、移动物体即将变道汇入目标车辆所在车道,且汇入后所述移动物体在目标车辆前方。

[0108] 自动驾驶纵向规划装置根据多个第一位移范围和所述第一侵占度衰减系数获得所述移动物体在ST坐标系上的所述第一子侵占区域,所述第一侵占度衰减系数用于计算所述第一子侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述多个第一位移范围包括在所述 m_1 时刻得到的第一位移范围。

[0109] 可以看出,相较于根据障碍物体的运动参数和长度获得障碍物体在ST坐标系上的障碍区域,障碍区域仅仅为障碍物体本身在ST坐标系上所占据的区域,在本申请实施例中,自动驾驶纵向规划装置在满足预设条件的两种自动驾驶纵向规划的场景下,根据第一运动参数、尺寸参数、预设距离值、距离阈值和第一侵占度衰减系数获得移动物体在ST坐标系上的侵占区域。由于侵占度用于指示移动物体在侵占度对应的位置点对目标车辆的正常行驶造成危险的概率,以及侵占区域包括与移动物体之间的距离不大于预设距离值的所有位置点在ST坐标系上所占据的侵占区域,因此移动物体在ST坐标系上的侵占区域能够更加准确反映出 T_1 时刻至 T_2 时刻移动物体对目标车辆的正常行驶造成碰撞危险和潜在碰撞危险的情况,这样有助于提高自动驾驶纵向规划的准确性。

[0110] 在一些可能实施方式中,侵占区域还包括第二子侵占区域,预设参数还包括第二侵占度衰减系数,所述方法还包括:

[0111] 自动驾驶纵向规划装置根据所述第一运动参数、所述尺寸参数、所述预设距离值和所述距离阈值获得在 m_2 时刻所述移动物体在所述ST坐标系上的第二位移范围,所述 m_2 时刻为所述 T_2 时刻至所述 $t+n$ 时刻中的任意一个;

[0112] 自动驾驶纵向规划装置根据多个第二位移范围和所述第二侵占度衰减系数获得所述移动物体在ST坐标系上的所述第二子侵占区域,所述第二侵占度衰减系数用于计算所

述第二子侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述多个第二位移范围包括在所述 m_2 时刻得到的第二位移范围。

[0113] 举例来说,如图2B所示,图2B为本申请实施例提供的第一种自动驾驶纵向规划的参数示意图,第一运动参数包括移动物体前端与目标车辆所在车道之间的距离 L_1 、 t 时刻移动物体的速率 V_t 、移动物体右转向汇入目标车辆所在车道的转弯半径 R_1 、移动物体右转向汇入目标车辆所在车道的转弯速率 $V_{t'}$ 、 t 时刻移动物体前端与目标车辆前端之间的距离 L_2 和 t 时刻移动物体与目标车辆在目标车辆的行驶方向上的夹角 α_1 ,尺寸参数包括移动物体的长度 a 。

[0114] 其中,预设距离值为常数,若移动物体与目标车辆之间的距离不大于预设距离值,则移动物体对目标车辆的正常行驶造成危险。

[0115] 其中,距离阈值为常数,移动物体本身在ST坐标系上所占据的区域中纵坐标不大于距离阈值的每个位置点对应的侵占度均为1,移动物体本身在ST坐标系上所占据的区域中纵坐标大于距离阈值的所有位置点对应的侵占度从1线性衰减至0。

[0116] 其中, $T_1 = t + L_1 / V_t$;

[0117] 其中, $T_2 = T_1 + (\pi \times R_1 / 2 + a) / V_{t'} + [L' - (L_2 \times \cos \alpha_1 + R_1)] / V_t$, L' 为距离阈值;

[0118] 其中,若 $T_1 \leq m_1 < T_1 + (\pi \times R_1 / 2 + a) / V_{t'}$,则 m_1 时刻移动物体在ST坐标系上的第一位移范围为: $[L_2 \times \cos \alpha_1 + a \times V_{t'} / (\pi \times R_1 / 2 + a) \times (m_1 - T_1) - L', L_2 \times \cos \alpha_1 + a \times V_{t'} / (\pi \times R_1 / 2 + a) \times (m_1 - T_1) + L']$, L' 为预设距离值。

[0119] 其中,若 $T_1 + (\pi \times R_1 / 2 + a) / V_{t'} \leq m_1 \leq T_2$,则 m_1 时刻移动物体在ST坐标系上的第一位移范围为: $[L_2 \times \cos \alpha_1 + R_1 + (m_1 - T_1 - 0.5 \times \pi \times R_1 / V_{t'} - a / V_{t'}) \times V_t - L', L_2 \times \cos \alpha_1 + R_1 + (m_1 - T_1 - 0.5 \times \pi \times R_1 / V_{t'} - a / V_{t'}) \times V_t + a + L']$ 。

[0120] 其中, m_2 时刻移动物体在ST坐标系上的第二位移范围为: $[L' + (m_2 - T_2) \times V_t - L', L' + (m_2 - T_2) \times V_t + a + L']$ 。

[0121] 其中, $t + n = T_2 + 1 / \beta_1 / V_t$, β_1 为移动物体本身在ST坐标系上所占据的区域中纵坐标大于距离阈值的所有位置点对应的侵占度衰减速率。

[0122] 举例来说,如图2C所示,图2C是本申请实施例提供的第一种移动物体在ST坐标系上的侵占区域示意图,第一种移动物体在ST坐标系上的侵占区域包括第一子侵占区域和第二子侵占区域,第一子侵占区域包括区域S1、区域S2和区域S3,第二子区域包括区域S4、区域S5和区域S6,其中:

[0123] 区域S1和区域S4为 T_1 时刻至 $t+n$ 时刻移动物体本身在ST坐标系上所占据的区域,区域S1中的每个位置点对应的侵占度均为1,区域S4中的所有位置点对应的侵占度沿第一射线的方向从1线性衰减至0,第一射线的斜率用于指示移动物体右转向汇入目标车辆所在车道后的速率;

[0124] 区域S2和区域S5为 T_1 时刻至 $t+n$ 时刻与移动物体前端之间的距离不大于预设距离值的所有位置点在ST坐标系上所占据的区域,区域S2中的所有位置点对应的侵占度沿第二射线的方向从1线性衰减至0,区域S5中的所有位置点对应的侵占度沿第二射线的方向线性衰减至0,第二射线的方向是第一射线的方向沿逆时针方向旋转 90° ;

[0125] 区域S3和区域S6为 T_1 时刻至 $t+n$ 时刻与移动物体后端之间的距离不大于预设距离值的所有位置点在ST坐标系上所占据的区域,区域S3中的所有位置点对应的侵占度沿第三

射线的方向从1线性衰减至0,区域S6中的所有位置点对应的侵占度沿第三射线的方向线性衰减至0,第三射线的方向是第一射线的方向沿顺时针方向旋转 90° 。

[0126] 举例来说,如图2D所示,图2D是本申请实施例提供的第二种自动驾驶纵向规划的参数示意图,第一运动参数包括t时刻移动物体后端与目标车辆前端之间的距离 L_3 、t时刻移动物体与目标车辆在目标车辆的行驶方向上的夹角 α_2 、t时刻移动物体的速率 V_t 、移动物体向右变道汇入目标车辆所在车道的变道夹角 α_3 和移动物体向右变道汇入目标车辆所在车道的变道速率 $V_{t'}$,尺寸参数包括移动物体的长度 a 。

[0127] 其中, $T_1=t$;

[0128] 其中, $T_2=t+L_3 \times \sin\alpha_2 / \sin\alpha_3 / V_{t'} + (L' - L_3 \times \cos\alpha_2 - L_3 \times \sin\alpha_2 / \tan\alpha_3) / V_t$, L' 为距离阈值;

[0129] 其中,若 $T_1 \leq m_1 < T_1 + L_3 \times \sin\alpha_2 / \sin\alpha_3 / V_{t'}$,则 m_1 时刻移动物体在ST坐标系上的第一位移范围为: $[L_3 \times \cos\alpha_2 + a \times \sin\alpha_3 \times V_{t'} / L_3 / \sin\alpha_2 \times (m_1 - T_1) - L'', L_3 \times \cos\alpha_2 + a \times \sin\alpha_3 \times V_{t'} / L_3 / \sin\alpha_2 \times (m_1 - T_1) + L'']$, L'' 为预设距离值。

[0130] 其中,若 $T_1 + L_3 \times \sin\alpha_2 / \sin\alpha_3 / V_{t'} \leq m_1 \leq T_2$,则 m_1 时刻移动物体在ST坐标系上的第一位移范围为: $[L_3 \times \cos\alpha_2 + L_3 \times \sin\alpha_2 / \tan\alpha_3 + (m_1 - T_1 - L_3 \times \sin\alpha_2 / \sin\alpha_3 / V_{t'}) \times V_t - L'', L_3 \times \cos\alpha_2 + L_3 \times \sin\alpha_2 / \tan\alpha_3 + (m_1 - T_1 - L_3 \times \sin\alpha_2 / \sin\alpha_3 / V_{t'}) \times V_t + a + L'']$ 。

[0131] 其中, m_2 时刻移动物体在ST坐标系上的第二位移范围为: $[L' + (m_2 - T_2) \times V_t - L'', L' + (m_2 - T_2) \times V_t + a + L'']$ 。

[0132] 举例来说,如图2E所示,图2E是本申请实施例提供的第二种移动物体在ST坐标系上的侵占区域示意图,第二种移动物体在ST坐标系上的侵占区域包括第一子侵占区域和第二子侵占区域,第一子侵占区域包括区域S7、区域S8和区域S9,第二子区域包括区域S10、区域S11和区域S12,其中:

[0133] 区域S7和区域S10为 T_1 时刻至 $t+n$ 时刻移动物体本身在ST坐标系上所占据的区域,区域S7中的每个位置点对应的侵占度均为1,区域S10中的所有位置点对应的侵占度沿第一射线的方向从1线性衰减至0,第一射线的斜率用于指示移动物体向右变道汇入目标车辆所在车道后的速率;

[0134] 区域S8和区域S11为 T_1 时刻至 $t+n$ 时刻与移动物体前端之间的距离不大于预设距离值的所有位置点在ST坐标系上所占据的区域,区域S8中的所有位置点对应的侵占度沿第二射线的方向从1线性衰减至0,区域S11中的所有位置点对应的侵占度沿第二射线的方向线性衰减至0,第二射线的方向是第一射线的方向沿逆时针旋转 90° ;

[0135] 区域S9和区域S12为 T_1 时刻至 $t+n$ 时刻与移动物体后端之间的距离不大于预设距离值的所有位置点在ST坐标系上所占据的区域,区域S9中的所有位置点对应的侵占度沿第三射线的方向从1线性衰减至0,区域S12中的所有位置点对应的侵占度沿第三射线的方向线性衰减至0,第三射线的方向是第一射线的方向沿顺时针旋转 90° 。

[0136] 可以看出,相较于根据障碍物体的运动参数和长度获得障碍物体在ST坐标系上的障碍区域,障碍区域仅仅为障碍物体本身在ST坐标系上所占据的区域,在本申请实施例中,自动驾驶纵向规划装置在满足预设条件的两种自动驾驶纵向规划的场景下,根据第一运动参数、尺寸参数、预设距离值、距离阈值、第一侵占度衰减系数和第二侵占度衰减系数获得移动物体在ST坐标系上的侵占区域。由于侵占度用于指示移动物体在侵占度对应的位置点

对目标车辆的正常行驶造成危险的概率,以及侵占区域包括与移动物体之间的距离不大于预设距离值的所有位置点在ST坐标系上所占据的侵占区域,因此移动物体在ST坐标系上的侵占区域能够更加准确反映出T1时刻至t+n时刻移动物体对目标车辆的正常行驶造成碰撞危险和潜在碰撞危险的情况,这样有助于提高自动驾驶纵向规划的准确性。

[0137] 在一些可能实施方式中,移动物体的移动参数包括第一运动参数和尺寸参数,预设参数包括预设距离值、时间阈值和第一侵占度衰减系数,自动驾驶纵向规划装置根据移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间ST坐标系上的侵占区域,包括:

[0138] 若所述移动物体与所述目标车辆行驶方向存在交叉、所述移动物体即将穿过所述目标车辆所在车道,且穿过时所述移动物体在所述目标车辆前方,则自动驾驶纵向规划装置根据所述第一运动参数、所述尺寸参数和所述预设距离值获得在m3时刻所述移动物体在所述ST坐标系上的第三位移范围,所述m3时刻为T3时刻至所述t+n时刻中的任意一个,所述T3时刻为所述移动物体前端驶入所述目标车辆所在车道的时刻;

