



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114550474 A

(43) 申请公布日 2022. 05. 27

(21) 申请号 202011331404.0

(22) 申请日 2020.11.24

(71) 申请人 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 杨绍宇 王新宇

(74) 专利代理机构 北京亿腾知识产权代理事务所(普通合伙) 11309

专利代理师 刘辰雷 陈霁

(51) Int. Cl.

G08G 1/0967 (2006.01)

G08G 1/16 (2006.01)

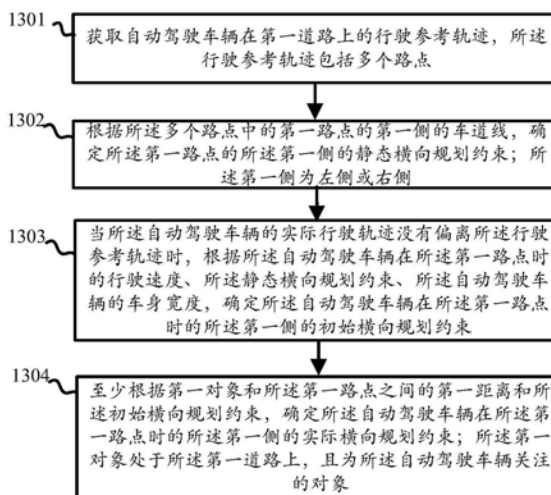
权利要求书6页 说明书28页 附图10页

(54) 发明名称

一种横向规划约束确定方法及装置

(57) 摘要

本申请涉及自动驾驶领域,具体涉及一种横向规划约束确定方法及装置。该方法包括:获取自动驾驶车辆在第一道路上的行驶参考轨迹,行驶参考轨迹包括多个路点;根据多个路点中的第一路点的第一侧的车道线,确定第一路点的所述第一侧的静态横向规划约束;当自动驾驶车辆的实际行驶轨迹没有偏离行驶参考轨迹时,根据自动驾驶车辆在第一路点时的行驶速度、静态横向规划约束、所述自动驾驶车辆的车身宽度,确定所述自动驾驶车辆在第一路点时的所述第一侧的初始横向规划约束;至少根据第一对象和第一路点之间的第一距离和所述初始横向规划约束,确定所述自动驾驶车辆在第一路点时的所述第一侧的实际横向规划约束;所述第一对象处于所述第一道路上,且为所述自动驾驶车辆关注的对象。该方法可以实现横向规划约束随着交通环境的变化而变化。



1. 一种横向规划约束确定方法,其特征在于,应用于自动驾驶车辆;所述方法包括:
获取所述自动驾驶车辆在第一道路上的行驶参考轨迹,所述行驶参考轨迹包括多个路点;

根据所述多个路点中的第一路点的第一侧的车道线,确定所述第一路点的所述第一侧的静态横向规划约束;所述第一侧为左侧或右侧;

当所述自动驾驶车辆的实际行驶轨迹没有偏离所述行驶参考轨迹时,根据所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶速度、所述静态横向规划约束、所述自动驾驶车辆的车身宽度,确定所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的初始横向规划约束;

至少根据第一对象和所述第一路点之间的第一距离和所述初始横向规划约束,确定所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的实际横向规划约束;所述第一对象处于所述第一道路上,且为所述自动驾驶车辆关注的对象。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一侧的车道线为可换道线;所述静态横向规划约束包括第一软静态横向规划约束和第一硬静态横向规划约束;其中,所述第一软静态横向规划约束小于所述第一路点所在车道的二分之一宽度,所述第一硬静态横向规划约束大于所述第一路点所在车道的二分之一宽度;

所述初始横向规划约束包括第一软初始横向规划约束和第一硬初始横向规划约束;其中,所述第一软初始横向规划约束由所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶速度、所述第一软静态横向规划约束、所述自动驾驶车辆的车身宽度确定;所述第一硬初始横向规划约束由所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶速度、所述第一硬静态横向规划约束、所述自动驾驶车辆的车身宽度确定。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述第一软静态横向规划约束由所述第一路点所在车道的二分之一宽度减去第一预设值得到,所述第一硬静态横向规划约束由所述第一软静态横向规划约束加上第二预设值得到。

4. 根据权利要求2或3所述的方法,其特征在于,所述第一路点位于所述第一道路上的第一车道,所述第一对象位于与所述第一车道相邻的第二车道,且所述第二车道位于所述第一车道的所述第一侧;所述实际横向规划约束包括硬实际横向规划约束;

所述至少根据第一对象和所述自动驾驶车辆之间的第一距离和所述初始横向规划约束,确定所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的实际横向规划约束包括:

根据所述第一距离、所述第一对象的运动速度、所述第一对象的运动方向、所述自动驾驶车辆的运动速度、所述自动驾驶车辆的运动方向,确定所述第一对象和所述自动驾驶车辆之间的碰撞风险度;

当所述碰撞风险度小于预设的安全阈值时,缩小所述第一硬初始横向规划约束,以使所述所述第一硬初始横向规划约束小于或等于所述第一路点所在车道的二分之一宽度;

确定缩小后的所述第一硬初始横向规划约束,为所述硬实际横向规划约束。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述碰撞风险度包括碰撞时间TTC和/或头车时距HWT。

6. 根据权利要求2或3所述的方法,其特征在于,所述第一对象与所述第一路点处于同一车道,且在所述自动驾驶车辆行驶期间所述自动驾驶车辆逐渐靠近所述第一对象;所述第一侧的车道线为可换道线;所述第一距离包括所述第一对象和所述第一路点之间的第一

横向偏移,所述第一横向偏移为所述第一对象和所述第一路点之间在第一方向上的距离;所述实际横向规划约束包括硬实际横向规划约束,所述第一方向垂直于所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶方向;

所述至少根据第一对象和所述第一路点之间的第一距离和所述初始横向规划约束,确定所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的实际横向规划约束包括:

将第一差值和所述自动驾驶车辆的宽度相加,得到第一加和;所述第一差值由所述第一横向偏移减去所述第一软初始横向规划约束得到;

当所述第一加和 \leq 所述第一侧的横向扩张宽度,或者,所述第一加和与预设的第一安全距离的相加和 \leq 所述横向扩张宽度时,将所述第一软初始横向规划约束和所述横向扩张宽度进行相加,得到第二加和;

确定所述第二加和为所述硬实际横向规划约束。

7. 根据权利要求2或3所述的方法,其特征在于,所述第一对象与所述第一路点处于同一车道,且在所述自动驾驶车辆行驶期间所述自动驾驶车辆逐渐靠近所述第一对象;所述第一侧的车道线为可换道线,所述第一侧的对侧的车道线为不可换道线;所述第一距离包括所述第一对象和所述第一路点之间的第一横向偏移,所述第一横向偏移为所述第一对象和所述第一路点之间在第一方向上的距离;所述实际横向规划约束包括硬实际横向规划约束,所述第一方向垂直于所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶方向;

所述至少根据第一对象和所述第一路点之间的第一距离和所述初始横向规划约束,确定所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的实际横向规划约束包括:

将第一差值和所述自动驾驶车辆的宽度相加,得到第一加和;所述第一差值由所述第一横向偏移减去所述第一软初始横向规划约束得到;

当所述第一加和 $>$ 所述第一侧的横向扩张宽度,或者,所述第一加和与预设的第一安全距离的相加和 $>$ 所述横向扩张宽度时,确定所述第一硬初始横向规划约束为所述硬实际横向规划约束。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

确定所述第一路点和所述第一对象在所述自动驾驶车辆位于所述第一路点时的行驶方向上的第二距离,以及确定所述自动驾驶车辆在第一时间内行驶的第一长度;

当第三距离小于所述第一长度时,确定所述第三距离为所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的纵向规划约束;或者,当所述第三距离大于所述第一长度时,确定所述第一长度为所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的纵向规划约束;其中,所述第三距离等于所述第二距离,或者所述第三距离由所述第二距离减去预设的第二安全距离得到;

当所述自动驾驶车辆位于所述第一路点时,根据所述纵向规划约束范围内的路况信息,确定所述自动驾驶车辆的行驶策略。

9. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶速度、所述静态横向规划约束、所述自动驾驶车辆的车身宽度,确定所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的初始横向规划约束包括:

当所述行驶速度 \leq 预设的第一速度阈值时,确定所述初始横向规划约束等于所述静态横向规划约束;

当所述行驶速度 \geq 预设的第二速度阈值时,确定所述初始横向规划约束等于二分之一

的所述车身宽度；

当所述第一速度阈值 $<$ 所述行驶速度 $<$ 所述第二速度阈值时，根据所述行驶速度，按照速度-横向规划约束曲线，确定所述初始横向规划约束；其中，在所述横向规划约束-速度曲线上，速度的大小和横向规划约束的大小呈负相关。

10. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于；所述方法还包括：当所述自动驾驶车辆执行避让动作时，根据所述多个路点中第二路点的所述第一侧的初始横向规划约束，确定所述自动驾驶车辆的当前位置的所述第一侧的实际横向规划约束；其中，所述自动驾驶车辆从所述第二路点开始执行所述避让动作。

11. 根据权利要求10所述的方法，其特征在于，所述根据所述多个路点中第二路点的所述第一侧的初始横向规划约束，确定所述自动驾驶车辆的当前位置的所述第一侧的实际横向规划约束包括：

当所述自动驾驶车辆的当前速度 \geq 所述自动驾驶车辆在所述第二路点时的速度时，确定所述第二路点的所述第一侧的实际横向规划约束为所述当前位置的所述第一侧的实际横向规划约束；

当所述自动驾驶车辆的当前速度 $<$ 所述自动驾驶车辆在所述第二路点时的速度时，根据所述当前速度、所述第二路点的所述第一侧的静态横向规划约束、所述自动驾驶车辆的车身宽度，确定所述当前位置的所述第一侧的实际横向规划约束。

12. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：当所述自动驾驶车辆执行从第三车道到第四车道的换道动作时，将所述自动驾驶车辆的所述第一侧的静态横向规划约束逐渐从第一静态横向规划约束变化到第二静态横向规划约束；其中，所述第一静态横向规划约束由所述第三车道的所述第一侧的车道线确定，所述第二静态横向规划约束由所述第四车道的所述第一侧的车道线确定。

13. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：在所述实际横向规划约束的范围内，控制所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的横向位移，所述横向位移为第一方向上的位移，所述第一方向垂直于所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶方向。

14. 一种横向规划约束确定装置，其特征在于，配置于自动驾驶车辆；所述装置包括：

获取单元，用于获取所述自动驾驶车辆在第一道路上的行驶参考轨迹，所述行驶参考轨迹包括多个路点；

第一确定单元，用于根据所述多个路点中的第一路点的第一侧的车道线，确定所述第一路点的所述第一侧的静态横向规划约束；所述第一侧为左侧或右侧；

第二确定单元，用于当所述自动驾驶车辆的实际行驶轨迹没有偏离所述行驶参考轨迹时，根据所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶速度、所述静态横向规划约束、所述自动驾驶车辆的车身宽度，确定所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的初始横向规划约束；

第三确定单元，用于至少根据第一对象和所述第一路点之间的第一距离和所述初始横向规划约束，确定所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的实际横向规划约束；所述第一对象处于所述第一道路上，且为所述自动驾驶车辆关注的对象。

15. 根据权利要求14所述的装置，其特征在于，所述第一侧的车道线为可换道线；所述

静态横向规划约束包括第一软静态横向规划约束和第一硬静态横向规划约束；其中，所述第一软静态横向规划约束小于所述第一路点所在车道的二分之一宽度，所述第一硬静态横向规划约束大于所述第一路点所在车道的二分之一宽度；

所述初始横向规划约束包括第一软初始横向规划约束和第一硬初始横向规划约束；其中，所述第一软初始横向规划约束由所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶速度、所述第一软静态横向规划约束、所述自动驾驶车辆的车身宽度确定；所述第一硬初始横向规划约束由所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶速度、所述第一硬静态横向规划约束、所述自动驾驶车辆的车身宽度确定。

16. 根据权利要求15所述的装置，其特征在于，所述第一软静态横向规划约束由所述第一路点所在车道的二分之一宽度减去第一预设值得到，所述第一硬静态横向规划约束由所述第一软静态横向规划约束加上第二预设值得到。

17. 根据权利要求15或16所述的装置，其特征在于，所述第一路点位于所述第一道路上的第一车道，所述第一对象位于与所述第一车道相邻的第二车道，且所述第二车道位于所述第一车道的所述第一侧；所述实际横向规划约束包括硬实际横向规划约束；

所述第三确定单元还用于：

根据所述第一距离、所述第一对象的运动速度、所述第一对象的运动方向、所述自动驾驶车辆的运动速度、所述自动驾驶车辆的运动方向，确定所述第一对象和所述自动驾驶车辆之间的碰撞风险度；

当所述碰撞风险度小于预设的安全阈值时，缩小所述第一硬初始横向规划约束，以使所述第一硬初始横向规划约束小于或等于所述第一路点所在车道的二分之一宽度；

确定缩小后的所述第一硬初始横向规划约束，为所述硬实际横向规划约束。

18. 根据权利要求17所述的装置，其特征在于，所述碰撞风险度包括碰撞时间TTC和/或头车时距HWT。

19. 根据权利要求15或16所述的装置，其特征在于，所述第一对象与所述第一路点处于同一车道，且在所述自动驾驶车辆行驶期间所述自动驾驶车辆逐渐靠近所述第一对象；所述第一侧的车道线为可换道线；所述第一距离包括所述第一对象和所述第一路点之间的第一横向偏移，所述第一横向偏移为所述第一对象和所述第一路点之间在第一方向上的距离；所述实际横向规划约束包括硬实际横向规划约束，所述第一方向垂直于所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶方向；

所述第三确定单元还用于：

将第一差值和所述自动驾驶车辆的宽度相加，得到第一加和；所述第一差值由所述第一横向偏移减去所述第一软初始横向规划约束得到；

当所述第一加和 \leq 所述第一侧的横向扩张宽度，或者，所述第一加和与预设的第一安全距离的相加和 \leq 所述横向扩张宽度时，将所述第一软初始横向规划约束和所述横向扩张宽度进行相加，得到第二加和；

确定所述第二加和为所述硬实际横向规划约束。

20. 根据权利要求15或16所述的装置，其特征在于，所述第一对象与所述第一路点处于同一车道，且在所述自动驾驶车辆行驶期间所述自动驾驶车辆逐渐靠近所述第一对象；所述第一侧的车道线为可换道线，所述第一侧的对侧的车道线为不可换道线；所述第一距离

包括所述第一对象和所述第一路点之间的第一横向偏移,所述第一横向偏移为所述第一对象和所述第一路点之间在第一方向上的距离;所述实际横向规划约束包括硬实际横向规划约束,所述第一方向垂直于所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶方向;

所述第三确定单元还用于:

将第一差值和所述自动驾驶车辆的宽度相加,得到第一加和;所述第一差值由所述第一横向偏移减去所述第一软初始横向规划约束得到;

当所述第一加和 $>$ 所述第一侧的横向扩张宽度,或者,所述第一加和和预设的第一安全距离的相加和 $>$ 所述横向扩张宽度时,确定所述第一硬初始横向规划约束为所述硬实际横向规划约束。

21. 根据权利要求20所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:

第四确定单元,用于确定所述第一路点和所述第一对象在所述自动驾驶车辆位于所述第一路点时的行驶方向上的第二距离,以及确定所述自动驾驶车辆在第一时间内行驶的第一长度;

第五确定单元,用于当第三距离小于所述第一长度时,确定所述第三距离为所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的纵向规划约束;或者,当所述第三距离大于所述第一长度时,确定所述第一长度为所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的纵向规划约束;其中,所述第三距离等于所述第二距离,或者所述第三距离由所述第二距离减去预设的第二安全距离得到;