[0139] 若所述t+n时刻不大于所述时间阈值,则自动驾驶纵向规划装置根据多个第三位移范围和所述第一侵占度衰减系数获得所述移动物体在ST坐标系上的侵占区域,所述第一侵占度衰减系数用于计算所述侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述多个第三位移范围包括在所述m3时刻得到的第三位移范围。

[0140] 可以看出,相较于根据障碍物体的运动参数和长度获得障碍物体在ST坐标系上的障碍区域,障碍区域仅仅为障碍物体本身在ST坐标系上所占据的区域,在本申请实施例中,自动驾驶纵向规划装置在移动物体即将穿过目标车辆所在车道且穿过时移动物体在目标车辆前方,根据第一运动参数、尺寸参数、预设距离值、时间阈值和第一侵占度衰减系数获得移动物体在ST坐标系上的侵占区域。由于侵占度用于指示移动物体在侵占度对应的位置点对目标车辆的正常行驶造成危险的概率,以及侵占区域包括与移动物体之间的距离不大于预设距离值的所有位置点在ST坐标系上所占据的区域,因此移动物体在ST坐标系上的侵占区域能够更加准确反映出T3时刻至t+n时刻(不大于时间阈值)移动物体对目标车辆的正常行驶造成碰撞危险和潜在碰撞危险的情况,这样有助于提高自动驾驶纵向规划的准确性。

[0141] 在一些可能实施方式中,所述预设参数还包括第三侵占度衰减系数,所述方法还包括:

[0142] 若所述t+n时刻大于所述时间阈值,则自动驾驶纵向规划装置根据多个第三位移范围、所述第一侵占度衰减系数和所述第三侵占度衰减系数获得所述移动物体在ST坐标系上的侵占区域,所述侵占区域包括第三子侵占区域和第四子侵占区域,所述第三子侵占区域中的每个位置点的横坐标均不大于所述时间阈值,所述第四子侵占区域中的每个位置点的横坐标均大于所述时间阈值,所述第一侵占度衰减系数用于计算所述第三子侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述第三侵占度衰减系数用于计算所述第四子侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述多个第三位移范围包括在所述m3时刻得到的第三位移范围。

[0143] 举例来说,如图2F所示,图2F是本申请实施例提供的第三种自动驾驶纵向规划参数示意图,第一运动参数包括t时刻移动物体前端与目标车辆前端之间的距离L4、t时刻移动物体与目标车辆在目标车辆的行驶方向上的夹角 α_4 ,t时刻移动物体前端与目标车辆

所在车道的最近距离 L_5 、 t 时刻移动物体前端与目标车辆所在车道的最远距离 L_6 和 t 时刻移动物体的速率 V_t ，尺度参数包括移动物体的长度 a 和宽度 b 。

[0144] 其中， $T_3 = t + L_5 / V_t$ ；

[0145] 其中， m_3 时刻移动物体在ST坐标系上的第三位移范围为： $[L_4 \times \cos\alpha_4 - b/2 - L'', L_4 \times \cos\alpha_4 + b/2 + L'']$ ， L'' 为预设距离值。

[0146] 其中，时间阈值为常数，移动物体本身在ST坐标系上所占据的区域中横坐标不大于时间阈值的每个位置点对应的侵占度均为1，移动物体本身在ST坐标系上所占据的区域中横坐标大于时间阈值的所有位置点对应的侵占度从1线性衰减至0。

[0147] 其中， $t+n = t + (L_6 + a) / V_t + 1/\beta_2 / V_t$ ， β_2 为移动物体本身在ST坐标系上所占据的区域中横坐标大于距离阈值的所有位置点对应的侵占度衰减速率。

[0148] 举例来说，如图2G所示，图2G是本申请实施例提供的第三种移动物体在ST坐标系上的侵占区域示意图，第三种移动物体在ST坐标系上的侵占区域包括区域S13、区域S14和区域S15，区域S13、区域S14和区域S15中的任意一个区域中的每个位置点的横坐标均不大于时间阈值，其中：

[0149] 区域S13为 T_3 时刻至 $t+n$ 时刻移动物体本身在ST坐标系上所占据的区域，区域S13中的每个位置点对应的侵占度均为1；

[0150] 区域S14为 T_3 时刻至 $t+n$ 时刻与移动物体右侧之间的距离不大于预设距离值的所有位置点在ST坐标系上所占据的区域，区域S14中的所有位置点对应的侵占度沿纵轴正方向从1线性衰减至0；

[0151] 区域S15为 T_3 时刻至 $t+n$ 时刻与移动物体左侧之间的距离不大于预设距离值的所有位置点在ST坐标系上所占据的区域，区域S15中的所有位置点对应的侵占度沿纵轴负方向从1线性衰减至0。

[0152] 举例来说，如图2H所示，图2H是本申请实施例提供的第四种移动物体在ST坐标系上的侵占区域示意图，第四种移动物体在ST坐标系上的侵占区域包括第三子侵占区域和第四子侵占区域，第三子侵占区域包括区域S16、区域S17和区域S18，第四子侵占区域包括区域S19、区域S20和区域S21，区域S16、区域S17和区域S18中的任意一个区域中的每个位置点的横坐标均不大于时间阈值，区域S19、区域S20和区域S21中的任意一个区域中的每个位置点的横坐标均大于时间阈值，其中：

[0153] 区域S16和区域S19为 T_3 时刻至 $t+n$ 时刻移动物体本身在ST坐标系上所占据的区域，区域S16中的每个位置点对应的侵占度均为1，区域S19中的所有位置点对应的侵占度沿横轴正方向从1线性衰减至0；

[0154] 区域S17和区域S20为 T_3 时刻至 $t+n$ 时刻与移动物体右侧之间的距离不大于预设距离值的所有位置点在ST坐标系上所占据的区域，区域S17中的所有位置点对应的侵占度沿纵轴正方向从1线性衰减至0，区域S20中的所有位置点对应的侵占度沿纵轴正方向线性衰减至0；

[0155] 区域S18和区域S21为 T_3 时刻至 $t+n$ 时刻与移动物体左侧之间的距离不大于预设距离值的所有位置点在ST坐标系上所占据的区域，区域S18中的所有位置点对应的侵占度沿纵轴负方向从1线性衰减至0，区域S21中的所有位置点对应的侵占度沿纵轴负方向线性衰减至0。

[0156] 可以看出,相较于根据障碍物体的运动参数和长度获得障碍物体在ST坐标系上的障碍区域,障碍区域仅仅为障碍物体本身在ST坐标系上所占据的区域,在本申请实施例中,自动驾驶纵向规划装置在移动物体即将穿过目标车辆所在车道且穿过时移动物体在目标车辆前方,根据第一运动参数、尺寸参数、预设距离值、时间阈值、第一侵占度衰减系数和第三侵占度衰减系数获得移动物体在ST坐标系上的侵占区域。由于侵占度用于指示移动物体在侵占度对应的位置点对目标车辆的正常行驶造成危险的概率,以及侵占区域包括与移动物体之间的距离不大于预设距离值的所有位置点在ST坐标系上所占据的区域,因此移动物体在ST坐标系上的侵占区域能够更加准确反映出T3时刻至 $t+n$ 时刻(大于时间阈值)移动物体对目标车辆的正常行驶造成碰撞危险和潜在碰撞危险的情况,这样有助于提高自动驾驶纵向规划的准确性。

[0157] 202:自动驾驶纵向规划装置根据所述目标车辆的移动参数和所述侵占区域获得所述目标车辆在所述ST坐标系上的运动曲线。

[0158] 其中,运动曲线是 t 时刻至 $t+n$ 时刻目标车辆在ST坐标系上的 $n+1$ 个位置点的连线。

[0159] 在一些可能实施方式中,目标车辆的移动参数包括第二运动参数和第一位置点,第一位置点为所述ST坐标系的原点,自动驾驶纵向规划装置根据所述目标车辆的移动参数和所述侵占区域获得所述目标车辆在所述ST坐标系上的运动曲线,包括:

[0160] 自动驾驶纵向规划装置根据所述第二运动参数、所述第一位置点和所述侵占区域获得所述 $t+1$ 时刻至所述 $t+n$ 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的 n 个第二位置点;

[0161] 自动驾驶纵向规划装置根据所述第一位置点和所述 n 个第二位置点获得所述目标车辆在所述ST坐标系上的初始运动曲线;

[0162] 自动驾驶纵向规划装置对所述初始运动曲线执行滤波操作,得到所述目标车辆在所述ST坐标系上的运动曲线。

[0163] 具体地,自动驾驶纵向规划装置根据第一位置点和 n 个第二位置点获得目标车辆在ST坐标系上的初始运动曲线的实施方式可以为:

[0164] 自动驾驶纵向规划装置对第一位置点和第1个第二位置点执行第1次连接操作;

[0165] 在第1次连接操作结束后,自动驾驶纵向规划装置对第 i 个第二位置点和第 $i+1$ 个第二位置点执行第 $i+1$ 次连接操作;

[0166] 在第 $i+1$ 次连接操作结束后,自动驾驶纵向规划装置对第 $i+1$ 个第二位置点和第 $i+2$ 个第二位置点执行第 $i+2$ 次连接操作;

[0167] 直到 $i=n-1$,自动驾驶纵向规划装置得到目标车辆在ST坐标系上的初始运动曲线, i 是初始值为1,以1为间隔的递增整数。

[0168] 其中,滤波包括空间滤波和/或时间滤波,空间滤波包括高斯滤波、巴特沃斯滤波、滑动平均滤波、限幅滤波等,时间滤波包括高斯滤波、巴特沃斯滤波、滑动平均滤波、限幅滤波等。

[0169] 举例来说,如图2I所示,图2I是本申请实施例提供的一种目标车辆在ST坐标系上的初始运动曲线,该目标车辆在ST坐标系上的初始运动曲线包括依次连接的第一位置点、第二位置点1、第二位置点2、第二位置点3、第二位置点4、第二位置点5、第二位置点6和第二位置点7。

[0170] 可以看出,在本申请实施例中,由于侵占区域能够更加准确反应出移动物体对目

标车辆的正常行驶造成碰撞危险和潜在碰撞危险的情况,因此自动驾驶纵向规划装置根据目标车辆的移动参数和侵占区域获得的n个第二位置点更加准确,进而根据第一位置点和n个第二位置点获得的初始运动曲线更加准确。此外,由于对初始运动曲线执行滤波操作,因此得到的目标车辆在ST坐标系上的运动曲线更加准确,这样有助于提高自动驾驶纵向规划的准确性。

[0171] 在一些可能实施方式中,自动驾驶纵向规划装置根据所述第二运动参数、所述第一位置点和所述侵占区域获得所述t+1时刻至所述t+n时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的n个第二位置点,包括:

[0172] 自动驾驶纵向规划装置根据所述第二运动参数、m4时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 $(m4, S_{m4})$ 和所述侵占区域获得所述m4时刻至m4+1时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m4} ,所述m4时刻为所述t时刻至t+n-1时刻中的任意一个;

[0173] 自动驾驶纵向规划装置根据所述位置点 $(m4, S_{m4})$ 、所述m4时刻所述目标车辆的速率 V_{m4} 和所述加速度值 a_{m4} 获得所述m4+1时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的第二位置点;

[0174] 自动驾驶纵向规划装置对所述t+1时刻至所述t+n时刻中除所述m4时刻之外的(n-1)个时刻执行相同操作,得到所述目标车辆在所述ST坐标系上的(n-1)个第二位置点。

[0175] 其中,m4+1时刻目标车辆的速率 V_{m4+1} 是根据m4时刻目标车辆的速率 V_{m4} 、m4时刻至m4+1时刻目标车辆的加速度值 a_{m4} 和速率公式确定的。

[0176] 其中,速率公式为:

[0177] $V_{m4+1} = V_{m4} + a_{m4} \times (m4+1 - m4)$,

[0178] V_{m4+1} 为m4+1时刻目标车辆的速率, V_{m4} 为m4时刻目标车辆的速率, a_{m4} 为m4时刻至m4+1时刻目标车辆的加速度值。

[0179] 具体地,自动驾驶纵向规划装置根据位置点 $(m4, S_{m4})$ 、m4时刻目标车辆的速率 V_{m4} 和加速度值 a_{m4} 获得m4+1时刻目标车辆在ST坐标系上的第二位置点的实施方式可以为:

[0180] 自动驾驶纵向规划装置根据位置点 $(m4, S_{m4})$ 、m4时刻目标车辆的速率 V_{m4} 、加速度值 a_{m4} 和位置公式获得m4+1时刻目标车辆在ST坐标系上的第二位置点。

[0181] 其中,位置公式为:

[0182] $S_{m4+1} = S_{m4} + V_{m4} \times (m4+1 - m4) + 0.5 \times a_{m4} \times (m4+1 - m4)^2$,

[0183] S_{m4+1} 为m4+1时刻目标车辆在ST坐标系上的第二位置点, $S_{m4=t}$ 为t时刻目标车辆在ST坐标系上的第一位置点, $S_{m4 \neq t}$ 为m4时刻目标车辆在ST坐标系上的第二位置点, V_{m4} 为m4时刻目标车辆的速率, a_{m4} 为m4时刻至m4+1时刻目标车辆的加速度值。

[0184] 可以看出,在本申请实施例中,自动驾驶纵向规划装置根据m4时刻目标车辆在ST坐标系上的位置点 $(m4, S_{m4})$ 、m4时刻目标车辆的速率 V_{m4} 和m4时刻至m4+1时刻目标车辆的加速度值 a_{m4} 获得m4+1时刻目标车辆在ST坐标系上的第二位置点。由于侵占区域能够更加准确反映出移动物体对目标车辆的正常行驶造成碰撞危险和潜在碰撞危险的情况,因此获得的m4+1时刻目标车辆在ST坐标系上的第二位置点更加准确,这样有助于提高自动驾驶纵向规划的准确性。

[0185] 在一些可能实施方式中,第二运动参数包括最大加速度值 a_{max} 、最小加速度值 a_{min} 和速率上限值,自动驾驶纵向规划装置根据所述第二运动参数、m4时刻所述目标车辆在所

述ST坐标系上的位置点 (m_4, S_{m_4}) 和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m_4} ,包括:

[0186] 自动驾驶纵向规划装置根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 (m_4, S_{m_4}) 和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻所述目标车辆的抢行临界加速度值 a_1 、避让临界加速度值 a_2 和抢行临界速率;

[0187] 若所述抢行临界速率不大于所述速率上限值,则自动驾驶纵向规划装置将 $[a_{\min}, a_2] \cup [a_1, a_{\max}]$ 中的任意一个加速度值确定为所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m_4} ;

[0188] 若所述抢行临界速率大于所述速率上限值,则自动驾驶纵向规划装置将 $[a_{\min}, a_2]$ 中的任意一个加速度值确定为所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m_4} 。

[0189] 其中,速率上限值是目标车辆所在车道的限速值、目标车辆的转弯速率和目标车辆自身所能达到的最大速率值三者中最小的,目标车辆的转弯速率等于目标车辆转弯时的转弯半径 R_2 与向心加速度 a_n 的乘积的 $1/2$ 次方。

[0190] 可以看出,在本申请实施例中,自动驾驶纵向规划装置根据 m_4 时刻目标车辆的抢行临界加速度值 a_1 、避让临界加速度值 a_2 、抢行临界速率和第二运动参数获得 m_4 时刻至 m_4+1 时刻目标车辆的加速度值 a_{m_4} 。由于侵占区域能够更加准确反映出移动物体对目标车辆的正常行驶造成碰撞危险和潜在碰撞危险的情况,因此获得的 m_4 时刻至 m_4+1 时刻目标车辆的加速度值 a_{m_4} 更加准确,这样有助于提高自动驾驶纵向规划的准确性。

[0191] 其中,若抢行临界速率不大于速率上限值,则 m_4 时刻至 m_4+1 时刻目标车辆的加速度值 a_{m_4} 为最大加速度值 a_{\max} 或者 $[a_{\min}, a_2] \cup [a_1, a_{\max}]$ 中除最大加速度值 a_{\max} 之外的任意一个加速度值。

[0192] 可见,在本示例中,相较于 m_4 时刻至 m_4+1 时刻目标车辆的加速度值 a_{m_4} 为 $[a_{\min}, a_2] \cup [a_1, a_{\max}]$ 中除最大加速度值 a_{\max} 之外的任意一个加速度值, m_4 时刻至 m_4+1 时刻目标车辆的加速度值 a_{m_4} 为最大加速度值 a_{\max} ,这样使得目标车辆加快摆脱移动物体对目标车辆造成的危险。

[0193] 其中,若抢行临界速率大于速率上限值,则 m_4 时刻至 m_4+1 时刻目标车辆的加速度值 a_{m_4} 为避让临界加速度值 a_2 或者 $[a_{\min}, a_2]$ 中除避让临界加速度值 a_2 之外的任意一个加速度值。

[0194] 可见,在本示例中, m_4 时刻至 m_4+1 时刻目标车辆的加速度值 a_{m_4} 为 $[a_{\min}, a_2]$ 中除避让临界加速度值 a_2 之外的任意一个加速度值, m_4 时刻至 m_4+1 时刻目标车辆的加速度值 a_{m_4} 为避让临界加速度值 a_2 ,这样使得目标车辆加快摆脱移动物体对目标车辆造成的危险。

[0195] 在一些可能实施方式中,第二运动参数包括最大加速度值 a_{\max} 、最小加速度值 a_{\min} 和速率上限值,自动驾驶纵向规划装置根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 (m_4, S_{m_4}) 和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m_4} ,包括:

[0196] 自动驾驶纵向规划装置根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 (m_4, S_{m_4}) 和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻所述目标车辆的抢行临界加速度值 a_1 、避让临界加速度值 a_2 和抢行临界速率;

[0197] 自动驾驶纵向规划装置将所述最大加速度值 a_{\max} 、所述最小加速度值 a_{\min} 、所述速

率上限值 a_1 、所述抢行临界加速度值 a_2 、所述避让临界加速度值和所述抢行临界速率输入神经网络模型进行计算,得到在所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的行车策略;

[0198] 若所述行车策略为抢行,则自动驾驶纵向规划装置将 $[a_{\min}, a_2] \cup [a_1, a_{\max}]$ 中的任意一个加速度值确定为所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m_4} ;

[0199] 若所述行车策略为避让,则自动驾驶纵向规划装置将 $[a_{\min}, a_2]$ 中的任意一个加速度值确定为所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m_4} 。

[0200] 可以看出,在本申请实施例中,自动驾驶纵向规划装置根据 m_4 时刻目标车辆的抢行临界加速度值 a_1 、避让临界加速度值 a_2 、抢行临界速率和第二运动参数获得 m_4 时刻至 m_4+1 时刻目标车辆的加速度值 a_{m_4} 。由于侵占区域能够更加准确反映出移动物体对目标车辆的正常行驶造成碰撞危险和潜在碰撞危险的情况,因此获得的 m_4 时刻至 m_4+1 时刻目标车辆的加速度值 a_{m_4} 更加准确,这样有助于提高自动驾驶纵向规划的准确性。

[0201] 其中,若行车策略为抢行,则 m_4 时刻至 m_4+1 时刻目标车辆的加速度值 a_{m_4} 为最大加速度值 a_{\max} 或者 $[a_{\min}, a_2] \cup [a_1, a_{\max}]$ 中除最大加速度值 a_{\max} 之外的任意一个加速度值。

[0202] 可见,在本示例中,相较于 m_4 时刻至 m_4+1 时刻目标车辆的加速度值 a_{m_4} 为 $[a_{\min}, a_2] \cup [a_1, a_{\max}]$ 中除最大加速度值 a_{\max} 之外的任意一个加速度值, m_4 时刻至 m_4+1 时刻目标车辆的加速度值 a_{m_4} 为最大加速度值 a_{\max} ,这样使得目标车辆加快摆脱移动物体对目标车辆造成的危险。

[0203] 其中,若行车策略为避让,则 m_4 时刻至 m_4+1 时刻目标车辆的加速度值 a_{m_4} 为避让临界加速度值 a_2 或者 $[a_{\min}, a_2]$ 中除避让临界加速度值 a_2 之外的任意一个加速度值。

[0204] 可见,在本示例中, m_4 时刻至 m_4+1 时刻目标车辆的加速度值 a_{m_4} 为 $[a_{\min}, a_2]$ 中除避让临界加速度值 a_2 之外的任意一个加速度值, m_4 时刻至 m_4+1 时刻目标车辆的加速度值 a_{m_4} 为避让临界加速度值 a_2 ,这样使得目标车辆加快摆脱移动物体对目标车辆造成的危险。

[0205] 在一个可能实施方式中,自动驾驶纵向规划装置根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 (m_4, S_{m_4}) 和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻所述目标车辆的抢行临界加速度值 a_1 、避让临界加速度值 a_2 和抢行临界速率,包括:

[0206] 自动驾驶纵向规划装置根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 (m_4, S_{m_4}) 和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻所述目标车辆对应的抢行临界曲线和避让临界曲线;

[0207] 自动驾驶纵向规划装置根据所述抢行临界曲线获得所述 m_4 时刻所述目标车辆的抢行临界加速度值 a_1 ;

[0208] 自动驾驶纵向规划装置根据所述避让临界曲线获得所述 m_4 时刻所述目标车辆的避让临界加速度值 a_2 ;

[0209] 自动驾驶纵向规划装置将所述抢行临界曲线的最大斜率值确定为所述 m_4 时刻所述目标车辆的抢行临界速率,所述最大斜率值对应的位置点在所述侵占区域内。

[0210] 具体地,自动驾驶纵向规划装置根据抢行临界曲线获得 m_4 时刻目标车辆的抢行临界加速度值的实施方式可以为:自动驾驶纵向规划装置对抢行临界曲线对应的函数进行二次微分,得到 m_4 时刻目标车辆的抢行临界加速度值。

[0211] 具体地,自动驾驶纵向规划装置根据避让临界曲线获得 m_4 时刻目标车辆的避让临界加速度值的实施方式可以为:自动驾驶纵向规划装置对避让临界曲线对应的函数进行二

次微分,得到 m_4 时刻目标车辆的避让临界加速度值。

[0212] 举例来说,如图2J所示,图2J是本申请实施例提供的一种目标车辆的抢行临界速率的示意图,抢行临界曲线包括依次连接的第一位置点、第二位置点1、第二位置点2、第二位置点3和第二位置点4,抢行临界速率对应第二位置点4,第二位置点4在侵占区域内。

[0213] 可以看出,在本申请实施例中,自动驾驶纵向规划装置根据 m_4 时刻目标车辆对应的抢行临界曲线和避让临界曲线获得 m_4 时刻目标车辆的抢行临界加速度值 a_1 、避让临界加速度值 a_2 和抢行临界速率。由于侵占区域能够更加准确反映出移动物体对目标车辆的正常行驶造成碰撞危险和潜在碰撞危险的情况,因此获得的 m_4 时刻目标车辆的抢行临界加速度值 a_1 、避让临界加速度值 a_2 和抢行临界速率更加准确,这样有助于提高自动驾驶纵向规划的准确性。

[0214] 在一些可能实施方式中,自动驾驶纵向规划装置根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 (m_4, S_{m_4}) 和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻所述目标车辆对应的抢行临界曲线和避让临界曲线,包括:

[0215] 自动驾驶纵向规划装置根据所述速率 V_{m_4} 、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 (m_4, S_{m_4}) 和 M_1 个加速度值获得所述 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的 M_1 条抛物线,所述 M_1 条抛物线与所述 M_1 个加速度值一一对应,所述 M_1 个加速度值的取值范围为 $[a_{\min}, a_{\max}]$,所述 M_1 为正整数;

[0216] 自动驾驶纵向规划装置从所述 M_1 条抛物线中选取与所述侵占区域相交的 M_2 条抛物线,以及根据所述 M_2 条抛物线确定 M_2 个目标侵占度,所述 M_2 个目标侵占度与所述 M_2 条抛物线一一对应,所述 M_2 个目标侵占度均小于预设侵占度,所述 M_2 为小于或等于 M_1 的正整数;

[0217] 自动驾驶纵向规划装置根据所述 M_2 个目标侵占度获得 m_4 时刻所述目标车辆对应的抢行临界曲线和避让临界曲线。

[0218] 具体地,自动驾驶纵向规划装置根据速率 V_{m_4} 、 m_4 时刻目标车辆在ST坐标系上的位置点 (m_4, S_{m_4}) 和 M_1 个加速度值获得 m_4 时刻目标车辆在ST坐标系上的 M_1 条抛物线的实施方式可以为:自动驾驶纵向规划装置根据速率 V_{m_4} 、 m_4 时刻目标车辆在ST坐标系上的位置点 (m_4, S_{m_4}) 、 M_1 个加速度值和抛物线公式获得 m_4 时刻目标车辆在ST坐标系上的 M_1 条抛物线。

[0219] 其中,抛物线公式为:

$$[0220] \quad Sa_m = S_{m_4} + V_{m_4} \times (t - m_4) + 0.5 \times a_m \times (t - m_4)^2,$$

[0221] Sa_m 为 m_4 时刻目标车辆在ST坐标系上的第 m 条抛物线, S_{m_4} 为 m_4 时刻目标车辆在ST坐标系上的纵坐标, a_m 为 M_1 个加速度值中的第 m 个加速度值。