第六确定单元,用于当所述自动驾驶车辆位于所述第一路点时,根据所述纵向规划约束范围内的路况信息,确定所述自动驾驶车辆的行驶策略。

22. 根据权利要求14所述的装置,其特征在于,所述第二确定单元还用于:

当所述行驶速度 \leq 预设的第一速度阈值时,确定所述初始横向规划约束等于所述静态横向规划约束;

当所述行驶速度 \geq 预设的第二速度阈值时,确定所述初始横向规划约束等于二分之一的所述车身宽度;

当所述第一速度阈值 $<$ 所述行驶速度 $<$ 所述第二速度阈值时,根据所述行驶速度,按照速度-横向规划约束曲线,确定所述初始横向规划约束;其中,在所述横向规划约束-速度曲线上,速度的大小和横向规划约束的大小呈负相关。

23. 根据权利要求14所述的装置,其特征在于;所述装置还包括:第七确定单元,用于当所述自动驾驶车辆执行避让动作时,根据所述多个路点中第二路点的所述第一侧的初始横向规划约束,确定所述自动驾驶车辆的当前位置的所述第一侧的实际横向规划约束;其中,所述自动驾驶车辆从所述第二路点开始执行所述避让动作。

24. 根据权利要求23所述的装置,其特征在于,所述第七确定还用于:

当所述自动驾驶车辆的当前速度 \geq 所述自动驾驶车辆在所述第二路点时的速度时,确定所述第二路点的所述第一侧的实际横向规划约束为所述当前位置的所述第一侧的实际横向规划约束;

当所述自动驾驶车辆的当前速度 $<$ 所述自动驾驶车辆在所述第二路点时的速度时,根据所述当前速度、所述第二路点的所述第一侧的静态横向规划约束、所述自动驾驶车辆的车身宽度,确定所述当前位置的所述第一侧的实际横向规划约束。

25. 根据权利要求14所述的装置,其特征在于,所述装置还包括第八确定单元,用于当所述自动驾驶车辆执行从第三车道到第四车道的换道动作时,将所述自动驾驶车辆的所述第一侧的静态横向规划约束逐渐从第一静态横向规划约束变化到第二静态横向规划约束;其中,所述第一静态横向规划约束由所述第三车道的所述第一侧的车道线确定,所述第二静态横向规划约束由所述第四车道的所述第一侧的车道线确定。

26. 根据权利要求14所述的装置,其特征在于,所述装置还包括控制单元,用于在所述实际横向规划约束的范围内,控制所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的横向位移,所述横向位移为第一方向上的位移,所述第一方向垂直于所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶方向。

27. 一种自动驾驶车辆的横向规划约束确定装置,其特征在于,包括:

存储器,用于存储程序;

处理器,用于执行所述存储器存储的程序;当所述存储器存储的程序被执行时,所述处理器执行权利要求1-13任一项所述的方法。

28. 一种自动驾驶车辆,其特征在于,包括权利要求14-26任一项所述的横向规划约束确定装置。

29. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读介质存储用于计算设备执行的指令,所述计算设备执行所述指令时,实现如权利要求1-13任一项所述的方法。

一种横向规划约束确定方法及装置

技术领域

[0001] 本申请涉及自动驾驶领域,具体涉及一种横向规划约束确定方法及装置。

背景技术

[0002] 人工智能的发展,使得自动驾驶成为可能。自动驾驶实现的关键技术包括地图及定位、环境感知、融合预测、决策、规划以及底层控制。其中,规划主要是对自动驾驶车辆行驶过程中的纵向速度规划以及横向路径规划。在横向路径规划中,自动驾驶车辆在真实道路上行驶时,横向路径规划模块可根据自动驾驶车辆周围的交通环境以及自身的状态,规划出使自动驾驶车辆进行小幅车道内避让或大幅度跨车道避让的避让轨迹。避让轨迹的规划需要在一定横向避让范围内进行,以便使自动驾驶车辆的避让过程合理、可控。由此,在自动驾驶车辆行驶过程中,需要合理的横向避让范围,以便进行横向路径规划。

发明内容

[0003] 本申请实施例提供了一种横向规划约束确定方法及装置,可以根据自动驾驶车辆在行驶过程中得自身状态以及路况,动态确定横向规划约束。

[0004] 第一方面,本申请实施例提供了一种横向规划约束确定方法,应用于自动驾驶车辆;所述方法包括:获取所述自动驾驶车辆在第一道路上的行驶参考轨迹,所述行驶参考轨迹包括多个路点;根据所述多个路点中的第一路点的第一侧的车道线,确定所述第一路点的所述第一侧的静态横向规划约束;所述第一侧为左侧或右侧;当所述自动驾驶车辆的实际行驶轨迹没有偏离所述行驶参考轨迹时,根据所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶速度、所述静态横向规划约束、所述自动驾驶车辆的车身宽度,确定所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的初始横向规划约束;至少根据第一对象和所述第一路点之间的第一距离和所述初始横向规划约束,确定所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的实际横向规划约束;所述第一对象处于所述第一道路上,且为所述自动驾驶车辆关注的对象。

[0005] 也就是说,本申请实施例提供的横向规划约束确定方法,可以根据行驶参考上的路点先初步确定该路点的横向规划约束;然后,再根据车辆在该路点时的行驶速度、车辆的车身宽度以及障碍物,收缩或放开该路点的横向规划约束。

[0006] 在一种可能的实现方式中,所述第一侧的车道线为可换道线;所述静态横向规划约束包括第一软静态横向规划约束和第一硬静态横向规划约束;其中,所述第一软静态横向规划约束小于所述第一路点所在车道的二分之一宽度,所述第一硬静态横向规划约束大于所述第一路点所在车道的二分之一宽度;所述初始横向规划约束包括第一软初始横向规划约束和第一硬初始横向规划约束;其中,所述第一软初始横向规划约束由所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶速度、所述第一软静态横向规划约束、所述自动驾驶车辆的车身宽度确定;所述第一硬初始横向规划约束由所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶速度、所述第一硬静态横向规划约束、所述自动驾驶车辆的车身宽度确定。

[0007] 也就是说,在该实现方式中,可以确定两种横向规划约束,其中,自车在软横向规划约束范围内进行横向偏移的代价小于在硬横向规划约束范围内进行横向偏移的代价。由此,自车可以灵活根据软横向规划约束和/或硬横向规划约束进行横向偏移。例如,自车可以优先在软横向规划约束范围内进行横向偏移;若在软横向规划约束的范围内进行横向偏移不满足实际行驶要求(例如无法避让障碍物时,或者无法应对突发路况时),可以再在硬横向规划约束的范围进行横向偏移。

[0008] 在一种可能的实现方式中,所述第一软静态横向规划约束由所述第一路点所在车道的二分之一宽度减去第一预设值得到,所述第一硬静态横向规划约束由所述第一软静态横向规划约束加上第二预设值得到。

[0009] 也就是说,在该实现方式中,可以设置软静态横向规划约束小于车道的一半,由此,方便自车可以以较小的代价进行横向偏移。然后,在软静态横向规划约束的基础上再加宽,得到硬静态横向规划约束,由此,使得自车在进行避让时可以有较大的避让空间。

[0010] 在一种可能的实现方式中,所述第一路点位于所述第一道路上的第一车道,所述第一对象位于与所述第一车道相邻的第二车道,且所述第二车道位于所述第一车道的所述第一侧;所述实际横向规划约束包括硬实际横向规划约束;所述至少根据第一对象和所述自动驾驶车辆之间的第一距离和所述初始横向规划约束,确定所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的实际横向规划约束包括:根据所述第一距离、所述第一对象的运动速度、所述第一对象的运动方向、所述自动驾驶车辆的运动速度、所述自动驾驶车辆的运动方向,确定所述第一对象和所述自动驾驶车辆之间的碰撞风险度;当所述碰撞风险度小于预设的安全阈值时,缩小所述第一硬初始横向规划约束,以使所述第一硬初始横向规划约束小于或等于所述第一路点所在车道的二分之一宽度;确定缩小后的所述第一硬初始横向规划约束,为所述硬实际横向规划约束。

[0011] 也就是说,在该实现方式中,可以根据自车与相邻车道上的车辆之间的碰撞风险度来确定横向规划约束的宽度,以在保障自车的行驶安全性。

[0012] 在一种可能的实现方式中,所述碰撞风险度包括碰撞时间TTC和/或头车时距HWT。

[0013] 在一种可能的实现方式中,所述第一对象与所述第一路点处于同一车道,且在所述自动驾驶车辆行驶期间所述自动驾驶车辆逐渐靠近所述第一对象;所述第一侧的车道线为可换道线;所述第一距离包括所述第一对象和所述第一路点之间的第一横向偏移,所述第一横向偏移为所述第一对象和所述第一路点之间在第一方向上的距离;所述实际横向规划约束包括硬实际横向规划约束,所述第一方向垂直于所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶方向;所述至少根据第一对象和所述第一路点之间的第一距离和所述初始横向规划约束,确定所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的实际横向规划约束包括:将第一差值和所述自动驾驶车辆的宽度相加,得到第一加和;所述第一差值由所述第一横向偏移减去所述第一软初始横向规划约束得到;当所述第一加和 \leq 所述第一侧的横向扩张宽度,或者,所述第一加和与预设的第一安全距离的相加和 \leq 所述横向扩张宽度时,将所述第一软初始横向规划约束和所述横向扩张宽度进行相加,得到第二加和;确定所述第二加和为所述硬实际横向规划约束。

[0014] 也就是说,在该实现方式中,可以先确定自车是否可以绕过前方障碍物。若可以绕过,则扩张硬横向规划约束,以便自车可以通过横向偏移绕过前方障碍物。

[0015] 在一种可能的实现方式中,所述第一对象与所述第一路点处于同一车道,且在所述自动驾驶车辆行驶期间所述自动驾驶车辆逐渐靠近所述第一对象;所述第一侧的车道线为可换道线,所述第一侧的对侧的车道线为不可换道线;所述第一距离包括所述第一对象和所述第一路点之间的第一横向偏移,所述第一横向偏移为所述第一对象和所述第一路点之间在第一方向上的距离;所述实际横向规划约束包括硬实际横向规划约束,所述第一方向垂直于所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶方向;所述至少根据第一对象和所述第一路点之间的第一距离和所述初始横向规划约束,确定所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的实际横向规划约束包括:将第一差值和所述自动驾驶车辆的宽度相加,得到第一加和;所述第一差值由所述第一横向偏移减去所述第一软初始横向规划约束得到;当所述第一加和 $>$ 所述第一侧的横向扩张宽度,或者,所述第一加和和预设的第一安全距离的相加和 $>$ 所述横向扩张宽度时,确定所述第一硬初始横向规划约束为所述硬实际横向规划约束。

[0016] 也就是说,在该实现方式中,可以先确定自车是否可以绕过前方障碍物。若不可以绕过,则不扩张硬横向规划约束,使得自车不再试图绕过前方障碍物。

[0017] 在一种可能的实现方式中,所述方法还包括:确定所述第一路点和所述第一对象在所述自动驾驶车辆位于所述第一路点时的行驶方向上的第二距离,以及确定所述自动驾驶车辆在第一时长内行驶的第一长度;当第三距离小于所述第一长度时,确定所述第三距离为所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的纵向规划约束;或者,当所述第三距离大于所述第一长度时,确定所述第一长度为所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的纵向规划约束;其中,所述第三距离等于所述第二距离,或者所述第三距离由所述第二距离减去预设的第二安全距离得到;当所述自动驾驶车辆位于所述第一路点时,根据所述纵向规划约束范围内的路况信息,确定所述自动驾驶车辆的行驶策略。

[0018] 也就是说,在该实现方式中,在自车不可以绕过前方障碍物的情况下,可以确定纵向规划约束范围。自车在规划实际行驶轨迹时,可以仅考虑纵向规划约束范围内的物体,可以避免误避让或避让后自车仍然无法通过前方障碍物的现象。

[0019] 在一种可能的实现方式中,所述根据所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶速度、所述静态横向规划约束、所述自动驾驶车辆的车身宽度,确定所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的初始横向规划约束包括:当所述行驶速度 \leq 预设的第一速度阈值时,确定所述初始横向规划约束等于所述静态横向规划约束;当所述行驶速度 \geq 预设的第二速度阈值时,确定所述初始横向规划约束等于二分之一的所述车身宽度;当所述第一速度阈值 $<$ 所述行驶速度 $<$ 所述第二速度阈值时,根据所述行驶速度,按照速度-横向规划约束曲线,确定所述初始横向规划约束;其中,在所述横向规划约束-速度曲线上,速度的大小和横向规划约束的大小呈负相关。

[0020] 也就是说,在该实现方式中,可以在车速较高的情况下,缩小横向规划约束的宽度,由此可提高车辆行驶的安全性;还可以在车速较低的情况下,扩大横向规划约束的宽度,由此可增加了自车的横向移动范围。

[0021] 在一种可能的实现方式中,所述方法还包括:当所述自动驾驶车辆执行避让动作时,根据所述多个路点中第二路点的所述第一侧的初始横向规划约束,确定所述自动驾驶车辆的当前位置的所述第一侧的实际横向规划约束;其中,所述自动驾驶车辆从所述第二

路点开始执行所述避让动作。

[0022] 在一种可能的实现方式中,所述根据所述多个路点中第二路点的所述第一侧的初始横向规划约束,确定所述自动驾驶车辆的当前位置的所述第一侧的实际横向规划约束包括:当所述自动驾驶车辆的当前速度 \geq 所述自动驾驶车辆在所述第二路点时的速度时,确定所述第二路点的所述第一侧的实际横向规划约束为所述当前位置的所述第一侧的实际横向规划约束;当所述自动驾驶车辆的当前速度 $<$ 所述自动驾驶车辆在所述第二路点时的速度时,根据所述当前速度、所述第二路点的所述第一侧的静态横向规划约束、所述自动驾驶车辆的车身宽度,确定所述当前位置的所述第一侧的实际横向规划约束。

[0023] 也就是说,在该实现方式中,若自车在避让时加速,则锁定自车的横向规划约束的宽度,使之不随着车速增加而增加,由此提高自车的行驶安全性;若自车在避让时减速,则可以增加自车的横向规划约束的宽度,由此增加自车的横向移动空间。

[0024] 在一种可能的实现方式中,所述方法还包括:当所述自动驾驶车辆执行从第三车道到第四车道的换道动作时,将所述自动驾驶车辆的所述第一侧的静态横向规划约束逐渐从第一静态横向规划约束变化到第二静态横向规划约束;其中,所述第一静态横向规划约束由所述第三车道的所述第一侧的车道线确定,所述第二静态横向规划约束由所述第四车道的所述第一侧的车道线确定。

[0025] 也就是说,在该实现方式中,在自车换道期间时,可以将自车的横向规划约束逐渐从由原车道确定的横向规划约束过渡到由目标车道确定的横向规划约束。

[0026] 在一种可能的实现方式中,所述方法还包括:在所述实际横向规划约束的范围内,控制所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的横向位移,所述横向位移为第一方向上的位移,所述第一方向垂直于所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶方向。

[0027] 也就是说,在该实现方式中,自车可以在确定出的横向规划约束范围内进行横向位移,可以在保证自车行驶安全性的同时,增加自车的通过性。

[0028] 第二方面,提供了一种横向规划约束确定装置,配置于自动驾驶车辆;所述装置包括获取单元,用于获取所述自动驾驶车辆在第一道路上的行驶参考轨迹,所述行驶参考轨迹包括多个路点;第一确定单元,用于根据所述多个路点中的第一路点的第一侧的车道线,确定所述第一路点的所述第一侧的静态横向规划约束;所述第一侧为左侧或右侧;第二确定单元,用于当所述自动驾驶车辆的实际行驶轨迹没有偏离所述行驶参考轨迹时,根据所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶速度、所述静态横向规划约束、所述自动驾驶车辆的车身宽度,确定所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的初始横向规划约束;第三确定单元,用于至少根据第一对象和所述第一路点之间的第一距离和所述初始横向规划约束,确定所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的实际横向规划约束;所述第一对象处于所述第一道路上,且为所述自动驾驶车辆关注的对象。