[0222] 其中,每条抛物线对应的侵占度为在每条抛物线上且在侵占区域内的多个位置点对应的多个侵占度中的最大侵占度。

[0223] 其中, M_2 条抛物线对应的侵占度沿加速度值减小的方向先逐渐增大后逐渐减小或沿加速值减小的方向逐渐减小。

[0224] 具体地,自动驾驶纵向规划装置根据 M_2 个目标侵占度获得 m_4 时刻目标车辆对应的抢行临界曲线和避让临界曲线的实施方式可以为:

[0225] 若 M_2 条抛物线对应的侵占度沿加速度值减小的方向先逐渐增大后逐渐减小,则根据 M_2 个目标侵占度获得第 i 条抛物线为 m_4 时刻目标车辆对应的抢行临界曲线和第 j 条抛物线为 m_4 时刻目标车辆对应的避让临界曲线, i 和 j 均不大于 M_2 ;

[0226] 或者,若M2条抛物线对应的侵占度沿加速值减小方向逐渐减小,则根据M2个目标侵占度获得不存在 m_4 时刻目标车辆对应的抢行临界曲线和第k条抛物线为 m_4 时刻目标车辆对应的避让临界曲线,k不大于M2;

[0227] 其中,第i条抛物线对应的侵占度满足以下条件:

[0228] 沿加速度值减小的方向第i条抛物线对应的侵占度不大于预设侵占度且第i+1条抛物线对应的侵占度大于预设侵占度,预设侵占值为1。

[0229] 其中,第j条抛物线对应的侵占度满足以下条件:

[0230] 沿加速度值减小的方向第j-1条抛物线对应的侵占度大于预设侵占度且第j条抛物线对应的侵占度不大于预设侵占度。

[0231] 其中,第k条抛物线对应的侵占度满足以下条件:

[0232] 沿加速度值减小的方向第k-1条抛物线对应的侵占度大于预设侵占度且第k条抛物线对应的侵占度不大于预设侵占度。

[0233] 举例来说,如图2K所示,图2K是本申请实施例提供的一种目标车辆对应的抢行临界曲线和避让临界曲线的示意图,抛物线1、抛物线2和抛物线3均与区域17相交,抛物线对应的侵占度:抛物线1<抛物线2<抛物线3,抛物线4、抛物线5和抛物线6均与区域18相交,抛物线对应的侵占度:抛物线4>抛物线5>抛物线6,自动驾驶纵向规划装置将抛物线3确定为目标车辆对应的抢行临界曲线和将抛物线4确定为目标车辆对应的避让临界曲线。

[0234] 可以看出,在本申请实施例中,自动驾驶纵向规划装置根据第二运动参数、 m_4 时刻目标车辆在ST坐标系上的位置点(m_4, S_{m_4})和侵占区域获得 m_4 时刻目标车辆对应的抢行临界曲线和避让临界曲线。由于侵占区域能够更加准确反映出移动物体对目标车辆的正常行驶造成碰撞危险和潜在碰撞危险的情况,因此获得的 m_4 时刻目标车辆对应的抢行临界曲线和避让临界曲线更加准确,这样有助于提高自动驾驶纵向规划的准确性。

[0235] 203:自动驾驶纵向规划装置根据所述运动曲线获得所述目标车辆在 $t+1$ 时刻至 $t+n$ 时刻中的每个时刻的速率,所述 $t+n$ 时刻为所述移动物体对所述目标车辆的正常行驶不造成危险的时刻,所述速率用于对所述目标车辆进行自动驾驶纵向规划,n为大于1的整数。

[0236] 其中,目标车辆在 $t+1$ 时刻至 $t+n$ 时刻中的每个时刻的速率是在运动曲线上每个时刻对应的位置点的斜率。

[0237] 其中, $t+n$ 时刻移动物体对目标车辆的正常行驶不造成危险包括 $t+n$ 时刻开始移动物体对目标车辆的正常行驶不造成危险,或者 $t+n$ 时刻后移动物体对目标车辆的正常行驶不造成危险。

[0238] 可以看出,相较于根据障碍物体的运动参数和长度获得障碍物体在ST坐标系上的障碍区域,障碍区域仅仅为障碍物体本身在ST坐标系上所占据的区域,在本申请实施例中,由于侵占度用于指示移动物体在侵占度对应的位置点对目标车辆的正常行驶造成危险的概率,因此自动驾驶纵向规划装置根据移动物体的移动参数和预设参数获得的移动物体在ST坐标系上的侵占区域能够更加准确反映出移动物体对目标车辆的正常行驶造成碰撞危险和潜在碰撞危险的情况,进而根据目标车辆的移动参数和侵占区域获得的目标车辆在ST坐标系上的运动曲线更加准确,以及根据运动曲线获得的目标车辆在 $t+1$ 时刻至 $t+n$ 时刻中的每个时刻的速率更加准确,这样有助于提高自动驾驶纵向规划的准确性。

[0239] 其中,自动驾驶纵向规划方法不仅适用于移动物体一直做匀速运动、分段做匀速

运动,同样适用于移动物体做变速运动,在此不作限定。

[0240] 参见图3,图3是本申请实施例提供的第二种自动驾驶纵向规划方法的流程示意图,该自动驾驶纵向规划方法包括步骤301-306,具体如下:

[0241] 301:自动驾驶纵向规划装置向车载云平台发送在 t 时刻移动物体的移动参数和预设参数以及目标车辆的移动参数。

[0242] 302:车载云平台接收所述自动驾驶纵向规划装置发送的在 t 时刻所述移动物体的移动参数和预设参数以及所述目标车辆的移动参数,根据所述移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间(Arc length and time,ST)坐标系上的侵占区域,所述侵占区域中的各个位置点分别对应一个侵占度,所述侵占度用于指示所述移动物体在所述侵占度对应的位置点对目标车辆的正常行驶造成危险的概率。

[0243] 303:车载云平台根据所述目标车辆的移动参数和所述侵占区域获得所述目标车辆在所述ST坐标系上的运动曲线。

[0244] 304:车载云平台根据所述运动曲线获得所述目标车辆在 $t+1$ 时刻至 $t+n$ 时刻中的每个时刻的速率,所述 $t+n$ 时刻为所述移动物体对所述目标车辆的正常行驶不造成危险的时刻,所述速率用于对所述目标车辆进行自动驾驶纵向规划, n 为大于1的整数。

[0245] 305:车载云平台向所述自动驾驶纵向规划装置发送所述目标车辆在 $t+1$ 时刻至 $t+n$ 时刻中的每个时刻的速率。

[0246] 306、自动驾驶纵向规划装置接收所述车载云平台发送的所述目标车辆在 $t+1$ 时刻至 $t+n$ 时刻中的每个时刻的速率。

[0247] 其中,图3各步骤的具体实现过程可参见图2A所述的相关步骤的具体描述,在此不再叙述。

[0248] 参见图4,图4是本申请实施例提供的一种自动驾驶纵向规划装置的功能单元组成框图,该自动驾驶纵向规划装置400包括:

[0249] 获取单元401,用于在 t 时刻,根据移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间(Arc length and time,ST)坐标系上的侵占区域,所述侵占区域中的各个位置点分别对应一个侵占度,所述侵占度用于指示所述移动物体在所述侵占度对应的位置点对目标车辆的正常行驶造成危险的概率;

[0250] 确定单元402,用于根据所述目标车辆的移动参数和所述侵占区域获得所述目标车辆在ST坐标系上的运动曲线;

[0251] 所述确定单元402,还用于根据所述运动曲线获得所述目标车辆在 $t+1$ 时刻至 $t+n$ 时刻中的每个时刻的速率,所述 $t+n$ 时刻为所述移动物体对所述目标车辆的正常行驶不造成危险的时刻,所述速率用于对所述目标车辆进行自动驾驶纵向规划, n 为大于1的整数。

[0252] 在一些可能实施方式中,侵占区域包括第一子侵占区域,移动物体的移动参数包括第一运动参数和尺寸参数,预设参数包括预设距离值、距离阈值和第一侵占度衰减系数,在根据移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间ST坐标系上的侵占区域方面,获取单元401具体用于:

[0253] 若所述移动物体与所述目标车辆满足预设条件,则根据所述第一运动参数、所述尺寸参数、所述预设距离值和所述距离阈值获得在 m_1 时刻所述移动物体在所述ST坐标系上的第一位移范围,所述 m_1 时刻为 T_1 时刻至 T_2 时刻中的任意一个,所述 T_1 时刻为所述移动物

体前端驶入所述目标车辆所在车道的时刻,所述T2时刻为所述移动物体后端与所述目标车辆前端之间的距离为所述距离阈值的时刻;

[0254] 根据多个第一位移范围和所述第一侵占度衰减系数获得所述移动物体在ST坐标系上的所述第一子侵占区域,所述第一侵占度衰减系数用于计算所述第一子侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述多个第一位移范围包括在所述m1时刻得到的第一位移范围。

[0255] 在一些可能实施方式中,侵占区域还包括第二子侵占区域,预设参数还包括第二侵占度衰减系数,在根据移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间ST坐标系上的侵占区域方面,获取单元401具体用于:

[0256] 根据所述第一运动参数、所述尺寸参数、所述预设距离值和所述距离阈值获得在m2时刻所述移动物体在所述ST坐标系上的第二位移范围,所述m2时刻为所述T2时刻至所述t+n时刻中的任意一个;

[0257] 根据多个第二位移范围和所述第二侵占度衰减系数获得所述移动物体在ST坐标系上的所述第二子侵占区域,所述第二侵占度衰减系数用于计算所述第二子侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述多个第二位移范围包括在所述m2时刻得到的第二位移范围。

[0258] 在一些可能实施方式中,预设条件包括第一条件或第二条件,其中:

[0259] 所述第一条件为:所述移动物体的行驶方向与所述目标车辆的行驶方向存在交叉、所述移动物体即将转向汇入所述目标车辆所在车道,且汇入后所述移动物体在所述目标车辆前方;

[0260] 所述第二条件为:所述移动物体的行驶方向与所述目标车辆的行驶方向相同、所述移动物体即将变道汇入所述目标车辆所在车道,且汇入后所述移动物体在所述目标车辆前方。

[0261] 在一些可能实施方式中,移动物体的移动参数包括第一运动参数和尺寸参数,预设参数包括预设距离值、时间阈值和第一侵占度衰减系数,在根据移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间ST坐标系上的侵占区域方面,获取单元401具体用于:

[0262] 若所述移动物体与所述目标车辆行驶方向存在交叉、所述移动物体即将穿过所述目标车辆所在车道,且穿过时所述移动物体在所述目标车辆前方,则根据所述第一运动参数、所述尺寸参数和所述预设距离值获得在m3时刻所述移动物体在所述ST坐标系上的第三位移范围,所述m3时刻为T3时刻至所述t+n时刻中的任意一个,所述T3时刻为所述移动物体前端驶入所述目标车辆所在车道的时刻;

[0263] 若所述t+n时刻不大于所述时间阈值,则根据多个第三位移范围和所述第一侵占度衰减系数获得所述移动物体在ST坐标系上的侵占区域,所述第一侵占度衰减系数用于计算所述侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述多个第三位移范围包括在所述m3时刻得到的第三位移范围。

[0264] 在一些可能实施方式中,预设参数还包括第三侵占度衰减系数,在根据移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间ST坐标系上的侵占区域方面,获取单元401具体用于:

[0265] 若所述t+n时刻大于所述时间阈值,则根据多个第三位移范围、所述第一侵占度衰减系数和所述第三侵占度衰减系数获得所述移动物体在ST坐标系上的侵占区域,所述侵占

区域包括第三子侵占区域和第四子侵占区域,所述第三子侵占区域中的每个位置点的横坐标均不大于所述时间阈值,所述第四子侵占区域中的每个位置点的横坐标均大于所述时间阈值,所述第一侵占度衰减系数用于计算所述第三子侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述第三侵占度衰减系数用于计算所述第四子侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述多个第三位移范围包括在所述 m_3 时刻得到的第三位移范围。

[0266] 在一些可能实施方式中,目标车辆的移动参数包括第二运动参数和第一位置点,第一位置点为所述ST坐标系的原点,在根据所述目标车辆的移动参数和所述侵占区域获得所述目标车辆在所述ST坐标系上的运动曲线方面,确定单元402具体用于:

[0267] 根据所述第二运动参数、所述第一位置点和所述侵占区域获得所述 $t+1$ 时刻至所述 $t+n$ 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的 n 个第二位置点;

[0268] 根据所述第一位置点和所述 n 个第二位置点获得所述目标车辆在所述ST坐标系上的初始运动曲线;

[0269] 对所述初始运动曲线执行滤波操作,得到所述目标车辆在所述ST坐标系上的运动曲线。

[0270] 在一些可能实施方式中,在根据所述第二运动参数、所述第一位置点和所述侵占区域获得所述 $t+1$ 时刻至所述 $t+n$ 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的 n 个第二位置点方面,确定单元402具体用于:

[0271] 根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点(m_4, S_{m_4})和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m_4} ,所述 m_4 时刻为所述 t 时刻至 $t+n-1$ 时刻中的任意一个;

[0272] 根据所述位置点(m_4, S_{m_4})、所述 m_4 时刻所述目标车辆的速率 V_{m_4} 和所述加速度值 a_{m_4} 获得所述 m_4+1 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的第二位置点;

[0273] 对所述 $t+1$ 时刻至所述 $t+n$ 时刻中除所述 m_4 时刻之外的 $(n-1)$ 个时刻执行相同操作,得到所述目标车辆在所述ST坐标系上的 $(n-1)$ 个第二位置点。

[0274] 在一些可能实施方式中,第二运动参数包括最大加速度值 a_{max} 、最小加速度值 a_{min} 和速率上限值,在根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点(m_4, S_{m_4})和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m_4} 方面,确定单元402具体用于:

[0275] 根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点(m_4, S_{m_4})和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻所述目标车辆的抢行临界加速度值 a_1 、避让临界加速度值 a_2 和抢行临界速率;

[0276] 若所述抢行临界速率不大于所述速率上限值,则将 $[a_{min}, a_2] \cup [a_1, a_{max}]$ 中的任意一个加速度值确定为所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m_4} ;

[0277] 若所述抢行临界速率大于所述速率上限值,则将 $[a_{min}, a_2]$ 中的任意一个加速度值确定为所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m_4} 。

[0278] 在一些可能实施方式中,第二运动参数包括最大加速度值 a_{max} 、最小加速度值 a_{min} 和速率上限值,在根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点(m_4, S_{m_4})和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m_4} 方面,确定单元402具体用于:

[0279] 根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点(m_4, S_{m_4})和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻所述目标车辆的抢行临界加速度值 a_1 、避让临界加速度值 a_2 和抢行临界速率;

[0280] 将所述最大加速度值 a_{max} 、所述最小加速度值 a_{min} 、所述速率上限值、所述抢行临界加速度值 a_1 、所述避让临界加速度值 a_2 和所述抢行临界速率输入神经网络模型进行计算,得到所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的行车策略;

[0281] 若所述行车策略为抢行,则将 $[a_{min}, a_2] \cup [a_1, a_{max}]$ 中的任意一个加速度值确定为所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m_4} ;

[0282] 若所述行车策略为避让,则将 $[a_{min}, a_2]$ 中的任意一个加速度值确定为所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m_4} 。

[0283] 在一些可能实施方式中,在根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点(m_4, S_{m_4})和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻所述目标车辆的抢行临界加速度值 a_1 、避让临界加速度值 a_2 和抢行临界速率方面,确定单元402具体用于:

[0284] 根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点(m_4, S_{m_4})和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻所述目标车辆对应的抢行临界曲线和避让临界曲线;

[0285] 根据所述抢行临界曲线获得所述 m_4 时刻所述目标车辆的抢行临界加速度值 a_1 ;

[0286] 根据所述避让临界曲线获得所述 m_4 时刻所述目标车辆的避让临界加速度值 a_2 ;

[0287] 将所述抢行临界曲线的最大斜率值确定为所述 m_4 时刻所述目标车辆的抢行临界速率,所述最大斜率值对应的位置点在所述侵占区域内。

[0288] 在一些可能实施方式中,在根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点(m_4, S_{m_4})和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻所述目标车辆对应的抢行临界曲线和避让临界曲线方面,第二确定单元402具体用于:

[0289] 根据所述速率 V_{m_4} 、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点(m_4, S_{m_4})和M1个加速度值获得所述 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的M1条抛物线,所述M1条抛物线与所述M1个加速度值一一对应,所述M1个加速度值的取值范围为 $[a_{min}, a_{max}]$,所述M1为正整数;

[0290] 从所述M1条抛物线中选取与所述侵占区域相交的M2条抛物线,以及根据所述M2条抛物线确定M2个目标侵占度,所述M2个目标侵占度与所述M2条抛物线一一对应,所述M2个目标侵占度均小于预设侵占度,所述M2为小于或等于M1的正整数;

[0291] 根据所述M2个目标侵占度获得所述 m_4 时刻所述目标车辆对应的抢行临界曲线和避让临界曲线。

[0292] 请参阅图5,图5是本申请实施例提供的一种自动驾驶纵向规划装置的结构示意图,该自动驾驶纵向规划装置500包括相互耦合的存储器510、通信接口520和处理器530;例如存储器510、通信接口520和处理器530通过总线540耦合。

[0293] 存储器510可包括但不限于随机存储记忆体(Random Access Memory, RAM)、可擦除可编程只读存储器(Erasable Programmable ROM, EPROM)、只读存储器(Read-Only Memory, ROM)或便携式只读存储器(Compact Disc Read-Only Memory, CD-ROM)等等,该存储器510用于相关指令及数据。

[0294] 处理器530可以是一个或多个中央处理器(Central Processing Unit, CPU),在处

处理器530是一个CPU的情况下,该CPU可以是单核CPU,也可以是多核CPU。

[0295] 处理器530用于读取所述存储器510中存储的程序代码,与通信接口540配合执行本申请上述实施例中由自动驾驶纵向规划装置500执行的方法的部分或全部步骤。

[0296] 处理器530,用于在t时刻,根据移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间(Arc length and time,ST)坐标系上的侵占区域,所述侵占区域中的各个位置点分别对应一个侵占度,所述侵占度用于指示所述移动物体在所述侵占度对应的位置点对目标车辆的正常行驶造成危险的概率;

[0297] 处理器530,还用于根据所述目标车辆的移动参数和所述侵占区域获得所述目标车辆在所述ST坐标系上的运动曲线;

[0298] 处理器530,还用于根据所述运动曲线获得所述目标车辆在t+1时刻至t+n时刻中的每个时刻的速率,所述t+n时刻为所述移动物体对所述目标车辆的正常行驶不造成危险的时刻,所述速率用于对所述目标车辆进行自动驾驶纵向规划,n为大于1的整数。

[0299] 在一些可能实施方式中,侵占区域包括第一子侵占区域,移动物体的移动参数包括第一运动参数和尺寸参数,预设参数包括预设距离值、距离阈值和第一侵占度衰减系数,在根据移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间ST坐标系上的侵占区域方面,处理器530具体用于:

[0300] 若所述移动物体与所述目标车辆满足预设条件,则根据所述第一运动参数、所述尺寸参数、所述预设距离值和所述距离阈值获得在m1时刻所述移动物体在所述ST坐标系上的第一位移范围,所述m1时刻为T1时刻至T2时刻中的任意一个,所述T1时刻为所述移动物体前端驶入所述目标车辆所在车道的时刻,所述T2时刻为所述移动物体后端与所述目标车辆前端之间的距离为所述距离阈值的时刻;

[0301] 根据多个第一位移范围和所述第一侵占度衰减系数获得所述移动物体在ST坐标系上的所述第一子侵占区域,所述第一侵占度衰减系数用于计算所述第一子侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述多个第一位移范围包括在所述m1时刻得到的第一位移范围。

[0302] 在一些可能实施方式中,侵占区域还包括第二子侵占区域,预设参数还包括第二侵占度衰减系数,在根据移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间ST坐标系上的侵占区域方面,处理器530具体用于:

[0303] 根据所述第一运动参数、所述尺寸参数、所述预设距离值和所述距离阈值获得在m2时刻所述移动物体在所述ST坐标系上的第二位移范围,所述m2时刻为所述T2时刻至所述t+n时刻中的任意一个;

[0304] 根据多个第二位移范围和所述第二侵占度衰减系数获得所述移动物体在ST坐标系上的所述第二子侵占区域,所述第二侵占度衰减系数用于计算所述第二子侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述多个第二位移范围包括在所述m2时刻得到的第二位移范围。

[0305] 在一些可能实施方式中,预设条件包括第一条件或第二条件,其中:

[0306] 所述第一条件为:所述移动物体的行驶方向与所述目标车辆的行驶方向存在交叉、所述移动物体即将转向汇入所述目标车辆所在车道,且汇入后所述移动物体在所述目标车辆前方;

[0307] 所述第二条件为:所述移动物体的行驶方向与所述目标车辆的行驶方向相同、所述移动物体即将变道汇入所述目标车辆所在车道,且汇入后所述移动物体在所述目标车辆

前方。

[0308] 在一些可能实施方式中,移动物体的移动参数包括第一运动参数和尺寸参数,预设参数包括预设距离值、时间阈值和第一侵占度衰减系数,在根据移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间ST坐标系上的侵占区域方面,处理器530具体用于:

[0309] 若所述移动物体与所述目标车辆行驶方向存在交叉、所述移动物体即将穿过所述目标车辆所在车道和,且穿过时所述移动物体在所述目标车辆前方,则根据所述第一运动参数、所述尺寸参数和所述预设距离值获得在 m_3 时刻所述移动物体在所述ST坐标系上的第三位移范围,所述 m_3 时刻为 T_3 时刻至所述 $t+n$ 时刻中的任意一个,所述 T_3 时刻为所述移动物体前端驶入所述目标车辆所在车道的时刻;

[0310] 若所述 $t+n$ 时刻不大于所述时间阈值,则根据多个第三位移范围和所述第一侵占度衰减系数获得所述移动物体在ST坐标系上的侵占区域,所述第一侵占度衰减系数用于计算所述侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述多个第三位移范围包括在所述 m_3 时刻得到的第三位移范围。

[0311] 在一些可能实施方式中,预设参数还包括第三侵占度衰减系数,在根据移动物体的移动参数和预设参数获得所述移动物体在位移时间ST坐标系上的侵占区域方面,处理器530具体用于:

[0312] 若所述 $t+n$ 时刻大于所述时间阈值,则根据多个第三位移范围、所述第一侵占度衰减系数和所述第三侵占度衰减系数获得所述移动物体在ST坐标系上的侵占区域,所述侵占区域包括第三子侵占区域和第四子侵占区域,所述第三子侵占区域中的每个位置点的横坐标均不大于所述时间阈值,所述第四子侵占区域中的每个位置点的横坐标均大于所述时间阈值,所述第一侵占度衰减系数用于计算所述第三子侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述第三侵占度衰减系数用于计算所述第四子侵占区域中的每个位置点的侵占度,所述多个第三位移范围包括在所述 m_3 时刻得到的第三位移范围。

[0313] 在一些可能实施方式中,目标车辆的移动参数包括第二运动参数和第一位置点,第一位置点为所述ST坐标系的原点,在根据所述目标车辆的移动参数和所述侵占区域获得所述目标车辆在所述ST坐标系上的运动曲线方面,处理器530具体用于:

[0314] 根据所述第二运动参数、所述第一位置点和所述侵占区域获得所述 $t+1$ 时刻至所述 $t+n$ 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的 n 个第二位置点;

[0315] 根据所述第一位置点和所述 n 个第二位置点获得所述目标车辆在所述ST坐标系上的初始运动曲线;

[0316] 对所述初始运动曲线执行滤波操作,得到所述目标车辆在所述ST坐标系上的运动曲线。

[0317] 在一些可能实施方式中,在根据所述第二运动参数、所述第一位置点和所述侵占区域获得所述 $t+1$ 时刻至所述 $t+n$ 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的 n 个第二位置点方面,处理器530具体用于:

[0318] 根据所述第二运动参数、 m_4 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点(m_4, S_{m_4})和所述侵占区域获得所述 m_4 时刻至 m_4+1 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m_4} ,所述 m_4 时刻为所述 t 时刻至 $t+n-1$ 时刻中的任意一个;

[0319] 根据所述位置点(m_4, S_{m_4})、所述 m_4 时刻所述目标车辆的速率 V_{m_4} 和所述加速度值 a_{m_4}

获得所述 $m4+1$ 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的第二位置点；

[0320] 对所述 $t+1$ 时刻至所述 $t+n$ 时刻中除所述 $m4$ 时刻之外的 $(n-1)$ 个时刻执行相同操作，得到所述目标车辆在所述ST坐标系上的 $(n-1)$ 个第二位置点。

[0321] 在一些可能实施方式中，第二运动参数包括最大加速度值 a_{\max} 、最小加速度值 a_{\min} 和速率上限值，在根据所述第二运动参数、 $m4$ 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 $(m4, S_{m4})$ 和所述侵占区域获得所述 $m4$ 时刻至 $m4+1$ 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m4} 方面，处理器530具体用于：