[0029] 在一种可能的实现方式中,所述第一侧的车道线为可换道线;所述静态横向规划约束包括第一软静态横向规划约束和第一硬静态横向规划约束;其中,所述第一软静态横向规划约束小于所述第一路点所在车道的二分之一宽度,所述第一硬静态横向规划约束大于所述第一路点所在车道的二分之一宽度;所述初始横向规划约束包括第一软初始横向规划约束和第一硬初始横向规划约束;其中,所述第一软初始横向规划约束由所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶速度、所述第一软静态横向规划约束、所述自动驾驶车辆的

车身宽度确定;所述第一硬初始横向规划约束由所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶速度、所述第一硬静态横向规划约束、所述自动驾驶车辆的车身宽度确定。

[0030] 在一种可能的实现方式中,所述第一软静态横向规划约束由所述第一路点所在车道的二分之一宽度减去第一预设值得到,所述第一硬静态横向规划约束由所述第一软静态横向规划约束加上第二预设值得到。

[0031] 在一种可能的实现方式中,所述第一路点位于所述第一道路上的第一车道,所述第一对象位于与所述第一车道相邻的第二车道,且所述第二车道位于所述第一车道的所述第一侧;所述实际横向规划约束包括硬实际横向规划约束;所述第三确定单元还用于:根据所述第一距离、所述第一对象的运动速度、所述第一对象的运动方向、所述自动驾驶车辆的运动速度、所述自动驾驶车辆的运动方向,确定所述第一对象和所述自动驾驶车辆之间的碰撞风险度;当所述碰撞风险度小于预设的安全阈值时,缩小所述第一硬初始横向规划约束,以使所述第一硬初始横向规划约束小于或等于所述第一路点所在车道的二分之一宽度;确定缩小后的所述第一硬初始横向规划约束,为所述硬实际横向规划约束。

[0032] 在一种可能的实现方式中,所述碰撞风险度包括碰撞时间TTC和/或头车时距HWT。

[0033] 在一种可能的实现方式中,所述第一对象与所述第一路点处于同一车道,且在所述自动驾驶车辆行驶期间所述自动驾驶车辆逐渐靠近所述第一对象;所述第一侧的车道线为可换道线;所述第一距离包括所述第一对象和所述第一路点之间的第一横向偏移,所述第一横向偏移为所述第一对象和所述第一路点之间在第一方向上的距离;所述实际横向规划约束包括硬实际横向规划约束,所述第一方向垂直于所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶方向;所述第三确定单元还用于:将第一差值和所述自动驾驶车辆的宽度相加,得到第一加和;所述第一差值由所述第一横向偏移减去所述第一软初始横向规划约束得到;当所述第一加和 \leq 所述第一侧的横向扩张宽度,或者,所述第一加和与预设的第一安全距离的相加和 \leq 所述横向扩张宽度时,将所述第一软初始横向规划约束和所述横向扩张宽度进行相加,得到第二加和;确定所述第二加和为所述硬实际横向规划约束。

[0034] 在一种可能的实现方式中,所述第一对象与所述第一路点处于同一车道,且在所述自动驾驶车辆行驶期间所述自动驾驶车辆逐渐靠近所述第一对象;所述第一侧的车道线为可换道线,所述第一侧的对侧的车道线为不可换道线;所述第一距离包括所述第一对象和所述第一路点之间的第一横向偏移,所述第一横向偏移为所述第一对象和所述第一路点之间在所述第一方向上的距离;所述实际横向规划约束包括硬实际横向规划约束,所述第一方向垂直于所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶方向;所述第三确定单元还用于:将第一差值和所述自动驾驶车辆的宽度相加,得到第一加和;所述第一差值由所述第一横向偏移减去所述第一软初始横向规划约束得到;当所述第一加和 $>$ 所述第一侧的横向扩张宽度,或者,所述第一加和和预设的第一安全距离的相加和 $>$ 所述横向扩张宽度时,确定所述第一硬初始横向规划约束为所述硬实际横向规划约束。

[0035] 在一种可能的实现方式中,所述装置还包括:第四确定单元,用于确定所述第一路点和所述第一对象在所述自动驾驶车辆位于所述第一路点时的行驶方向上的第二距离,以及确定所述自动驾驶车辆在第一时长内行驶的第一长度;第五确定单元,用于当第三距离小于所述第一长度时,确定所述第三距离为所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的纵向规划约束;或者,当所述第三距离大于所述第一长度时,确定所述第一长度为所述自动驾驶车

辆在所述第一路点时的纵向规划约束;其中,所述第三距离等于所述第二距离,或者所述第三距离由所述第二距离减去预设的第二安全距离得到;第六确定单元,用于当所述自动驾驶车辆位于所述第一路点时,根据所述纵向规划约束范围内的路况信息,确定所述自动驾驶车辆的行驶策略。

[0036] 在一种可能的实现方式中,所述第二确定单元还用于:当所述行驶速度 \leq 预设的第一速度阈值时,确定所述初始横向规划约束等于所述静态横向规划约束;当所述行驶速度 \geq 预设的第二速度阈值时,确定所述初始横向规划约束等于二分之一的所述车身宽度;当所述第一速度阈值 $<$ 所述行驶速度 $<$ 所述第二速度阈值时,根据所述行驶速度,按照速度-横向规划约束曲线,确定所述初始横向规划约束;其中,在所述横向规划约束-速度曲线上,速度的大小和横向规划约束的大小呈负相关。

[0037] 在一种可能的实现方式中,所述装置还包括:第七确定单元,用于当所述自动驾驶车辆执行避让动作时,根据所述多个路点中第二路点的所述第一侧的初始横向规划约束,确定所述自动驾驶车辆的当前位置的所述第一侧的实际横向规划约束;其中,所述自动驾驶车辆从所述第二路点开始执行所述避让动作。

[0038] 在一种可能的实现方式中,所述第七确定还用于:当所述自动驾驶车辆的当前速度 \geq 所述自动驾驶车辆在所述第二路点时的速度时,确定所述第二路点的所述第一侧的实际横向规划约束为所述当前位置的所述第一侧的实际横向规划约束;当所述自动驾驶车辆的当前速度 $<$ 所述自动驾驶车辆在所述第二路点时的速度时,根据所述当前速度、所述第二路点的所述第一侧的静态横向规划约束、所述自动驾驶车辆的车身宽度,确定所述当前位置的所述第一侧的实际横向规划约束。

[0039] 在一种可能的实现方式中,所述装置还包括第八确定单元,用于当所述自动驾驶车辆执行从第三车道到第四车道的换道动作时,将所述自动驾驶车辆的所述第一侧的静态横向规划约束逐渐从第一静态横向规划约束变化到第二静态横向规划约束;其中,所述第一静态横向规划约束由所述第三车道的所述第一侧的车道线确定,所述第二静态横向规划约束由所述第四车道的所述第一侧的车道线确定。

[0040] 在一种可能的实现方式中,所述装置还包括控制单元,用于在所述实际横向规划约束的范围内,控制所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的横向位移,所述横向位移为第一方向上的位移,所述第一方向垂直于所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶方向。

[0041] 第三方面,本申请实施例提供了一种自动驾驶车辆的横向规划约束确定装置,包括:存储器,用于存储程序;处理器,用于执行所述存储器存储的程序;当所述存储器存储的程序被执行时,所述处理器执行第一方面或第一方面任一可能实现方式所述的方法。

[0042] 第四方面,本申请实施例提供了一种自动驾驶车辆,包括第二方面所述的横向规划约束确定装置。

[0043] 第五方面,本申请实施例提供了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读介质存储用于计算设备执行的指令,所述计算设备执行所述指令时,实现如第一方面或第一方面任一可能实现方式所述的方法。

[0044] 第六方面,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计算设备上运行时,使得所述计算设备执行第一方面或第一方面任一可能实现方

式所述的方法。

[0045] 第七方面,本申请实施例提供了提供一种芯片,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,执行第一方面或第一方面的任一可能的实现方式中的方法。

[0046] 本申请实施例提供的横向规划约束确定方法及装置,可以根据交通环境动态的放开或者缩小横向规划约束,从而可以在保证自车行驶的安全性的同时,增强自车的通过性。

附图说明

[0047] 图1为本申请实施例提供的一种自动驾驶车辆的功能框图;

[0048] 图2为本申请实施例提供的一种自动驾驶系统架构图;

[0049] 图3为本申请实施例提供的一种横向规划约束确定方法流程图;

[0050] 图4为本申请实施例提供的一种横向规划约束-速度曲线图;

[0051] 图5为本申请实施例提供的横向规划约束确定方法可应用的一种场景示意图;

[0052] 图6为本申请实施例提供的横向规划约束确定方法可应用的一种场景示意图;

[0053] 图7为本申请实施例提供的横向规划约束确定方法可应用的一种场景示意图;

[0054] 图8为本申请实施例提供的横向规划约束确定方法可应用的一种场景示意图;

[0055] 图9为本申请实施例提供的横向规划约束确定方法可应用的一种场景示意图;

[0056] 图10为本申请实施例提供的横向规划约束确定方法可应用的一种场景示意图;

[0057] 图11为本申请实施例提供的横向规划约束确定方法可应用的一种场景示意图;

[0058] 图12为本申请实施例提供的一种横向规划约束确定方法流程图;

[0059] 图13为本申请实施例提供的一种横向规划约束确定方法流程图;

[0060] 图14为本申请实施例提供的一种横向规划约束装置结构示意图;

[0061] 图15为本申请实施例提供的一种横向规划约束装置结构示意图。

具体实施方式

[0062] 下面将结合附图,对本发明实施例中的技术方案进行描述。显然,所描述的实施例仅是本说明书一部分实施例,而不是全部的实施例。

[0063] 在本说明书的描述中“一个实施例”或“一些实施例”等意味着在本说明书的一个或多个实施例中包括结合该实施例描述的特定特征、结构或特点。由此,在本说明书中的不同之处出现的语句“在一个实施例中”、“在一些实施例中”、“在其他一些实施例中”、“在另外一些实施例中”等不是必然都参考相同的实施例,而是意味着“一个或多个但不是所有的实施例”,除非是以其他方式另外特别强调。

[0064] 其中,在本说明书的描述中,除非另有说明,“/”表示或的意思,例如,A/B可以表示A或B;本文中的“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,A和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况。另外,在本说明书实施例的描述中,“多个”是指两个或多于两个。

[0065] 在本说明书的描述中,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。术语“包括”、“包含”、“具有”及它们的

变形都意味着“包括但不限于”，除非是以其他方式另外特别强调。

[0066] 图1示出了本申请实施例提供的车辆100的功能框图。

[0067] 参阅图2,车辆100可以包括计算系统102、交互系统104、推进系统106、传感器系统108、控制系统110、电源112等。

[0068] 可以理解的是,本申请实施例示意的结构并不构成对车辆100的具体限定。在本申请另一些实施例中,车辆100可以包括比图示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者拆分某些部件,或者不同的部件布置。图示的部件可以以硬件,软件或软件和硬件的组合实现。

[0069] 可将车辆100的各部件通过系统总线(例如控制器局域网络总线(controller area network bus),CAN总线)、网络和其他连接机构连接在一起,以使各部件可按照互连方式工作。

[0070] 计算系统102可以包括处理器1021、存储器1022等。

[0071] 处理器1021可以包括一个或多个处理单元,例如:处理器110可以包括应用处理器(application processor,AP),调制解调处理器,图形处理器(graphics processing unit,GPU),图像信号处理器(image signal processor,ISP),控制器,视频编解码器,数字信号处理器(digital signal processor,DSP),基带处理器,和/或神经网络处理器(neural-network processing unit,NPU)等。其中,不同的处理单元可以是独立的器件,也可以集成在一个或多个处理器中。

[0072] 存储器1022可以包括高速随机存取存储器,还可以包括非易失性存储器,例如至少一个磁盘存储器件,闪存器件,通用闪存存储器(universal flash storage,UFS)等。存储器1022通常用于存储可以在处理器1021上运行以实现各种操作的指令。该指令包括一个或多个软件应用(如图1所示的行为规划模块(behavior planner)10221、横向规划模块(lateral planner)10222、纵向规划模块(speed planner)10223、控制模块(controller)10224、高精地图10225等,具体将在下文进行介绍)的指令。存储器1022还可以用于存储该一个或多个软件应用使用的和/或生成的数据。

[0073] 处理器1021可通过运行存储在存储器1022的指令,执行下文所述的各种功能以及数据处理。

[0074] 示例性的,该计算系统102可以实现为车载智能系统或自动驾驶系统,可以实现车辆100的自动驾驶(在车辆100行驶时,车辆100完全自动驾驶,无需驾驶员的控制或仅需驾驶员的少量控制)。也可以实现车辆100的半自动驾驶(在车辆行驶时,车辆非完全自动驾驶,需要驾驶员适度控制)。驾驶员也可以手动驾驶车辆100行驶(驾驶员高度控制车辆100)。可以设定自动驾驶、半自动驾驶、手动控制车辆分别对应不同的自动化级别。

[0075] 交互系统104可以包括无线通信系统1041、显示屏1042、麦克风1043、扬声器1044等。

[0076] 无线通信系统1041可以包括一个或多个天线、调制解调器、基带处理器等,可与其他汽车以及其他通信实体进行通信。一般而言,无线通信系统可以被配置为根据一种或多种通信技术进行通信,例如2G/3G/4G/5G等移动通信技术,以及无线局域网(wireless local area networks,WLAN)(如无线保真(wireless fidelity,Wi-Fi)网络),蓝牙(bluetooth,BT),全球导航卫星系统(global navigation satellite system,GNSS),调频

(frequency modulation,FM),近距离无线通信技术(near field communication,NFC),红外技术(infrared,IR)等无线通信技术,以及其他通信技术,此处不再一一列举。

[0077] 显示屏1042用于显示图像,视频等。显示屏1042包括显示面板。显示面板可以采用液晶显示屏(liquid crystal display,LCD),有机发光二极管(organic light-emitting diode,OLED),有源矩阵有机发光二极体或主动矩阵有机发光二极体(active-matrix organic light emitting diode的,AMOLED),柔性发光二极管(flex light-emitting diode,FLED),Miniled,MicroLed,Micro-oLed,量子点发光二极管(quantum dot light emitting diodes,QLED)等。

[0078] 在一些实施例中,显示面板上可覆盖有触控面板,当触控面板检测到其上或其附近的触摸操作后,可将触摸操作传递给处理器1021,以确定触摸事件类型。可以通过显示屏1042提供与触摸操作相关的视觉输出。在另一些实施例中,触控面板可以与显示屏1042所处的位置不同。

[0079] 麦克风1043,也称“话筒”,“传声器”,用于将声音信号转换为电信号。当用户想通过语音控制车辆100时,用户可以通过人嘴靠近麦克风1043发声,将语音命令输入到麦克风1043。车辆100可以设置至少一个麦克风1043。在一些实施例中,车辆100可以设置两个麦克风1043,除了采集声音信号,还可以实现降噪功能。在另一些实施例中,电子设备100还可以设置三个,四个或更多个麦克风1043,实现采集声音信号,降噪,还可以识别声音来源,实现定向录音功能等。

[0080] 扬声器1044,也称“喇叭”,用于将音频电信号转换为声音信号。车辆100可以通过扬声器1044收听音乐,或收听提示信息。

[0081] 推进系统106可以包括动力部件1061、能源部件1062、传动部件1063、施动部件1064等。

[0082] 动力部件1061可以为发动机,可以为汽油发动机、电动汽车的电动机、柴油发动机、混合动力发动机等发动机中的任一种或多种的组合,也可以为其他形式的发动机。

[0083] 能源部件1062可以是能量的来源,全部或部分地为动力部件1061提供动力。也就是说,可将动力部件1061配置为将能源部件1062提供的能源转换为机械能。能源部件1062可提供的能源包括汽油、柴油、其他基于石油的燃料、丙烷、其他基于压缩气体的燃料、乙醇、太阳能电池板、电池、以及其他电功率来源。能源部件1062还可包括燃料箱、电池、电容器、和/或飞轮的任意组合。在一些实施例中,能源部件1062也可以为车辆100的其他系统提供能量。

[0084] 传动部件1063可包括变速箱、离合器、差动器、传动轴以及其他组件。经配置,传动部件1063可将机械能从动力部件1061传输给施动部件1064。

[0085] 施动部件1064可以包括车轮、轮胎等。车轮可配置为各种款式,包括单轮车、双轮车/摩托车、三轮车、或者轿车/卡车四轮款式等。轮胎可以附接车轮,车轮可以附接到传动部件1063,可响应传动部件1063传动的机械功率而进行转动,以驱动车辆100行动。

[0086] 传感器系统108可以包括定位部件1081、相机1082、惯性测量单元1083、雷达1084等。

[0087] 定位部件1081可被配置为用于估计车辆100的位置。定位部件1081可包括被配置为基于卫星定位数据估计车辆100相对于地球的位置的收发器。在一些实施例中,可将计算

系统102配置为结合地图数据使用定位部件1081来估计车辆100可能行驶的道路以及车辆100在道路上的位置。具体的,定位部件1081可以包括全球定位系统(global positioning system,GPS)模块,也可以包括北斗卫星导航系统(beidou navigation satellite system,BDS),也可以包括伽利略卫星导航系统(galileo satellite navigation system),等等。

[0088] 相机1082可以包括被配置为捕获车辆100外部环境的车外相机,也可以包括被配置为捕获车辆100内部环境的车内相机。相机1082可以为检测可见光的相机,或者为检测来自光谱其他部分的光线(红外线或紫外线等)。相机1082用于捕获二维图像,也可以用于捕获深度图像。

[0089] 惯性测量单元(inertial measurement unit,IMU)1083被配置为基于惯性加速度来感测车辆100的位置和方位变化的传感器的任意组合。在一些实施例,惯性测量单元1083可包括一个或多个加速计和陀螺仪。

[0090] 雷达1084可包括被配置为使用光波或声波来感测或检测车辆100所在环境中的对象的传感器。具体的,雷达1084可以为包括激光雷达、毫米波雷达或超声波雷达等。

[0091] 计算系统102可以根据传感器系统108中各部件所采集的数据,确定车辆100的感知信息。例如,计算系统102可以利用计算机视觉计算以及传感器融合技术,根据传感器系统108中一种或多种部件所采集的数据,确定车辆100的感知信息。

[0092] 控制系统110可以包括转向部件1101、制动部件1102、油门1103等。

[0093] 转向部件1101可以是被配置为响应驾驶员操作或计算机指令,调整车辆100的行驶方向的部件。示例性的,转向部件1101可以包括方向盘。

[0094] 节流阀1102可以是被配置为控制动力部件1061的运行速度和加速度并进而控制车辆100的速度和加速度的部件。

[0095] 制动部件1103可以是被配置为降低车辆100的行驶速度的部件。例如,制动部件1103可以使用摩擦力来减慢施动部件1064中车轮的转动速度。

[0096] 油门1104可以是被配置为增加车辆100的行驶速度的部件。

[0097] 控制系统110中的各部件可以响应控制模块1024下发的控制指令,执行相应操作。例如,转向部件1101中的方向盘可以响应控制模块1024下发的控制指令,旋转特定的角度。再例如,制动部件1103可以响应控制模块1024下发的控制指令,进行刹车。等等,此处不再一一列举。

[0098] 电源112可配置为向车辆100的一部分或全部部件提供电力。在一些实施例中,电源112可包括可重复充放电的锂离子电池或者铅蓄电池。在一些实施例中,电源112可包括一个或多个电池组。在一些实施例中,可以将电源112和能源部件1062共同实现,通过动力部件1061可将电源112提供的化学能转变为电机的机械能,并通过传动部件1063传递给施动部件1064,实现车辆100的行驶。

[0099] 基于车辆100的上述功能,本申请实施例提供了一种横向规划约束确定方法,车辆100可以根据其行驶过程中的车辆自身信息、道路的路况信息,动态的放开或者缩小横向规划约束。在本申请实施例中,车辆100也可以称为自车。横向规划约束也可以称为横向约束,其是指自车的横向避让范围。也就是说,自车需要在横向规划约束的范围或者说约束下进行横向位移。其中,此处的横向,是指与车辆行驶方向垂直的方向或近似垂直方向。

[0100] 车辆100可以的处理器1021可以通过运行存储器1022中存储的一个或多个应用的指令,实现本申请实施例所提供的横向规划约束确定方法。为方便描述,在下文中,以该一个或多个应用中的应用为主体进行描述。可以理解,当提到某一应用执行某步骤或具有某功能时,其是指处理器1021通过运行该应用的指令而执行该步骤或实现该功能。

[0101] 在驾驶车辆时,通常需要高层决策、路径规划(也称轨迹规划)和底层控制。以换道为例,人类驾驶员首先需要考虑安全因素、交规因素等,决定换道时机;其次,为车辆规划出一条行驶轨迹;然后,控制方向盘、油门或刹车等,使得车辆可以按照规划的行驶轨迹行驶。自动驾驶的决策过程和人类驾驶员的决策过程类似。参阅图2,行为规划模块10221负责高层决策,例如变换车道或保持车道。横向规划模块10222负责规划行驶轨迹,纵向规划模块10223负责规划行驶速度。控制模块10224根据规划的行驶轨迹和速度,操作转向部件1101、节流阀1102、制动部件1103或油门1104,以使自车按照规划的行驶轨迹和速度行驶。具体而言,横向规划模块10222在获取行为规划模块10221下放的决策指令(例如,保持车道)时,可以进行横向路径规划,并把规划好的横向路径传递给纵向规划模块10223。纵向规划模块10223可以根据该横向路径进行速度规划。控制模块10224可以根据横向规划模块10222的规划结果和纵向规划模块10223的规划结果,向转向部件1101、节流阀1102、制动部件1103或油门1104发出控制指令。

[0102] 更具体地,如图2所示,横向规划模块10222还可以包括参考轨迹规划模块(reference path planner)、障碍避让模块(obstacle avoidance planner)、轨迹平滑模块(trajjectory smoother)以及碰撞检测模块。示例性地,碰撞检测模块具体可以为基于模型的碰撞检测模块(model based collision checker)。其中,参考轨迹规划模块可以根据行为规划模块10221下发的决策指令、自车感知信息、地图信息等,确定自车在时间段T1内的行驶参考轨迹。时间段T1可以包括当前时刻。示例性的,时间段T1为当前时刻前的N秒时长和当前时刻后的M秒时长组成。时间段T1、N的值、M的值可以预先设定。其中,可以理解,当前时刻前的行驶参考轨迹为自车的实际已行驶的轨迹或者说历史行驶轨迹。当前时刻后的行驶参考轨迹为规划的或者说预测的轨迹。行驶参考轨迹可以包括多个路点,该多个路点位于行驶参考轨迹上。或者说,行驶参考轨迹由该多个路点中相邻路点之间的连线组成。示例性的,行驶参考轨迹可以和自车所在车道的中间线重合。

[0103] 参考轨迹规划模块可以执行本申请实施例提供的横向规划约束确定方法,并确定的横向规划约束输出给障碍避让模块,以便障碍避让模块、轨迹平滑模块以及碰撞检测模块在横向规划约束内进行横向路径规划。

[0104] 其中,本申请实施例所提供是确定横向规划约束的方案,因此,下文将对确定横向规划约束的过程进行具体介绍。横向规划约束内进行横向路径规划的过程可以参考现有技术的介绍。

[0105] 接下来,结合附图,对本申请实施例提供的横向规划约束确定方法进行示例说明。其中,在本申请实施例中,“横向”是指垂直于车辆行驶方向的方向。“纵向”是指车辆行驶方向。

[0106] 在一些实施例中,横向规划约束确定方法可以包括图3所示的步骤。具体如下。

[0107] 参考轨迹规划模块可以执行步骤301,获取自车在道路A1上的行驶参考轨迹B1。示例性的,参考轨迹规划模块可以根据地图信息(例如,可以从高精地图10225获取地图信

息),确定行驶参考轨迹B1。示例性的,行驶参考轨迹B1可以由其他应用或部件确定,然后,参考轨迹规划模块可以从该其他应用或部件获取行驶参考轨迹B1。具体过程可以参考现有技术介绍,在此不再赘述。可以理解,行驶参考轨迹B1上具有多个路点,或者说,行驶参考轨迹是多个路点中相邻路点进行连线而得到的。

[0108] 参考轨迹规划模块可以确定行驶轨迹B1上的多个路点中的路点的横向规划约束。以该多个路点中的路点B11为例,如图3所示,参考轨迹规划模块可以执行步骤302,根据行驶参考轨迹B1上的路点B11的C1侧的车道线,确定路点B11的C1侧的静态横向规划约束D1。C1侧可以为左侧,或者右侧。可以理解,路点B11位于车道内,或者位于虚拟车道内(例如,路点B11位于路口,参考轨迹规划模块可以根据地图信息确定虚拟车道)。由此,路点B11左右两侧具有车道线。其中,路点B11的C1侧车道线是指从路点B11向路点B11所在车道的C1侧的车道线做垂线,该垂线与车道的C1侧的车道线的交点处为路点B11的C1侧的车道线。其中,路点B11位于虚拟车道时,可以默认路点B11的两侧的车道线都为虚线。

[0109] 虚线也可称为可换道线。根据交通法规,自行车可以在虚线处换道。与虚线相对的是实线,实线也可称为不可换道线。根据交通法规,自行车不可以在实线处换道。

[0110] 在一个说明性示例中,静态横向规划约束D1可以包括软静态横向规划约束(soft margin)D11和硬静态横向规划约束(hard margin)D12。其中,硬静态横向规划约束的宽度大于或等于软静态横向规划约束。

[0111] 示例性的,若路点B11的C1侧的车道线为实线,软静态横向规划约束D11小于路点B11所在车道的二分之一宽度。其中,车道的中心线可以将车道分为两个单侧车道,每个单侧车道的宽度为车道的二分之一宽度。因此,在本申请实施例中,车道的二分之一宽度等于单侧车道的宽度,车道的二分之一也可以称为单侧车道。在一个例子中,可以将路点B11所在车道的单侧车道宽度(或者说车道的二分之一宽度)减去宽度W1,得到软静态横向规划约束D11。宽度W1可以为预设,例如可以为0.3米,或者为0.4米,或者为0.5米,等等,此处不再一一列举。

[0112] 若路点B11的C1侧的车道线为实线,硬静态横向规划约束D12的宽度等于软静态横向规划约束D11的宽度。

[0113] 示例性的,若路点B11的C1侧的车道线为虚线,软静态横向规划约束D11小于路点B11所在车道的二分之一宽度。在一个例子中,可以将路点B11所在车道的单侧车道宽度(或者说车道的二分之一宽度)减去宽度W1,得到软静态横向规划约束D11。宽度W1可以参考上文介绍,在此不再赘述。

[0114] 若路点B11的C1侧的车道线为虚线,硬静态横向规划约束D12的宽度大于软静态横向规划约束D11的宽度。示例性的,可以将软静态横向规划约束D11加上宽度W2,得到硬静态横向规划约束D12。其中,宽度W1可以为预设,例如可以为0.4米,或者为0.8米,或者为1.2米,等等,此处不再一一列举。示例性的,宽度W2可以大于宽度W1。也就是说,在路点B11的C1侧的车道线为虚线的情况下,即自行车可以越过或跨过路点B11的C1侧的车道线的情况下,可以设置路点B11的C1侧的硬静态横向规划约束的宽度较大,以便可以自行车可以借用路点B11的C1侧的车道进行横向位移,增加了横向位移的可调节范围。

[0115] 在一个具体实例中,可以设定自行车在最右侧车道正常行驶,当前车道宽度为3.6米。车道左侧为实线,不可进行换道。自行车当前所在位置车道右侧车道边线为虚线,可进行

换道。自车前方80m-120m处,虚线变为实线,转为不可换道区域。自车前方120m以后为路口区域。行驶参考轨迹的长度截止到150米。则此时,行驶参考轨迹上距自车120米以内所有路点的左侧软静态横向规划约束和左侧硬静态横向规划约束都为 $3.6/2-0.4=1.4$ 米。行驶参考轨迹上的,且位于处于右可换道区域的路点(距自车80m内的路点)的右侧软静态横向规划约束都为 $3.6/2-0.4=1.4$ 米,右侧硬静态横向规划约束为 $1.4+1.2=2.6$ 米。距离自车80m-120m的路点的右侧软静态横向规划约束、右侧硬静态横向规划约束都为 $3.6/2-0.4=1.4$ 米。距自车120m后的路点的左软静态横向规划约束、右软静态横向规划约束都为 $3.6/2-0.4=1.4$ 米,左硬静态横向规划约束和右硬静态横向规划约束为 $1.4+1.2=2.6$ 米。

[0116] 需要说明的是,“前”是指自车的车头指向的方向,“后”是指自车的车尾指向的方向。

[0117] 继续参阅图3,参考轨迹规划模块可以执行步骤303,判断自车是否处于换道状态。示例性的,参考轨迹规划模块可以根据其最近从行为规划模块10221接收的决策指令,判断自车是否处于换道状态。若最近从行为规划模块10221接收的决策指令为变换车道,则可以确定自车处于换道状态。若最近从行为规划模块10221接收的决策指令为保持车道,则可以确定自车不处于换道状态。

[0118] 可以设定步骤303的判断结果为否,即自车不处于换道状态。参考轨迹规划模块还可以执行步骤304,判断自车是否处于避让状态。

[0119] 示例性的,可以理解,行驶参考轨迹B1并非自车的实际行驶轨迹。自车在行驶过程中,可能因为避让障碍物等原因,而偏离行驶参考轨迹B1。可以判断自车当前的实际位置和行驶参考轨迹B1之间的最近距离是否大于预设阈值Y1,由此可以判断自车的实际行驶路线是否偏离了行驶参考轨迹B1。自车当前的实际位置和行驶参考轨迹B1之间的最近距离大于预设阈值Y1,可以认为自车的实际行驶路线偏离了行驶参考轨迹B1,自车正在执行避让动作,即自车处于避让状态。若自车当前的实际位置和行驶参考轨迹B1之间的最近距离小于或等于预设阈值Y1,则可以认为自车的实际行驶路线没有偏离行驶参考轨迹B1,自车没有处于避让状态。在一个例子中,可以从自车的实际位置向行驶参考轨迹B1作垂线,得到垂线和行驶参考轨迹B1的交点,然后确定自车的实际位置和该交点之间的距离,可以得到自车的实际位置和行驶参考轨迹B1之间的最近距离。阈值Y1可以为预设值,例如可以为0.2米,或者0.3米,等等,此处不再一一列举。