[0322] 根据所述第二运动参数、 $m4$ 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 $(m4, S_{m4})$ 和所述侵占区域获得所述 $m4$ 时刻所述目标车辆的抢行临界加速度值 $a1$ 、避让临界加速度值 $a2$ 和抢行临界速率；

[0323] 若所述抢行临界速率不大于所述速率上限值，则将 $[a_{\min}, a2] \cup [a1, a_{\max}]$ 中的任意一个加速度值确定为所述 $m4$ 时刻至 $m4+1$ 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m4} ；

[0324] 若所述抢行临界速率大于所述速率上限值，则将 $[a_{\min}, a2]$ 中的任意一个加速度值确定为所述 $m4$ 时刻至 $m4+1$ 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m4} 。

[0325] 在一些可能实施方式中，第二运动参数包括最大加速度值 a_{\max} 、最小加速度值 a_{\min} 和速率上限值，在根据所述第二运动参数、 $m4$ 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 $(m4, S_{m4})$ 和所述侵占区域获得所述 $m4$ 时刻至 $m4+1$ 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m4} 方面，处理器530具体用于：

[0326] 根据所述第二运动参数、 $m4$ 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 $(m4, S_{m4})$ 和所述侵占区域获得所述 $m4$ 时刻所述目标车辆的抢行临界加速度值 $a1$ 、避让临界加速度值 $a2$ 和抢行临界速率；

[0327] 将所述最大加速度值 a_{\max} 、所述最小加速度值 a_{\min} 、所述速率上限值、所述抢行临界加速度值 $a1$ 、所述避让临界加速度值 $a2$ 和所述抢行临界速率输入神经网络模型进行计算，得到所述 $m4$ 时刻至 $m4+1$ 时刻所述目标车辆的行车策略；

[0328] 若所述行车策略为抢行，则将 $[a_{\min}, a2] \cup [a1, a_{\max}]$ 中的任意一个加速度值确定为所述 $m4$ 时刻至 $m4+1$ 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m4} ；

[0329] 若所述行车策略为避让，则将 $[a_{\min}, a2]$ 中的任意一个加速度值确定为所述 $m4$ 时刻至 $m4+1$ 时刻所述目标车辆的加速度值 a_{m4} 。

[0330] 在一些可能实施方式中，在根据所述第二运动参数、 $m4$ 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 $(m4, S_{m4})$ 和所述侵占区域获得所述 $m4$ 时刻所述目标车辆的抢行临界加速度值 $a1$ 、避让临界加速度值 $a2$ 和抢行临界速率方面，处理器530具体用于：

[0331] 根据所述第二运动参数、 $m4$ 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 $(m4, S_{m4})$ 和所述侵占区域获得所述 $m4$ 时刻所述目标车辆对应的抢行临界曲线和避让临界曲线；

[0332] 根据所述抢行临界曲线获得所述 $m4$ 时刻所述目标车辆的抢行临界加速度值 $a1$ ；

[0333] 根据所述避让临界曲线获得所述 $m4$ 时刻所述目标车辆的避让临界加速度值 $a2$ ；

[0334] 将所述抢行临界曲线的最大斜率值确定为所述 $m4$ 时刻所述目标车辆的抢行临界速率，所述最大斜率值对应的位置点在所述侵占区域内。

[0335] 在一些可能实施方式中，在根据所述第二运动参数、 $m4$ 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 $(m4, S_{m4})$ 和所述侵占区域获得所述 $m4$ 时刻所述目标车辆对应的抢行临

界曲线和避让临界曲线方面,处理器530具体用于:

[0336] 根据所述速率 V_{m4} 、 $m4$ 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的位置点 $(m4, S_{m4})$ 和M1个加速度值获得所述 $m4$ 时刻所述目标车辆在所述ST坐标系上的M1条抛物线,所述M1条抛物线与所述M1个加速度值一一对应,所述M1个加速度值的取值范围为 $[a_{min}, a_{max}]$,所述M1为正整数;

[0337] 从所述M1条抛物线中选取与所述侵占区域相交的M2条抛物线,以及根据所述M2条抛物线确定M2个目标侵占度,所述M2个目标侵占度与所述M2条抛物线一一对应,所述M2个目标侵占度均小于预设侵占度,所述M2为小于或等于M1的正整数;

[0338] 根据所述M2个目标侵占度获得所述 $m4$ 时刻所述目标车辆对应的抢行临界曲线和避让临界曲线。

[0339] 本申请实施例提供一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序被硬件(例如处理器等)执行,以实现本申请实施例中由所述自动驾驶纵向规划装置执行的任意一种方法的部分或全部步骤。

[0340] 本申请实施例提供一种包括指令的计算机程序产品,当所述计算机程序产品在自动驾驶纵向规划装置上运行时,使得所述自动驾驶纵向规划装置执行以上各方面的所述自动驾驶纵向规划方法的部分或全部步骤。

[0341] 本申请实施例还提供一种芯片,所述芯片包括处理器与数据接口,所述处理器通过所述数据接口读取存储器上存储的指令,执行上述任意一种方法。

[0342] 可选地,作为一种实现方式,所述芯片还可以包括存储器,所述存储器中存储有指令,所述处理器用于执行所述存储器上存储的指令,当所述指令被执行时,所述处理器用于执行第一方面中的方法。

[0343] 本申请实施例还提供一种智能驾驶车辆,该智能驾驶车辆包括上述任意一种自动驾驶纵向规划装置。

[0344] 在上述实施例中,可全部或部分地通过软件、硬件、固件、或其任意组合来实现。当使用软件实现时,可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现。所述计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行所述计算机程序指令时,全部或部分地产生按照本申请实施例所述的流程或功能。所述计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。所述计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中,或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输,例如,所述计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线(例如同轴电缆、光纤、数字用户线)或无线(例如红外、无线、微波等)方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。所述计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是包含一个或多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是磁性介质(例如软盘、硬盘、磁带)、光介质(例如光盘)、或者半导体介质(例如固态硬盘)等。在上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中未详述的部分,可以参见其他实施例的相关描述。

[0345] 在上述实施例中对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中未详述的部分,可以参见其他实施例的相关描述。

[0346] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的装置,也可以通过其它的

方式实现。例如以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如所述单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的间接耦合或者直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,装置或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性或其它的形式。

[0347] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者,也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例的方案的目的。

[0348] 另外,在本申请各实施例中的各功能单元可集成在一个处理单元中,也可以是各单元单独物理存在,也可两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,或者也可以采用软件功能单元的形式实现。

[0349] 所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用时,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本申请技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可为个人计算机、服务器或者网络设备等)执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质例如可包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM, Random Access Memory)、磁碟或光盘等各种可存储程序代码的介质。