[0120] 示例性的,可以确定横向规划模块10222最近输出(例如向纵向规划模块10223输出)的最终行驶轨迹和行驶参考轨迹B1之间的横向偏差。可以理解,横向规划模块10222可以按照预设的周期输出最终行驶轨迹。对于一个周期而言,横向规划模块10222输出的最终行驶轨迹为障碍避让模块、轨迹平滑模块以及碰撞检测模块在参考轨迹规划模块确定行驶参考轨迹以及横向规划约束的基础上进行进一步处理得到的最终行驶轨迹。参考轨迹规划模块可以获取横向规划模块10222最近输出的最终行驶轨迹,并比较该最终行驶轨迹和行驶参考轨迹B1之间的横向偏差。横向偏差大于预设阈值Y2,则可以认为自车的实际行驶路线偏离了行驶参考轨迹B1,自车正在执行避让动作,即自车处于避让状态。若横向偏差小于或等于预设阈值Y2,则可以认为自车的实际行驶路线没有偏离行驶参考轨迹B1,自车没有处于避让状态。在一个例子中,可以从最终行驶轨迹上的任一点b1向行驶参考轨迹B1作垂线,得到垂线和行驶参考轨迹B1的交点,然后计算该交点和点b1之间的距离。重复前述方

案,可以得到最终行驶轨迹上的每个点到行驶参考轨迹B1的距离。从最终行驶轨迹上的各个点到行驶参考轨迹B1的距离中,确定出最大距离,并将该最大距离作为最终行驶轨迹和行驶参考轨迹B1之间的横向偏差。阈值Y2可以为预设值,例如可以为0.2米,或者0.3米,等等,此处不再一一列举。

[0121] 由此,通过上述方案,在步骤304中,可以确定出自车是否处于避让状态。

[0122] 可以设定步骤304的判断结果为否,即自车不处于避让状态。参考轨迹规划模块还可以执行步骤305,根据自车在路点B11时的行驶速度V1、静态横向规划约束D1、自车的车身宽度,确定自车在路点B11时的C1侧的初始横向规划约束E1。

[0123] 示例性的,可以理解,在执行步骤305时,自车可能未实际行驶到路点B11。步骤305中的自车在路点B11时的行驶速度V1可以为规划或者说预测的速度。示例性的,纵向规划模块10223可以根据车辆的感知信息、横向规划模块10222最近输出的最终行驶轨迹、以及道路A1上的交通路况信息等,预测自车在行驶到路点B11时的速度,由此可以得到行驶速度V1。其中,预测自车在某一路线时的速度的具体方案可以参考现有技术介绍,在此不再赘述。

[0124] 在一个说明性示例中,可以对行驶速度V1进行惯性滤波,得到滤波后的行驶速度V1。该惯性滤波可以为一级惯性滤波。在一个例子中,可以获取行驶参考轨迹B1上的,与路点B11相邻,且位于路点B11之前的路点B12的行驶速度V2。行驶速度V2可以为纵向规划模块10223预测的自车在行驶到路点B12时的速度,也可以为自车在路点B12的实际行驶速度。然后,可以根据行驶速度V2、惯性滤波系数,对行驶速度V1进行惯性滤波。在一个例子中,可以设定自车加速时的惯性滤波系数为0.97,自车减速时的惯性滤波系数为0.90。

[0125] 在一个说明性示例中,可以比较行驶速度V1(或者滤波后的行驶速度V1)和预设的速度阈值v1。若行驶速度V1(或者滤波后的行驶速度V1)小于或等于速度阈值v1,则可以确定初始横向规划约束E1等于静态横向规划约束D1。示例性的,如上文所述,静态横向规划约束D1包括软静态横向规划约束D11和硬静态横向规划约束D12。相应的,初始横向规划约束E1包括软初始横向规划约束E11和硬初始横向规划约束E12。初始横向规划约束E1等于静态横向规划约束D1具体为软初始横向规划约束E11等于软静态横向规划约束D11,硬初始横向规划约束E12等于硬静态横向规划约束D12。速度阈值v1可以为20km/h,或者为25km/h,或者为30km/h,等等。在具体实现时,可以根据经验或实验设置速度阈值v1的大小。

[0126] 在一个说明性示例中,可以比较行驶速度V1(或者滤波后的行驶速度V1)和预设的速度阈值v2。若行驶速度V1(或者滤波后的行驶速度V1)大于或等于速度阈值v2,则可以确定初始横向规划约束E1等于自车车身宽度的一半。示例性的,初始横向规划约束E1包括软初始横向规划约束E11和硬初始横向规划约束E12。初始横向规划约束E1等于自车车身宽度的一半具体为软初始横向规划约束E11和硬初始横向规划约束E12均等于自车车身宽度的一半。速度阈值v2大于速度阈值v1。在一个例子中,速度阈值v2可以为70km/h,或者为75km/h,80km/h,等等。在具体实现时,可以根据经验或实验设置速度阈值v2的大小。

[0127] 在一个说明性示例中,若行驶速度V1(或者滤波后的行驶速度V1)大于速度阈值v1,且小于速度阈值v2,则初始横向规划约束E1介于静态横向规划约束D1和自车车身宽度一半之间,且与行驶速度V1(或者滤波后的行驶速度V1)负相关。示例性的,该负相关具体为一级线性变化的负相关。可以利用图4所示的横向规划约束-速度曲线确定初始横向规划约

束E1。具体而言,可以确定横向规划约束-速度曲线上纵坐标为行驶速度V1(或者滤波后的行驶速度V1)的坐标点,然后,将该坐标点的横坐标用作初始横向规划约束E1。

[0128] 在该示例的一个例子中,初始横向规划约束E1包括软初始横向规划约束E11和硬初始横向规划约束E12。若行驶速度V1(或者滤波后的行驶速度V1)大于速度阈值v1,且小于速度阈值v2,则软初始横向规划约束E11介于软静态横向规划约束D11和自车车身宽度一半之间,且与行驶速度V1(或者滤波后的行驶速度V1)负相关;以及,硬初始横向规划约束E12介于硬静态横向规划约束D12和自车车身宽度一半之间,且与行驶速度V1(或者滤波后的行驶速度V1)负相关。

[0129] 在一个具体例子中,在图5所示的场景中,可以设定道路A1的宽度为3.6米,宽度W1为0.4米,宽度W2为1.2米,自车车身宽度为2米。路点B11左侧的软静态横向规划约束501为 $3.6/2-0.4=1.4$ 米。路点B11的左侧为实线,路点B11的左侧的硬静态横向规划约束502也为1.4米。路点B11右侧的软静态横向规划约束503为 $3.6/2-0.4=1.4$ 米。右侧的硬静态横向规划约束504为 $1.4+1.2=2.6$ 米。行驶速度V2为26.0km/h,经过滤波后的行驶速度V1为25.2km/h,可知,自车在路点B11时处于加速状态。可以设定自车加速时的惯性滤波系数为0.97。则对行驶速度V2进行惯性滤波后的速度为 $26.0\text{km/h} \times (1-0.97) + 25.2\text{km/h} \times 0.97 = 25.224\text{km/h}$ 。可以设定速度阈值v1为20km/h,速度阈值v2为70km/h。根据惯性滤波后的行驶速度V1(即25.224km/h),进行一阶线性变化,可得到路点B11的左侧的软初始横向规划约束和硬初始横向规划约束均为1.36米,以及可以得到路点B11的右侧的软初始横向规划约束为1.36米,右侧的硬初始横向规划约束为2.36米。

[0130] 当道路A1存在需自车关注的对象F1时,参考轨迹规划模块还可以执行步骤306,至少根据对象F1和路点之间的距离L1和初始横向规划约束E1,确定自车在路点B11时的C1侧的实际横向规划约束H1。示例性的,初始横向规划约束E1可以包括软初始横向规划约束E11和硬初始横向规划约束E12。相应的,实际横向规划约束H1可以包括软实际横向规划约束H11和硬实际横向规划约束H12。

[0131] 对象F1可以为在自车行驶到路点B11时,对自车的行驶过程具有影响的物体,因此,自车需要关注对象F1,并根据对象F1调整行驶策略,例如行驶速度、行驶路线等。对象F1也可以理解为障碍物,或者说,对象F1与自车之间具有碰撞的风险。

[0132] 示例性的,对象F1具体可以为当自车行驶到路点B11时,需要关注的对象。也就是说,对象F1可以为自车行驶到路点B11时,需要考虑的对象,以避免与对象F1发生碰撞。

[0133] 接下来,结合不同的应用场景对步骤305进行举例介绍。

[0134] 图6示出了一种应用场景,在该场景中,自车,即车辆100,行驶在道路A1的车道A11上。道路A1还包括位于车道A11右侧,且与车道A11相邻的车道A12。车道A12上行驶有车辆200。可以理解,若车辆100越过或跨过车道,则车辆100和车辆200有碰撞的风险,由此,需要收缩车辆100的右侧的横向规划约束。

[0135] 在该场景中,可以确定路点B11和车辆200之间的距离L1、车辆200的运动速度V3、车辆200的运动方向M1、车辆100的运动速度V4、车辆100的运动方向M2。然后,根据距离L1、车辆200的运动速度V3、车辆200的运动方向M1、车辆100的运动速度V4、车辆100的运动方向M2,确定车辆100和车辆200之间的碰撞风险度。若确定出的碰撞风险度小于预设的安全阈值时,可以缩小车辆100的右侧的硬初始横向规划约束E12,使得缩小后的硬初始横向规划

约束E12小于或等于路点B11所在车道(即车道A11)的二分之一宽度。例如,可以将硬初始横向规划约束E12的宽度缩小到软初始横向规划约束E11。之后,将缩小后的硬初始横向规划约束E12用作硬实际横向规划约束H12。

[0136] 其中,车辆200的运动速度V3可以是,预测的在车辆100行驶到路点B11时车辆200的运动速度。车辆200的运动方向M1可以是,预测的在车辆100行驶到路点B11时车辆200的运动方向。车辆100的运动速度V4可以是,预测的在车辆100行驶到路点B11时车辆100的运动速度。运动方向M2可以是,预测的车辆100行驶到路点B11时车辆100的运动方向。

[0137] 在一个示例中,确定出的碰撞风险度可以为碰撞时间(time to collision,TTC)。在一个例子中,可以根据运动速度V3和运动速度V4之间的差值,以及车辆200的运动方向、车辆100的运动方向,可以确定车辆100和车辆200在逐渐接近。可以根据距离L1、运动速度V3和运动速度V4之间的差值,确定在保持车辆100、车辆200的运动方向和运动速度不变的情况下,车辆100和车辆200多久会发生碰撞,由此,得到碰撞时间。在其他例子中,还可以根据现有技术的方案确定车辆100和车辆200之间的碰撞时间,在此不再赘述。

[0138] 安全阈值可以包括时间阈值T1。时间阈值T1可以称为碰撞时间安全阈值。时间阈值T1可以为4.5秒,或者为5秒,或者为6秒,等等。开发人员可以设置时间阈值T1。当确定出的碰撞时间小于时间阈值T1时,可以缩小车辆100的右侧的硬初始横向规划约束E12。当碰撞时间大于或等于时间阈值T1时,可以不缩小车辆100的右侧的硬初始横向规划约束E12。

[0139] 在另一个示例中,确定出的碰撞风险度可以为头车时距(head way time,HWT)。在一个例子中,可以根据距离L1、运动速度V3、运动速度V4确定车辆100和车辆200的头车时距。在其他例子中,可以根据现有技术的方案确定车辆100和车辆200的头车时距,在此不再赘述。

[0140] 安全阈值可以包括时间阈值T2。时间阈值T2可以称为头车时距安全阈值。时间阈值T2可以为0.4秒,或者为0.5秒,或者为0.6秒,等等。开发人员可以设置时间阈值T2。当确定出的头车时距小于时间阈值T2时,可以缩小车辆100的右侧的硬初始横向规划约束E12。当头车时距大于或等于时间阈值T2时,可以不缩小车辆100的右侧的硬初始横向规划约束E12。

[0141] 在又一个示例中,确定出的碰撞风险度可以包括碰撞时间和头车时距。相应的,安全阈值可以包括时间阈值T1和时间阈值T1。当碰撞时间小于时间阈值T1和/或头车时距小于时间阈值T2时,可以缩小车辆100的右侧的硬初始横向规划约束E12。当碰撞时间大于或等于时间阈值T1,且头车时距大于或等于时间阈值T2时,可以不缩小车辆100的右侧的硬初始横向规划约束E12。

[0142] 在一个例子中,可以设定,预测车辆100行驶到路点B11时,车辆200位于车辆100的后方10米,车辆200的运动速度为45km/h。确定出车辆200距离车辆100的碰撞时间为1.9秒、头车时距为0.8秒。其中,虽然车辆200距离车辆100的头车时距大于头车时间安全阈值0.5秒,但车辆200距离车辆100的碰撞时间小于碰撞时间安全阈值4.5秒。则确定路点B11的右侧不安全,具有较高的碰撞风险,将路点B11的右侧初始硬横向规划约束602回收至右侧的软初始横向规划约束601的宽度位置。例如,若右侧的软初始横向规划约束的宽度为1.36米,则将路点B11的右侧硬初始横向规划约束的宽度缩小为1.36米。

[0143] 图7示出了另一种应用场景。对象F1与路点B11处于同一车道,或者,对象F1阻塞了

路点B11所在车道。车辆100在行驶期间逐渐靠近对象F1。为此,车辆100需要规划如何避让对象F1。

[0144] 示例性的,对象F1可以为单一障碍物。

[0145] 示例性的,如图7所示,对象F1可以为多个障碍物组成的障碍物群。该多个障碍物无法满足车辆100的运动学约束,车辆100无法找到一条能够从该多个障碍物之间间隙穿过的轨迹。由此,可以将该多个障碍物看作单一障碍物进行处理。

[0146] 可以设定路点B11的C1侧的车道线为虚线,即可换道线。可以确定对象F1和路点B11之间的横向偏移P1。横向偏移P1为对象F1的C1侧边界相对于路点B11在方向J1上的偏移或者说距离。方向J1垂直于车辆100位于路点B11时的行驶方向。示例性的,横向偏移P1可以为对象F1的C1边界相对于路点B11在方向J1上的偏移或者说距离。C1侧的边界可以为C1侧的最远点,或者说最C1侧(C1侧为右侧或左侧)。

[0147] 实际横向规划约束H1包括软实际横向规划约束H11和硬实际横向规划约束H12。其中,为了避让对象F1,车辆100需要确定出硬实际横向规划约束H12。方案具体如下。

[0148] 可以将横向偏移P1减去路点B11的C1侧的软初始横向规划约束,即将横向偏移P1减去软初始横向规划约束E11,得到差值Q1。将差值Q1加上车辆100的车身宽度,得到加和S1。

[0149] 在一个示例中,可以判断加和S1是否小于或等于横向扩张宽度。横向扩张宽度可以是指在交通法规允许的范围内,车辆可以越过车道线,侵入到相邻车道的横向距离。横向扩张宽度可以预设,例如,可以为2.8米,或者为3米,或者为3.2米,等等,此处不再一一列举。若加和S1小于或等于横向扩张宽度,则可以将路点B11的C1侧的软初始横向规划约束(即软初始横向规划约束E11)加上横向扩张宽度,得到的相加和可以作为硬实际横向规划约束H12。

[0150] 在一个示例中,可以预先设置横向安全距离。示例性的,该横向安全距离表示车辆经过障碍物时,可允许的横向误差,从而使得车辆发生了横向安全距离范围内的横向误差时也不碰撞上障碍物。示例性的,该横向安全距离表示车辆安全通过障碍物时,与障碍物应保持的距离。在一个例子中,安全距离可以为0.5米,或者为0.6米,等等,此处不再一一列举。在该示例中,可以判断加和S1和安全距离的相加和是否小于或等于横向扩张宽度。若加和S1和横向安全距离的相加和小于或等于横向扩张宽度,则可以将路点B11的C1侧的软初始横向规划约束(即软初始横向规划约束E11)加上横向扩张宽度,得到的相加和可以作为硬实际横向规划约束H12。