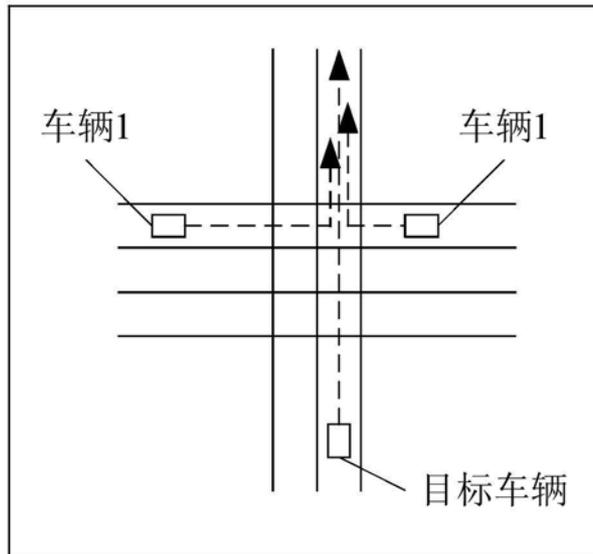


图1A

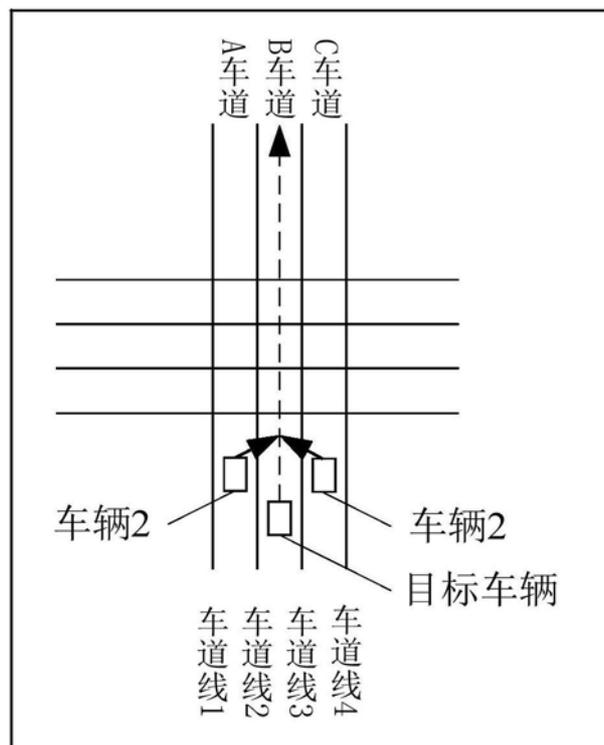


图1B

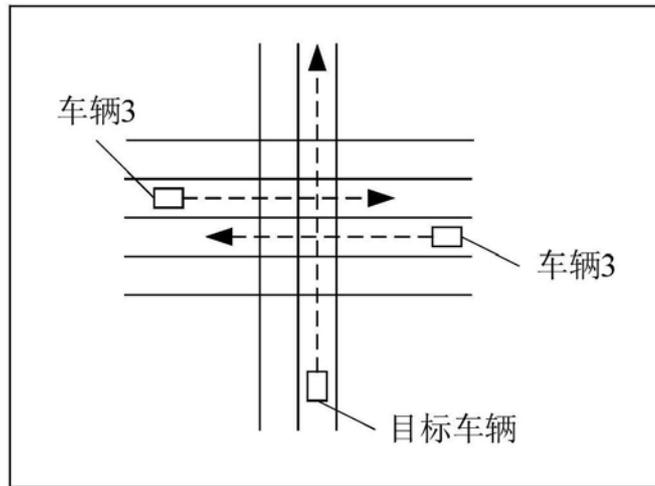


图1C

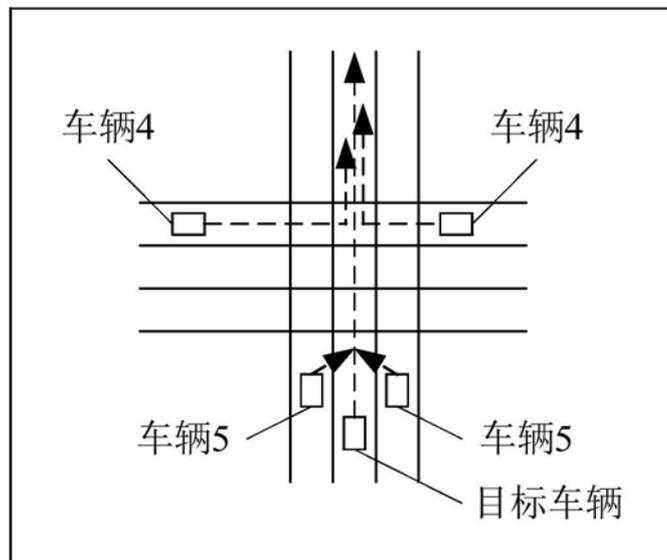


图1D

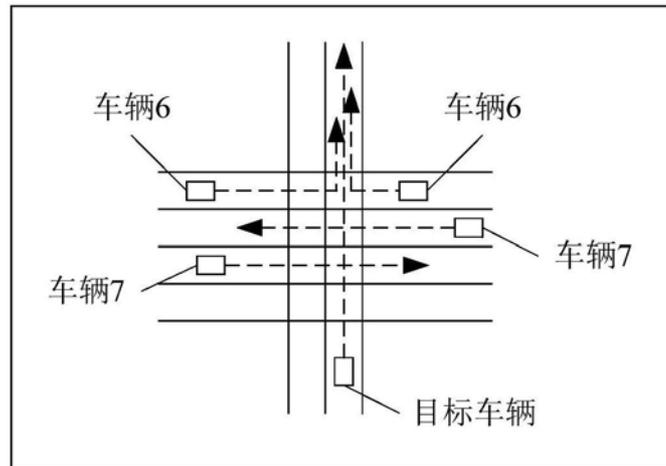


图1E

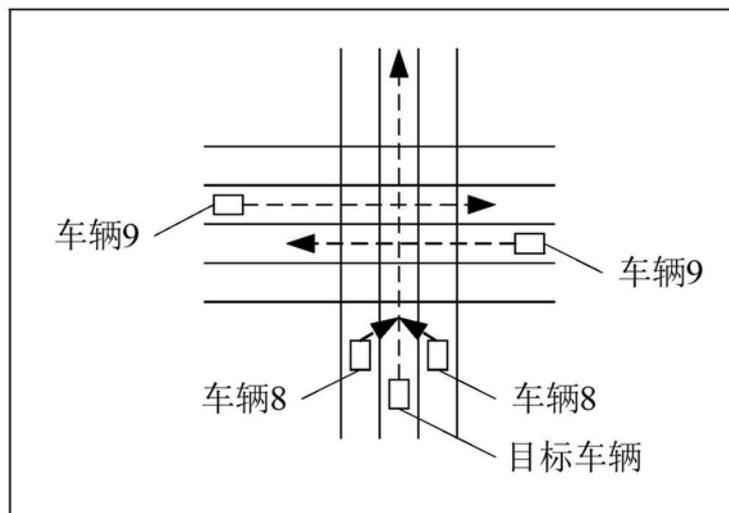


图1F

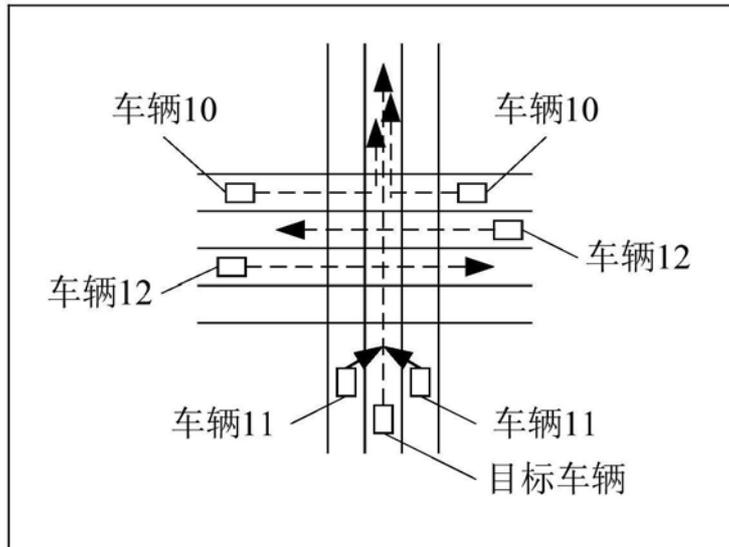


图1G

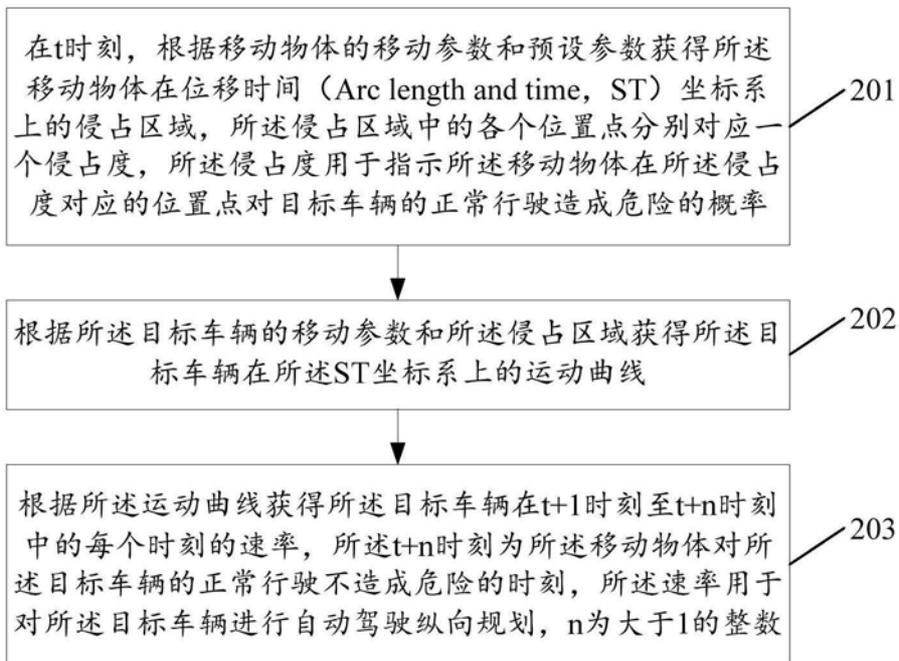


图2A

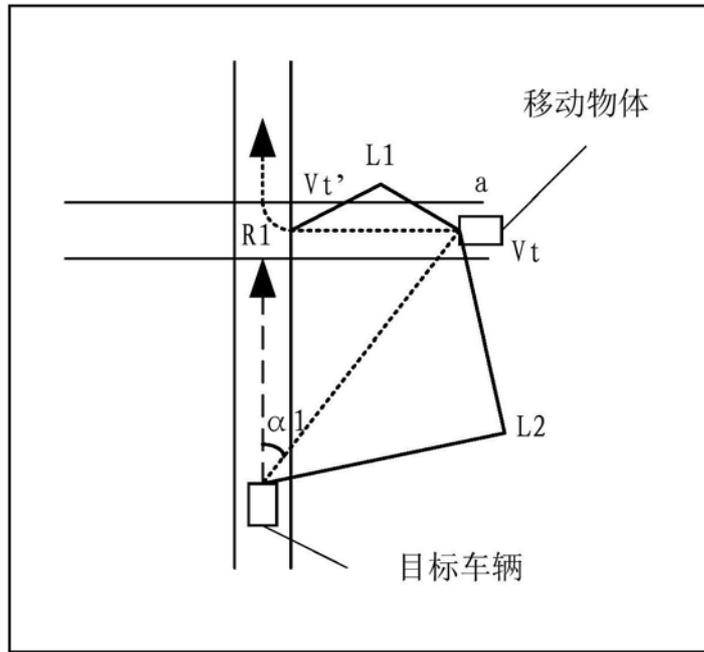


图2B

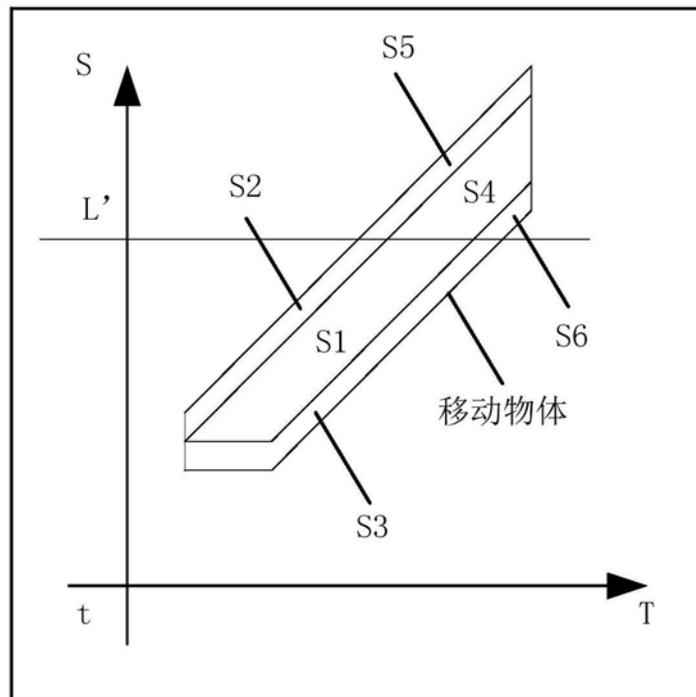


图2C