[0151] 在一个示例中,可以将B11的C1侧的软初始横向规划约束(即软初始横向规划约束E11)直接用作软实际横向规划约束。

[0152] 接下来,在一个具体实例中,介绍图7所示的场景。

[0153] 在图7所示的场景中,车辆100周围没有需要收缩硬横向规划约束的其他车辆时。即车辆100所在车道的相邻车道没有向车辆100驶来的其他车辆或没有超越车辆100的其他车辆。或者,车辆100所在的车道有向自车驶来或超越的其他车辆,该其他车辆和车辆100直接的碰撞时间、头车时距都满足安全要求。因此,不需要收缩硬横向规划约束。

[0154] 筛选感兴趣的障碍物或者说需关注的对象。具体而言,可以将为于车辆100前方,车速比车辆100快的障碍物剔除;与位于路点B11时的车辆100直接的碰撞时间大于4.5秒的

障碍物剔除;行驶轨迹与车辆100所在车道没有干涉的障碍物剔除;有横向速度的其他车辆剔除。将剩余的障碍物作为感兴趣障碍物或者说需关注对象。计算需关注对象在frenet坐标系上的坐标,并按照与路点B11的纵向距离由近到远,对需关注对象进行排序。然后,可根据车辆100的运动学约束对障碍物进行聚类。如图7所示,可以设定障碍物群中的所有障碍物与路点B11的纵向距离20-30米内,且按照车辆100的运动学约束,车辆100无法找到一条能够穿过从障碍物群中穿过的轨迹,则对图7所示的障碍物群的所有障碍物进行聚类。聚类后的障碍物作为单一障碍物处理。可以设定,聚类后的障碍物的相对于路点B11的纵向坐标的起点在纵向方向上距离路点B11为23米,终点在纵向方向上距离路点B11为28米。聚类后的障碍物的相对于路点B11的横向坐标起点在横向方向上距离路点B11为-1.5米,超过此时的右侧软初始横向规划约束为0.14米(右侧);横向坐标的终点在横向方向上距离路点B11为1.6米(左侧)。路点B11所在车道左侧为实线,右侧为虚线。因为左侧为实线区域,车辆100无法从聚类后的障碍物左侧通过。可以设定车辆100可以安全通过障碍物时,与障碍物横向的安全距离需保持0.5米,车辆100的车身宽度为2米。则当车辆100规划通过前方障碍物时,需要超出右侧的软初始横向规划约束701的宽度为 $0.14+0.5+2.0=2.64$ 米。可以设定车辆100的扩张硬横向规划约束的最大值为2.8米。即横向扩张宽度为2.8米。则当右侧硬横向规划约束扩张后,车辆100可以规划通过前方聚类后的障碍物。此时会将右侧硬横向规划约束扩大为 $1.36+2.8=4.16$ 米,即确定右侧硬实际横向规划702约束为4.16米。

[0155] 图8示出了又一种应用场景。在该场景中,对象F1与路点B11处于同一车道,或者,对象F1阻塞了路点B11所在车道。车辆100在行驶期间逐渐靠近对象F1。为此,车辆100需要规划如何避让对象F1。对象F1可以参考上文对图7所示实施例的介绍,在此不再赘述。

[0156] 可以设定路点B11的C1侧的车道线为虚线,即可换道线。可以设定路点B11的另一侧为实线,即不可换道线。该另一侧是指C1的对侧。具体而言,C1侧为右侧,则该另一侧为左侧。C1侧为左侧,则该另一侧为右侧。可以确定对象F1和路点B11之间的横向偏移P1。具体可以参考图7所示实施例的介绍,在此不再赘述。

[0157] 实际横向规划约束H1包括软实际横向规划约束H11和硬实际横向规划约束H12。其中,为了避让对象F1,车辆100需要确定出硬实际横向规划约束H12。方案具体如下。

[0158] 可以将横向偏移P1减去路点B11的C1侧的软初始横向规划约束,即将横向偏移P1减去软初始横向规划约束E11,得到差值Q1。将差值Q1加上车辆100的车身宽度,得到加和S1。

[0159] 在一个示例中,可以判断加和S1是否小于或等于横向扩张宽度。若加和S1大于横向扩张宽度,则将路点B11的C1侧硬初始横向规划约束(即硬初始横向规划约束E12)作为硬实际横向规划约束H12。

[0160] 在一个示例中,可以预先设置安全距离。安全距离可以参考上文对图7所示实施例的介绍,在此不再赘述。在该示例中,可以判断加和S1和安全距离的相加和是否小于或等于横向扩张宽度。若加和S1和安全距离的相加和大于横向扩张宽度,则将路点B11的C1侧硬初始横向规划约束(即硬初始横向规划约束E12)作为硬实际横向规划约束H12。

[0161] 在一个示例中,在一个示例中,可以将B11的C1侧的软初始横向规划约束(即软初始横向规划约束E11)直接用作软实际横向规划约束。

[0162] 也就是说,在图8所示的应用场景中,车辆100在位于路点B11时不能规划处可以避

让对象F1的轨迹。换言之,对象F1直接封死了车辆100在位于路点B11时的行驶方向。为此,可以直接输出路点B11的初始横向规划约束,使得后续规划模块不再考虑当车辆100位于路点B11时应如何避让对象F1。

[0163] 在一些实施例中,在对象F1直接封死车辆100在位于路点B11时的行驶方向的情况下,车辆100还可以规划或确定路点B11的纵向规划约束。纵向规划约束也可以称为纵向可避让长度约束。车辆100在行驶到路点B11时,可以仅考虑路点B11的纵向规划约束范围的路况信息,规划行驶策略。其中,路况信息可以包括交通信号灯信息、道路限速信息、变道空挡信息、障碍物信息中的一种或多种。行驶策略可以包括行驶轨迹和/或行驶速度。

[0164] 确定路点B11的纵向规划约束的方案具体如下。

[0165] 可以确定路点B11和对象F1之间的纵向距离L2。纵向距离L2具体为在车辆行驶到路点B11时的行驶方向上的距离。在一个例子中,纵向距离L2可以通过frenet坐标系得到。纵向距离L2可以为对象F1在frenet坐标系的纵坐标起点在纵向方向上距离路点B11的距离。纵向方向为车辆行驶到路点B11时的行驶方向。在一个例子中,纵向距离L2可以通过漫水填充法得到。漫水填充法将在下文进行具体介绍,在此不再赘述。

[0166] 可以确定按照车辆100行驶到路点B11时的行驶速度,在时长T3内可以行驶的长度L3。

[0167] 在一个说明性示例中,可以比较纵向距离L2和长度L3。若纵向距离L2小于长度L3,可以将纵向距离L2确定为路点B11的纵向规划约束。若纵向距离L2大于长度L3,可以将长度L3确定为路点B11的纵向规划约束。

[0168] 在一个说明性示例中,可以设置纵向安全距离。纵向安全距离可以预先设置,例如可以为2米、2.5米等。可以将纵向距离L2减去纵向安全距离,得到纵向距离L4。可以比较纵向距离L4和长度L3。若纵向距离L4小于长度L3,可以将纵向距离L4确定为路点B11的纵向规划约束。若纵向距离L4大于长度L3,可以将长度L3确定为路点B11的纵向规划约束。

[0169] 接下来,在一个具体实例中,介绍纵向规划约束的确定方案。

[0170] 在图8所示的场景中,车辆100周围没有需要收缩硬横向规划约束的其他车辆时。例如,车辆100所在车道的相邻车道没有向车辆100驶来的其他车辆或没有超越车辆100的其他车辆。或者,车辆100所在的车道有向自车驶来或超越的其他车辆,该其他车辆和车辆100直接的碰撞时间、头车时距都满足安全要求。因此,不需要收缩硬横向规划约束。

[0171] 筛选感兴趣的障碍物或者说需关注的对象。具体而言,可以将为于车辆100前方,车速比车辆100快的障碍物剔除;与位于路点B11时的车辆100直接的碰撞时间大于4.5秒的障碍物剔除;行驶轨迹与车辆100所在车道没有干涉的障碍物剔除;有横向速度的其他车辆剔除。将剩余的障碍物作为感兴趣障碍物或者说需关注对象。计算需关注对象在frenet坐标系上的坐标,并按照与路点B11的纵向距离由近到远,对需关注对象进行排序。然后,可根据车辆100的运动学约束对障碍物进行聚类。如图7所示,可以设定障碍物群中的所有障碍物与路点B11的纵向距离20-30米内,且按照车辆100的运动学约束,车辆100无法找到一条能够穿过从障碍物群中穿过的轨迹,则对图7所示的障碍物群的所有障碍物进行聚类。聚类后的障碍物作为单一障碍物处理。可以设定,聚类后的障碍物的相对于路点B11的纵向坐标的起点在纵向方向上距离路点B11为23米,终点在纵向方向上距离路点B11为28米。聚类后的障碍物的相对于路点B11的横向坐标起点在横向方向上距离路点B11为-2.5米,超过此时

的右侧软初始横向规划约束为1.14米(右侧);聚类后的障碍物的相对于路点B11的横向坐标终点点在横向方向上距离路点B11为1.6米(左侧)。路点B11所在车道左侧为实线线型,右侧为虚线线型。因为左侧为实线区域,车辆100无法从聚类后的障碍物左侧通过。可以设定车辆100可以安全通过障碍物时,与障碍物横向的安全距离需保持0.5米,自车宽度为2米。则当车辆100规划通过前方障碍物时,需要超出右侧软初始横向规划约束的宽度 $1.14+0.5+2.0=3.64$ 米。可以设定扩张硬横向规划约束的最大值为2.8米,即横向扩张宽度为2.8米。则当右侧硬横向规划约束扩张后,车辆100也无法规划通过前方聚类后的障碍物。在这种情况下,将右侧的硬初始横向规划约束作为右侧的硬实际横向规划约束。即右侧的硬实际横向规划约束的宽度为2.36米。

[0172] 可以设定对象F1为静止障碍物,或者对象F1所包括障碍物为静止障碍物。

[0173] 可以将路点B11右侧的硬实际横向规划约束和静止障碍物投影到占用栅格地图(occupancy grid map, OGM)中。可以设定OGM的长为以路点B11为中心向前60米,向后10米,向左、向右各20米,使用漫水填充法以B11为起始点开始填充,找到漫水填充法可以向前填充的最远距离。

[0174] 在图7所示的场景中,路点B11的右侧硬横向规划约束扩出后,使用漫水填充法,可以填充到前方60米的地图边缘,则可以向前填充的最远距离为OGM的极大值(未示出)。

[0175] 参阅图9,在图8所示的场景中,路点B11的右侧硬横向规划约束没有扩出,使用漫水填充法,可以填充到路点B11前方聚类后障碍物起点的位置,即为23米。即确定出的纵向距离L2为23米。可以设定纵向安全阈值为2米,则可以向前填充的最远距离为21米。即确定出的纵向距离L4为21米。

[0176] 可以根据车辆100在路点B11时的车速计算出期望避让静止障碍物的最远距离。可以设定预测或规划得到的车辆100在路点B11时的车速为26.0km/h,3秒中时长可行驶的距离为期望避让静止障碍物的最远距离。则可以计算出车辆100在路点B11时期望避让静止障碍物的最远距离为 $26 \times 3 / 3.6 = 21.67$ 米。即长度L3为21.67米。

[0177] 路点B11的纵向规划约束在纵向距离L4和长度L3之间取小,为21米。

[0178] 参阅图10,路点B11的纵向规划约束在静止障碍物之前截至。车辆100在进行横向规划时,可以忽略纵向规划约束之外的障碍物,只考虑纵向规划约束之内的障碍物。也就是说,当车辆100位于路点11时,根据纵向规划约束范围内的路况信息,确定车辆100的行驶策略。

[0179] 示例性的,上述纵向规划约束的确定方案具体可以由车辆100的参考轨迹规划模块执行。

[0180] 上文介绍了,在道路A1存在需要车辆100(即自车)关注的对象F1时,实际横向规划约束的确定方案。在道路A1不存在需要自车关注的对象F1情况下,参考轨迹规划模块可以直接将确定初始横向规划约束作为实际横向规划约束,并输出障碍避让模块。

[0181] 上文介绍了在步骤303和步骤304的判断结果均为否的情况下,确定横向规划约束的方案。接下来,介绍在步骤303的判断结果为是的情况下,确定横向规划约束的方案。

[0182] 在一些实施例,在步骤303的判断结果为是的情况下,参考轨迹规划模块可以执行步骤308,根据换道起始路点的C1侧的车道线,确定静态横向规划约束D2,以及根据换道结束路点的C1侧的车道线,确定静态横向规划约束D3;其中,在自车换道期间,自车的C1侧

的静态横向规划约束从静态横向规划约束D2逐渐变化到静态横向规划约束D3。

[0183] 可以参阅图11,可以设定自车(即车辆100)处于从车道A1到车道A3的换道状态,即自车可以从车道A1到车道A3的换道动作。可以根据车道A1的C1侧的车道线,确定车道A1的C1侧的静态横向规划约束。还可以根据车道A3的C1侧的车道线,确定车道A3的C1的静态横向规划约束。根据车道线,确定静态横向规划约束的方式可以参考上文介绍,在此不再赘述。在换道期间,将自车的C1侧的静态横向规划约束逐渐从车道A1的C1侧的静态横向规划约束变化到车道A3的C1侧的静态横向规划约束。

[0184] 可以理解,参考轨迹规划模块可以响应行为规划模块10221下发的换道指令,根据自车感知信息、地图信息等,规划出从车道A1到车道A3的换道轨迹。换道轨迹上可有多个路点,或者说,换道轨迹可以由多个路点中相邻路点之间的连续组成。可以确定换道轨迹上偏离车道A1中心线的第一个路点为换道起始路点,以及确定换道轨迹上回到车道A3中心线的第一个路点为换道结束路点。其中,偏离车道A1中心线的路点可以是指与车道A1中心线之间的距离大于预设阈值的点。该预设阈值可以为0.2米,也可以为0.25米,等等,在具体实现时,可以进行预先设置。回到车道A3中心线的路点可以是指与车道A3中心线之间的距离小于或等于该预设阈值。其中,路点到中心线的距离可以是指路点到中心线的最近距离。例如,可以做通过路点到中心线的垂线,然后将路点到垂足之间的距离作为路点到中心线的距离。

[0185] 可以根据换道起始路点的C1侧的车道线,确定换道起始路点的C1侧的静态横向规划约束。可以根据换道结束路点的C1侧的车道线,确定换道结束路点的C1的静态横向规划约束。可以确定出换道轨迹上位于换道起始路点和换道结束路点之间的至少路点,该至少一个路点中的各个路点,按照在换道轨迹上的排列位置,依次从起始路点的C1侧的静态横向规划约束变化到换道结束路点的C1的静态横向规划约束。示例性的,从起始路点的C1侧的静态横向规划约束到换道结束路点的C1的静态横向规划约束的变化,可以为一阶线性变化。

[0186] 在一个具体实例中,参阅图11,可以设定车道A1的宽度为3.6米。从换道轨迹的所有路点中,确定换道起始路点和换道结束路点。从换道轨迹的起始到换道起始路点的所有路点右侧的软静态横向规划约束和硬静态横向规划约束都为 $3.6/2-0.4=1.4$ 米。换道轨迹的起始到换道起始路点的所有路点左侧的软静态横向规划约束为1.4米,左侧的硬静态横向规划约束为 $1.4+1.2=2.6$ 米。从换道结束路点到换道轨迹的最后一个路点的所有路点的左侧的软静态横向规划约束和硬静态横向规划约束都为 $3.6/2-0.4=1.4$ 米,右侧的软静态横向规划约束为1.4米,右侧的硬静态横向规划约束为 $1.4+1.2=2.6$ 米。在换道起始路点和换道结束路点中间的路点,左侧、右侧的软静态横向规划约束都为1.4米。左侧的硬静态横向规划约束从2.6米逐渐缩小到1.4米,右侧的硬静态横向规划约束从1.4米逐渐增加到2.6米。具体可如图11所示。

[0187] 在确定了换道轨迹中路点的静态横向规划约束后,可以根据路点的静态横向规划约束,确定路点的初始横向规划约束,以及确定路点的实际横向规划约束。其中,初始横向规划约束的确定方案和实际横向规划约束的确定方案可以参考上文介绍,在此不再赘述。

[0188] 接下来,介绍在步骤303的判断结果为否,步骤304的判断结果为是的情况下,确定横向规划约束的方案。

[0189] 在一些实施例中,在步骤303的判断结果为否,步骤304的判断结果为是的情况下,参考轨迹规划模块还可以执行步骤309,根据避让起始路点的初始横向规划约束,确定自行车在避让状态下的实际横向规划约束。

[0190] 示例性的,可以通过判断自行车当前的实际位置和行驶参考轨迹B1之间的最近距离是否大于预设阈值Y1,而判断自行车的实际行驶路线是否偏离了行驶参考轨迹B1,进而可以确定自行车是否处于避让状态。示例性的,可以通过确定横向规划模块10222最近输出(例如向纵向规划模块10223输出)的最终行驶轨迹和行驶参考轨迹B1之间的横向偏差,并判断横向偏差是否大于预设阈值Y2,而判断自行车是否处于避让状态。具体可以上文介绍,在此不再赘述。

[0191] 可以根据自行车进入避让状态之前的最后一个路点B13的C1侧的初始横向规划约束,确定自行车在避让状态下的C1侧的实际横向规划约束。其中,路点B13为行驶参考轨迹B1上的一个路点。路点B13可以称为避让起始路点。也就是说,自行车从路点B13开始执行避让动作。路点B13的C1侧的初始横向规划约束的确定过程可以参考上文对路点B11的C1侧的初始横向规划约束的确定过程的介绍。

[0192] 具体而言,在避让期间,当自行车的当前速度大于或等于自行车在第二路点时的速度时,可以确定路点B13的C1侧的初始横向规划约束为自行车的当前位置的C1侧的实际横向规划约束。也就是说,在避让期间,若自行车加速,则保持横向规划约束不变,使得横向规划约束不随着车速加快而减少。

[0193] 在避让期间,当自行车的当前速度大于或等于自行车在路点B13时的速度时,则根据自行车的当前速度、路点B13的C1的静态横向规划约束、自身的车身宽度,确定自行车当前位置的C1侧的实际横向规划约束。其中,当前速度与实际横向规划约束负相关。具体可以参考上文对步骤305所示实施例的介绍。也就是说,在避让期间,若自行车减速,可以扩大横向规划约束,从而可扩大自行车的避让空间。

[0194] 另外,需要说明的是,上文以步骤301-步骤306和步骤308、步骤309由参考轨迹规划模块执行,以及步骤307由障碍避让模块执行为例,对本申请实施例提供的横向规划约束确定方法进行了示例说明,但并不限定横向规划约束确定方法中各步骤的执行主体。在其他实施例中,横向规划约束确定方法中的各步骤可以其他一个或多个应用或部件执行。例如,可以单独设置横向规划约束确定模块,并由横向规划约束确定模块执行横向规划约束确定方法中的各步骤。在具体实现时,开发人员可以设置本申请实施例提供的横向规划约束确定方法中各步骤的执行主体。

[0195] 由此,通过上述方案可以确定出自行车在车道正常行驶状态下的横向规划约束,也可以确定出保持车道但处于避让状态下的横向规划约束,也可以确定出换道状态下的横向规划约束。

[0196] 在一些实施例中,横向规划约束确定方法可以包括图12所示的步骤。具体如下。

[0197] 步骤S1,作为输入获得周围的障碍物信息,车道线信息,当前自行车车速以及当前自行车位置信息,同时获得自行车行驶参考轨迹的所有路点的位置信息。

[0198] 步骤S2,根据当前不同的行驶状态(车道内行驶、换道行驶、路口中行驶),生成参考轨迹上每个路点的车道内的软静态横向规划约束及可以跨车道的硬静态横向约束。当此时参考轨迹的路点位于可换道区域时(该测车道线为虚线),软静态横向规划约束宽度小于

当前车道宽度,可换道侧的硬静态横向约束宽度大于该测软静态横向规划约束。当此时参考轨迹的路线位于不可换道区域时(两侧车道线皆为实线),软静态横向规划约束宽度小于当前车道宽度,硬静态横向约束宽度等于软静态横向规划约束。当此时参考轨迹的路线位于路口区域中时,软静态横向规划约束宽度小于当前车道宽度,硬静态横向约束宽度大于软静态横向规划约束。当此时参考轨迹的路线位于参考轨迹的换道阶段时,软静态横向规划约束宽度由当前车道的宽度向目标车道的宽度逐渐过渡,硬静态横向规划约束则根据当前车道的左右侧线型向目标车道的左右侧线型参考当参考轨迹路线位于可换道区域或不可换道区域的规则逐渐变化。

[0199] 步骤S3,根据自车当前车速,对硬静态横向规划约束和软静态横向约束进行随速变化。通过不同的惯性滤波使车速升高时硬静态横向规划约束与软静态横向约束缓慢缩小,自车车速降低时快速增大,产生滞回的效果。

[0200] 步骤S4,判断此时自车的行驶状态,如果自车正在避让,则进行S5步骤,如果自车当前按照参考轨迹行驶没有横向位移,则跳过S5步,直接进行S6步。

[0201] 步骤S5,自车在离开参考轨迹开始避让或避让过程中,在自车加速的过程中保持锁定硬静态横向规划约束和软静态横向约束进的宽度不变,自车减速的过程中放大硬静态横向规划约束和软静态横向约束进的宽度,使横向约束只放宽不收紧,保证自车避让空间。

[0202] 步骤S6,筛选出位于自车相邻车道正常行驶的社会车,如社会车到自车当前位置的TTC,HWT小于一定阈值,则收缩在参考轨迹每个路点上的该社会车侧硬横向规划约束至软横向规划约束的宽度,减小自车可避让范围。当自车周围没有需要收缩约束的社会车时,筛选大幅度入侵自车当前车道的感兴趣障碍物,针对感兴趣障碍物扩大硬横向规划约束,使自车能够有足够的空间规划通过。感兴趣障碍物的筛选是通过剔除自车周围障碍物中,无关障碍物得到的。无关障碍物的类型有,位于自车后方或前方太远或正常行驶不需要避让的障碍物,远离自车车道,不相交的障碍物,大角度横穿或加塞的压线障碍物,压线行驶,但速度比自车快的或离自车较远的障碍物。将剩下的感兴趣障碍物沿SL坐标系离自车由近及远进行排序。按照自车运动学约束对障碍物进行聚类。对聚类后距离自车最近的障碍物群计算两侧侵占自车车道的宽度,当扩大硬横向规划约束能够使自车规划通过且该侧无碰撞风险时,对参考轨迹上的每个路点扩大该侧的硬横向规划约束。

[0203] 步骤S7,将硬横向规划约束与完全静止的障碍物投影到OGM中,使用漫水填充法得到自车可稳定避让的最远距离。同时,根据自车车速算出期望避让完全静止障碍物的最远距离,将此距离与漫水填充法得到的距离取小,作为最终的可避让长度输出。自车在横向规划时,会忽略可避让长度之后的障碍物,只避让可避让长度之前的障碍物。

[0204] 步骤S8,输出带有硬横向规划约束和软横向规划约束的参考轨迹及可避让长度。给后续避让规划模块。

[0205] 本申请实施例提供的横向规划约束确定方法,可以根据环境动态的放开或收缩横向规划约束,当自车高速行驶或周围环境存在风险时,收缩横向规划约束,使自车在车道内部行驶。当需要大幅避让时,放开横向规划约束,支持自车大幅跨车道避让。从而可以在保证自车行驶的安全性的同时,增强系统的通过性。

[0206] 本申请实施例提供的横向规划约束确定方法,还可以生成纵向可避让长度,来处理静态障碍物,当遇到前方道路被单个或多个静止障碍物封死,自车无法通过时,剩余宽度

不够自车安全同过时,使规划模块不避让前方静止障碍物。即可使横向规划模块忽略可避让长度之后的障碍物,避免引起误避让或避让后自车仍然无法通过前方障碍物的现象,同时还可以控制自车避让静止障碍物的预瞄时间。

[0207] 本申请实施例提供的横向规划约束确定方法,可将避让约束分为横向规划约束及纵向规划约束。横向约束控制避让范围,分为跨车道硬横向规划约束和车道内软横向规划约束两部分。纵向约束控制避让完全静态障碍物的预瞄时间。

[0208] 本申请实施例提供的横向规划约束确定方法,可以根据道路线信息,路口信息等生成静态横向规划约束。静态横向规划约束可随自车速度调整,避让中横向规划约束。横向规划约束随自车车速升高缓慢减小,随自车车速降低迅速扩大。当自车正在避让时,锁定硬横向规划约束与软横向规划约束,使其只扩大不减小。

[0209] 本申请实施例提供的横向规划约束确定方法,可以针对侧方障碍物动态缩小横向约束,当相邻车道车辆向自车行驶且满足条件时,缩小该侧的硬横向规划约束。针对侵占本车道的障碍物动态扩大横向约束,筛选出感兴趣的障碍物,并进行排序及聚类。选择聚类后离自车最近的障碍物群,在安全的情况下,扩大相应侧硬横向规划约束。

[0210] 综合以上,本申请实施例提供了一种横向规划约束确定方法。该方法的执行主体可以为自车,即车辆100。更具体的,该方法可以由车辆100中任一具有数据处理功能的部件,例如上文所述的参考轨迹规划模块和/或障碍避让模块。

[0211] 如图13所示,该方法包括如下步骤。

[0212] 步骤1301,获取所述自动驾驶车辆在第一道路上的行驶参考轨迹,所述行驶参考轨迹包括多个路点。

[0213] 步骤1302,根据所述多个路点中的第一路点的第一侧的车道线,确定所述第一路点的所述第一侧的静态横向规划约束;所述第一侧为左侧或右侧。

[0214] 步骤1303,当所述自动驾驶车辆的实际行驶轨迹没有偏离所述行驶参考轨迹时,根据所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶速度、所述静态横向规划约束、所述自动驾驶车辆的车身宽度,确定所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的初始横向规划约束。

[0215] 步骤1304,至少根据第一对象和所述第一路点之间的第一距离和所述初始横向规划约束,确定所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的实际横向规划约束;所述第一对象处于所述第一道路上,且为所述自动驾驶车辆关注的对象。

[0216] 在一些实施例中,所述第一侧的车道线为可换道线;所述静态横向规划约束包括第一软静态横向规划约束和第一硬静态横向规划约束;其中,所述第一软静态横向规划约束小于所述第一路点所在车道的二分之一宽度,所述第一硬静态横向规划约束大于所述第一路点所在车道的二分之一宽度;所述初始横向规划约束包括第一软初始横向规划约束和第一硬初始横向规划约束;其中,所述第一软初始横向规划约束由所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶速度、所述第一软静态横向规划约束、所述自动驾驶车辆的车身宽度确定;所述第一硬初始横向规划约束由所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶速度、所述第一硬静态横向规划约束、所述自动驾驶车辆的车身宽度确定。

[0217] 在一些实施例中,所述第一软静态横向规划约束由所述第一路点所在车道的二分之一宽度减去第一预设值得到,所述第一硬静态横向规划约束由所述第一软静态横向规划

约束加上第二预设值得到。

[0218] 在一些实施例中,所述第一路点位于所述第一道路上的第一车道,所述第一对象位于与所述第一车道相邻的第二车道,且所述第二车道位于所述第一车道的所述第一侧;所述实际横向规划约束包括硬实际横向规划约束;所述至少根据第一对象和所述自动驾驶车辆之间的第一距离和所述初始横向规划约束,确定所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的实际横向规划约束包括:根据所述第一距离、所述第一对象的运动速度、所述第一对象的运动方向、所述自动驾驶车辆的运动速度、所述自动驾驶车辆的运动方向,确定所述第一对象和所述自动驾驶车辆之间的碰撞风险度;当所述碰撞风险度小于预设的安全阈值时,缩小所述第一硬初始横向规划约束,以使所述第一硬初始横向规划约束小于或等于所述第一路点所在车道的二分之一宽度;确定缩小后的所述第一硬初始横向规划约束,为所述硬实际横向规划约束。

[0219] 在一些实施例中,所述碰撞风险度包括碰撞时间TTC和/或头车时距HWT。

[0220] 在一些实施例中,所述第一对象与所述第一路点处于同一车道,且在所述自动驾驶车辆行驶期间所述自动驾驶车辆逐渐靠近所述第一对象;所述第一侧的车道线为可换道线;所述第一距离包括所述第一对象和所述第一路点之间的第一横向偏移,所述第一横向偏移为所述第一对象和所述第一路点之间在第一方向上的距离;所述实际横向规划约束包括硬实际横向规划约束,所述第一方向垂直于所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶方向;所述至少根据第一对象和所述第一路点之间的第一距离和所述初始横向规划约束,确定所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的实际横向规划约束包括:将第一差值和所述自动驾驶车辆的宽度相加,得到第一加和;所述第一差值由所述第一横向偏移减去所述第一软初始横向规划约束得到;当所述第一加和 \leq 所述第一侧的横向扩张宽度,或者,所述第一加和与预设的第一安全距离的相加和 \leq 所述横向扩张宽度时,将所述第一软初始横向规划约束和所述横向扩张宽度进行相加,得到第二加和;确定所述第二加和为所述硬实际横向规划约束。

[0221] 在一些实施例中,所述第一对象与所述第一路点处于同一车道,且在所述自动驾驶车辆行驶期间所述自动驾驶车辆逐渐靠近所述第一对象;所述第一侧的车道线为可换道线,所述第一侧的对侧的车道线为不可换道线;所述第一距离包括所述第一对象和所述第一路点之间的第一横向偏移,所述第一横向偏移为所述第一对象和所述第一路点之间在第一方向上的距离;所述实际横向规划约束包括硬实际横向规划约束,所述第一方向垂直于所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶方向;所述至少根据第一对象和所述第一路点之间的第一距离和所述初始横向规划约束,确定所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的实际横向规划约束包括:将第一差值和所述自动驾驶车辆的宽度相加,得到第一加和;所述第一差值由所述第一横向偏移减去所述第一软初始横向规划约束得到;当所述第一加和 $>$ 所述第一侧的横向扩张宽度,或者,所述第一加和和预设的第一安全距离的相加和 $>$ 所述横向扩张宽度时,确定所述第一硬初始横向规划约束为所述硬实际横向规划约束。

[0222] 在一些实施例中,所述方法还包括:确定所述第一路点和所述第一对象在所述自动驾驶车辆位于所述第一路点时的行驶方向上的第二距离,以及确定所述自动驾驶车辆在第一时间长内行驶的第一长度;当第三距离小于所述第一长度时,确定所述第三距离为所述

自动驾驶车辆在所述第一路点时的纵向规划约束；或者，当所述第三距离大于所述第一长度时，确定所述第一长度为所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的纵向规划约束；其中，所述第三距离等于所述第二距离，或者所述第三距离由所述第二距离减去预设的第二安全距离得到；当所述自动驾驶车辆位于所述第一路点时，根据所述纵向规划约束范围内的路况信息，确定所述自动驾驶车辆的行驶策略。