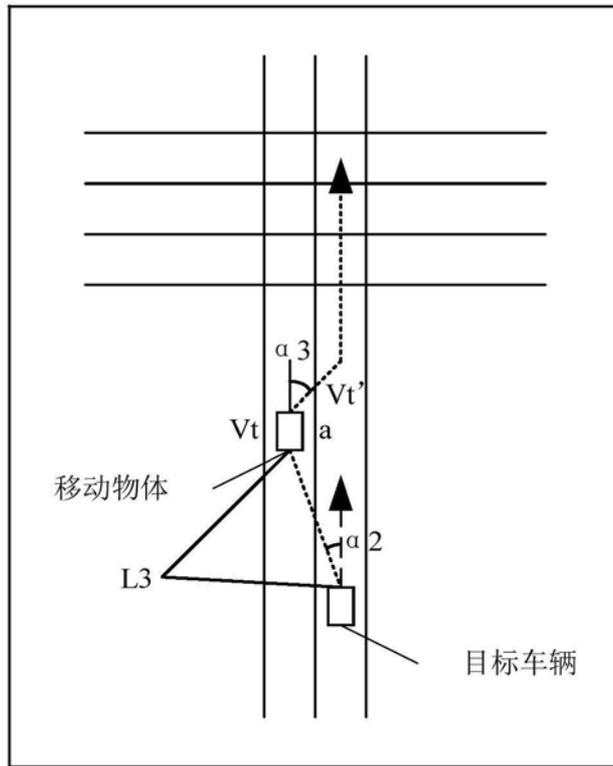


图2D

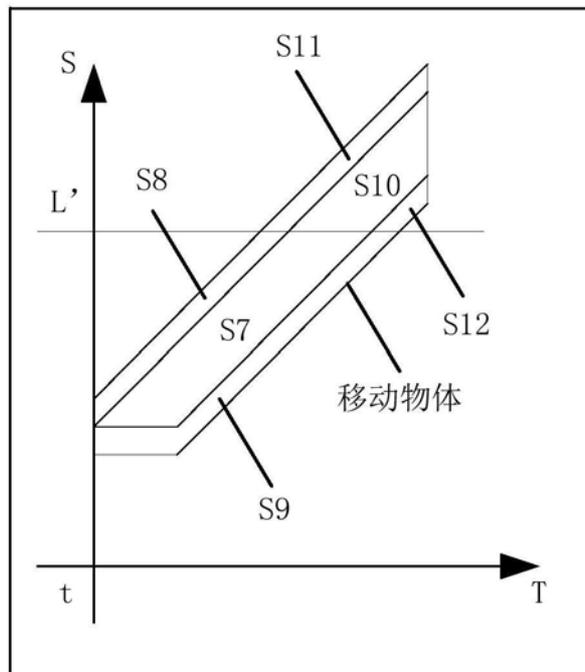


图2E

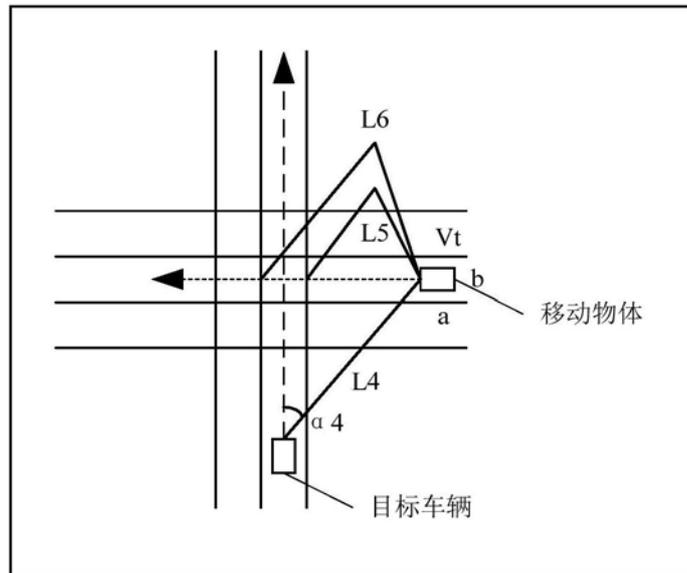


图2F

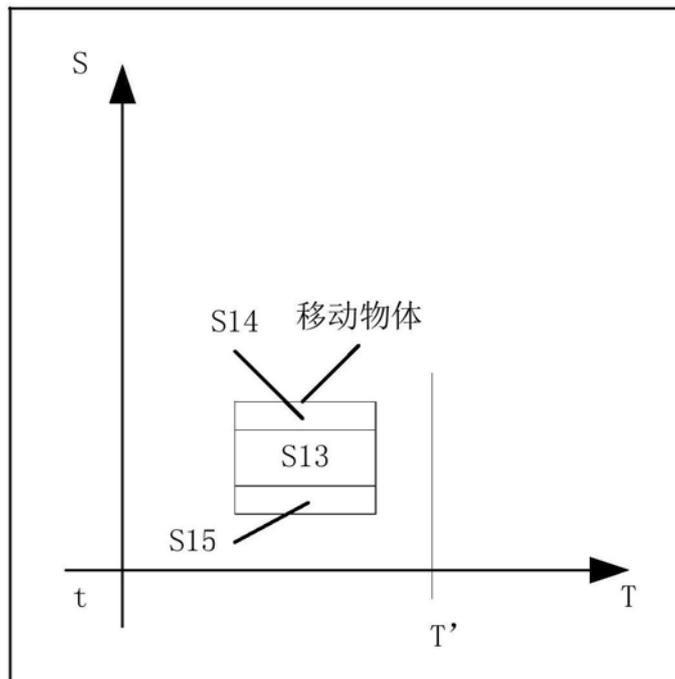


图2G

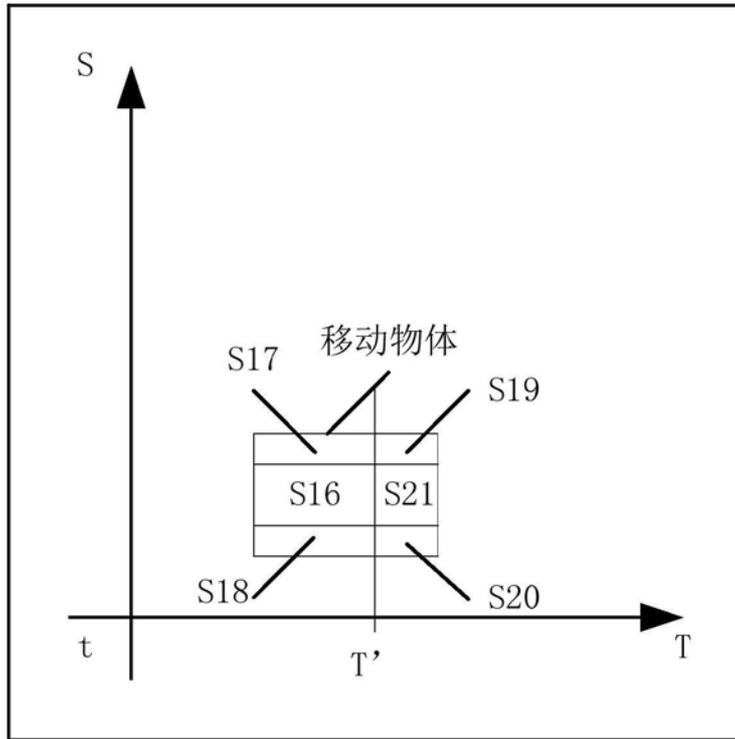


图2H

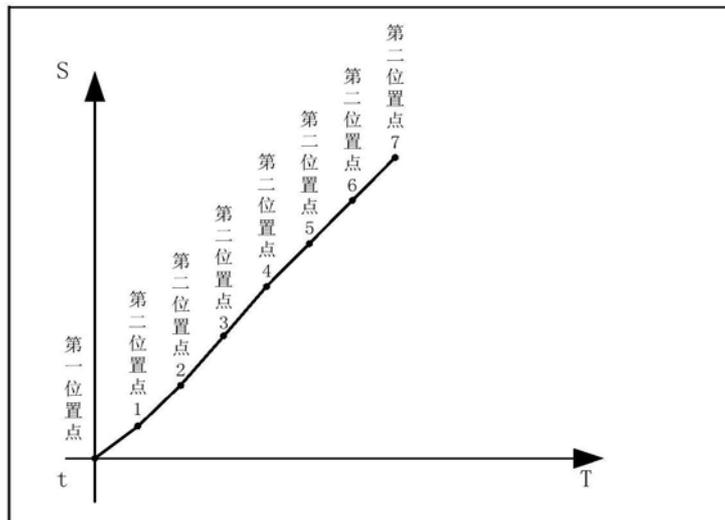


图2I

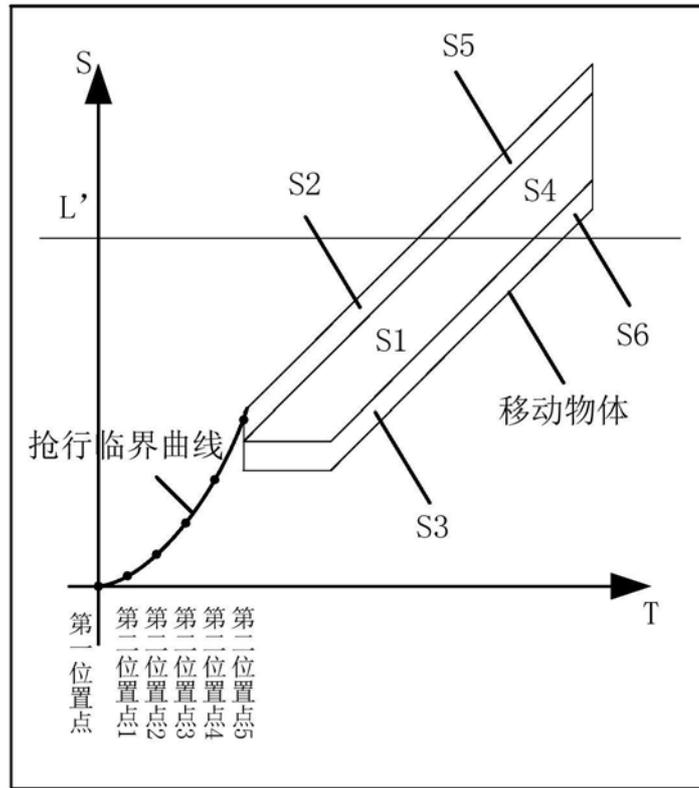


图2J

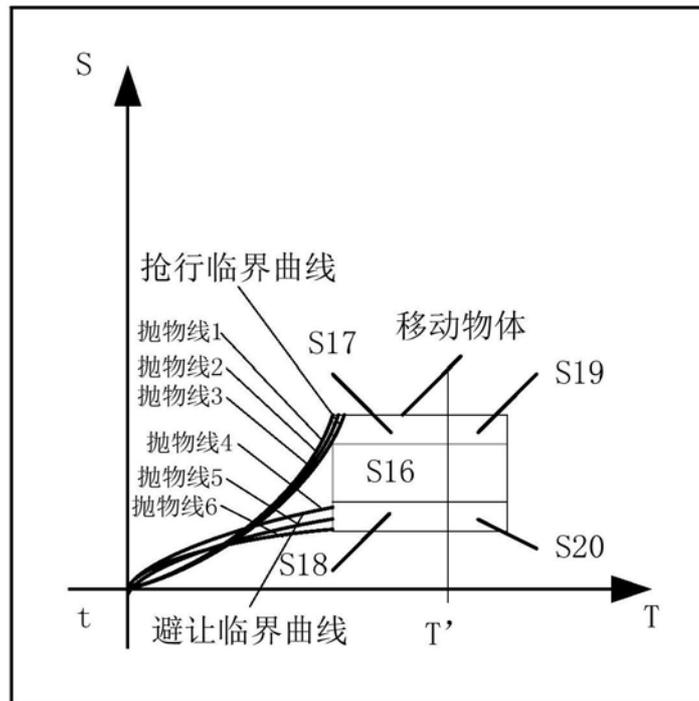


图2K

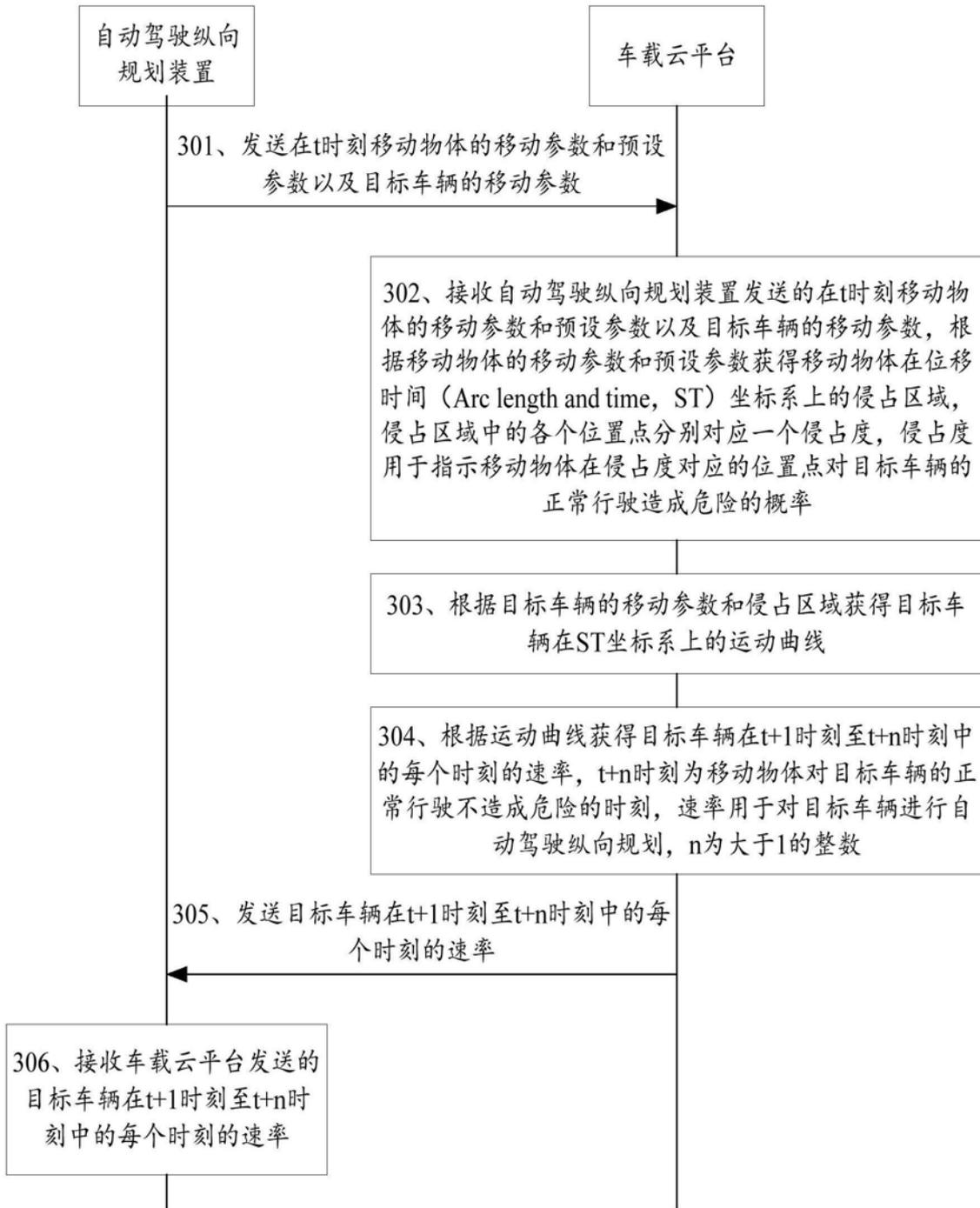


图3

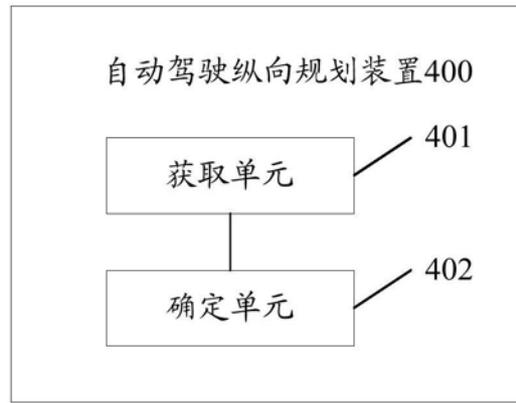


图4

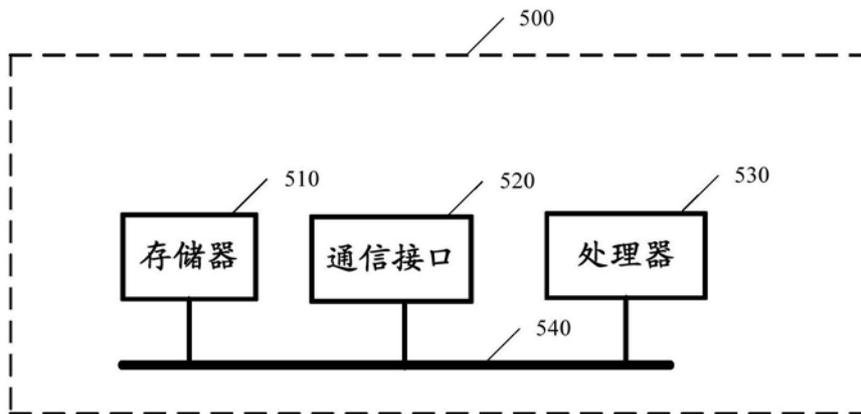


图5