[0223] 在一些实施例中，所述根据所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶速度、所述静态横向规划约束、所述自动驾驶车辆的车身宽度，确定所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的初始横向规划约束包括：当所述行驶速度 \leq 预设的第一速度阈值时，确定所述初始横向规划约束等于所述静态横向规划约束；当所述行驶速度 \geq 预设的第二速度阈值时，确定所述初始横向规划约束等于二分之一的所述车身宽度；当所述第一速度阈值 $<$ 所述行驶速度 $<$ 所述第二速度阈值时，根据所述行驶速度，按照速度-横向规划约束曲线，确定所述初始横向规划约束；其中，在所述横向规划约束-速度曲线上，速度的大小和横向规划约束的大小呈负相关。

[0224] 在一些实施例中，所述方法还包括：当所述自动驾驶车辆执行避让动作时，根据所述多个路点中第二路点的所述第一侧的初始横向规划约束，确定所述自动驾驶车辆的当前位置的所述第一侧的实际横向规划约束；其中，所述自动驾驶车辆从所述第二路点开始执行所述避让动作。

[0225] 在一些实施例中，所述根据所述多个路点中第二路点的所述第一侧的初始横向规划约束，确定所述自动驾驶车辆的当前位置的所述第一侧的实际横向规划约束包括：当所述自动驾驶车辆的当前速度 \geq 所述自动驾驶车辆在所述第二路点时的速度时，确定所述第二路点的所述第一侧的实际横向规划约束为所述当前位置的所述第一侧的实际横向规划约束；当所述自动驾驶车辆的当前速度 $<$ 所述自动驾驶车辆在所述第二路点时的速度时，根据所述当前速度、所述第二路点的所述第一侧的静态横向规划约束、所述自动驾驶车辆的车身宽度，确定所述当前位置的所述第一侧的实际横向规划约束。

[0226] 在一些实施例中，所述方法还包括：当所述自动驾驶车辆执行从第三车道到第四车道的换道动作时，将所述自动驾驶车辆的所述第一侧的静态横向规划约束逐渐从第一静态横向规划约束变化到第二静态横向规划约束；其中，所述第一静态横向规划约束由所述第三车道的所述第一侧的车道线确定，所述第二静态横向规划约束由所述第四车道的所述第一侧的车道线确定。

[0227] 在一些实施例中，所述方法还包括：在所述实际横向规划约束的范围内，控制所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的横向位移，所述横向位移为第一方向上的位移，所述第一方向垂直于所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶方向。

[0228] 本申请实施例提供的横向规划约束确定方法，可以根据交通环境动态的放开或者缩小横向规划约束，从而可以在保证自车行驶的安全性的同时，增强自车的通过性。

[0229] 参阅图14，本申请实施例提供了一种横向规划约束确定装置1400，可以配置于自动驾驶车辆，例如车辆100。参阅图14，装置1400包括获取单元1410、第一确定单元1420、第二确定单元1430、第三确定单元1440。

[0230] 获取单元1410，用于获取所述自动驾驶车辆在第一道路上的行驶参考轨迹，所述行驶参考轨迹包括多个路点；

[0231] 第一确定单元1420,用于根据所述多个路点中的第一路点的第一侧的车道线,确定所述第一路点的所述第一侧的静态横向规划约束;所述第一侧为左侧或右侧;

[0232] 第二确定单元140,用于当所述自动驾驶车辆的实际行驶轨迹没有偏离所述行驶参考轨迹时,根据所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的行驶速度、所述静态横向规划约束、所述自动驾驶车辆的车身宽度,确定所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的初始横向规划约束;

[0233] 第三确定单元1440,用于至少根据第一对象和所述第一路点之间的第一距离和所述初始横向规划约束,确定所述自动驾驶车辆在所述第一路点时的所述第一侧的实际横向规划约束;所述第一对象处于所述第一道路上,且为所述自动驾驶车辆关注的对象。

[0234] 装置1400的各功能单元可以上文所述的方法实施例实现,例如图13所示的方法实施例,在此不再赘述。

[0235] 上文主要从方法流程的角度对本申请实施例提供的装置进行了介绍。可以理解的是,各个终端为了实现上述功能,其包含了执行各个功能相应的硬件结构和/或软件模块。本领域技术人员应该很容易意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,本申请能够以硬件或硬件和计算机软件的结合形式来实现。某个功能究竟以硬件还是计算机软件驱动硬件的方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

[0236] 本申请实施例可以根据图13或图3或图12所示的方法实施例对电子设备等进行功能模块的划分,例如,可以对应各个功能划分各个功能模块,也可以将两个或两个以上的功能集成在一个处理模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能模块的形式实现。需要说明的是,本申请实施例中对模块的划分是示意性的,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。

[0237] 本申请实施例提供的横向规划约束确定装置,可以根据交通环境动态的放开或者缩小横向规划约束,从而可以在保证自车行驶的安全性的同时,增强自车的通过性。

[0238] 参阅图15,本申请实施例提供了一种横向规划约束确定装置1500。装置1500可以执行上述各方法实施例中自动驾驶车辆执行的操作,例如图13所示。其中,装置1500可以包括处理器1510、存储器1520。存储器1520中存储有指令,该指令可被处理器1510执行。当该指令在被处理器1510执行时装置1500可以执行上述各方法实施例中自动驾驶车辆执行的操作,例如图13所示。具体而言,处理器1510可以进行数据处理操作,收发器1530可以进行数据发送和/或接收的操作。

[0239] 可以理解的是,本申请的实施例中的处理器可以是中央处理单元(central processing unit,CPU),还可以是其他通用处理器、数字信号处理器(digital signal processor,DSP)、专用集成电路(application specific integrated circuit,ASIC)、现场可编程门阵列(field programmable gate array,FPGA)或者其他可编程逻辑器件、晶体管逻辑器件,硬件部件或者其任意组合。通用处理器可以是微处理器,也可以是任何常规的处理器。

[0240] 本申请的实施例中的方法步骤可以通过硬件的方式来实现,也可以由处理器执行软件指令的方式来实现。软件指令可以由相应的软件模块组成,软件模块可以被存放于随

机存取存储器 (random access memory, RAM)、闪存、只读存储器 (read-only memory, ROM)、可编程只读存储器 (programmable rom, PROM)、可擦除可编程只读存储器 (erasable PROM, EPROM)、电可擦除可编程只读存储器 (electrically EPROM, EEPROM)、寄存器、硬盘、移动硬盘、CD-ROM 或者本领域熟知的任何其它形式的存储介质中。一种示例性的存储介质耦合至处理器, 从而使处理器能够从该存储介质读取信息, 且可向该存储介质写入信息。当然, 存储介质也可以是处理器的组成部分。处理器和存储介质可以位于 ASIC 中。

[0241] 在上述实施例中, 可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。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, 或者通过所述计算机可读存储介质进行传输。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 (DSL)) 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, DVD)、或者半导体介质 (例如固态硬盘 (solid state disk, SSD)) 等。

[0242] 可以理解的是, 在本申请的实施例中涉及的各种数字编号仅为描述方便进行的区分, 并不用来限制本申请的实施例的范围。

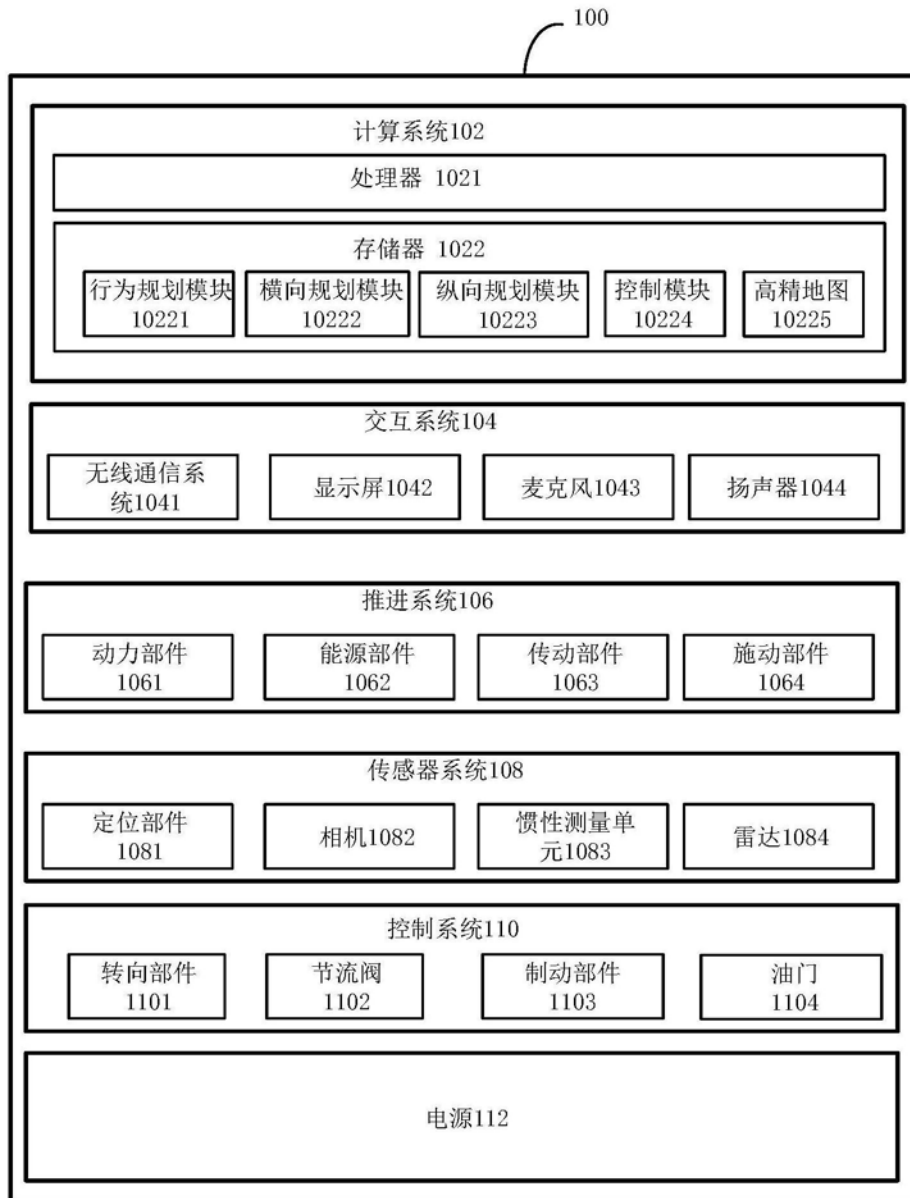


图1

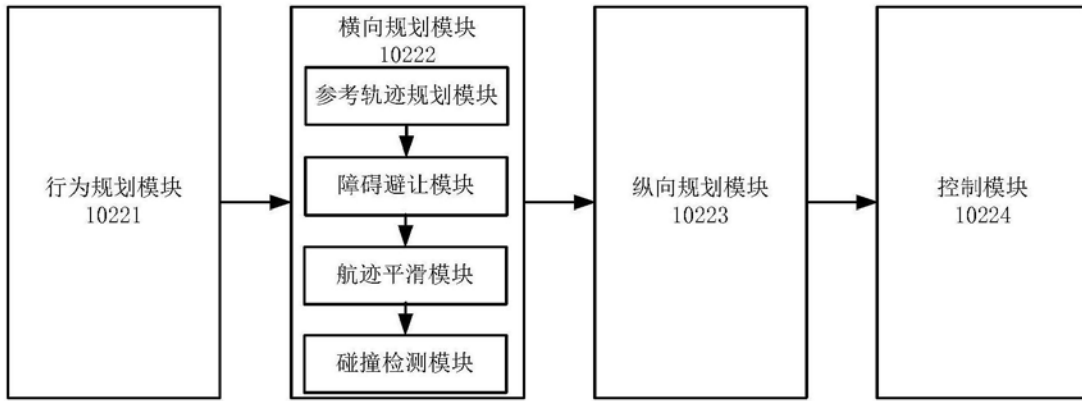


图2

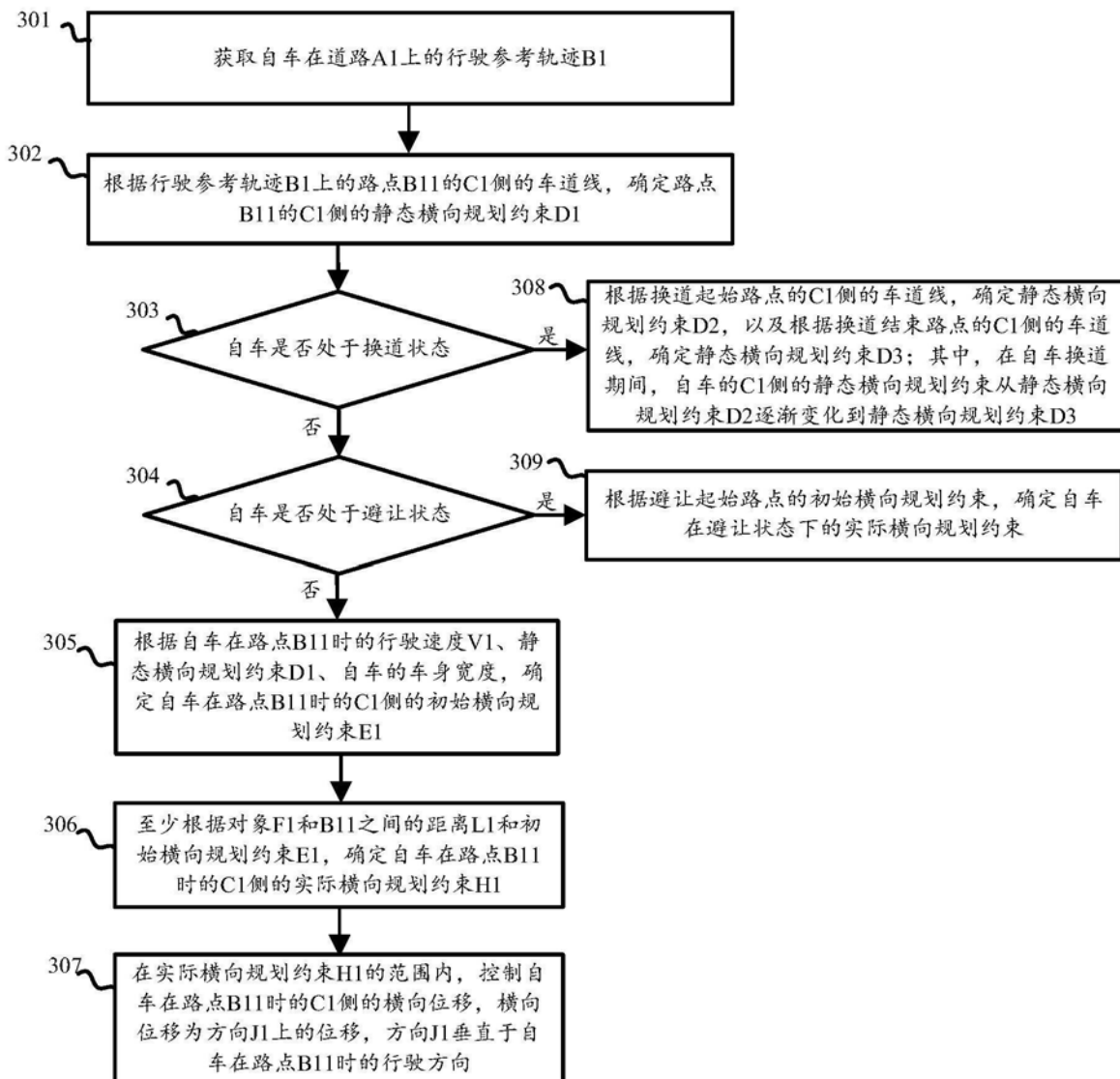


图3

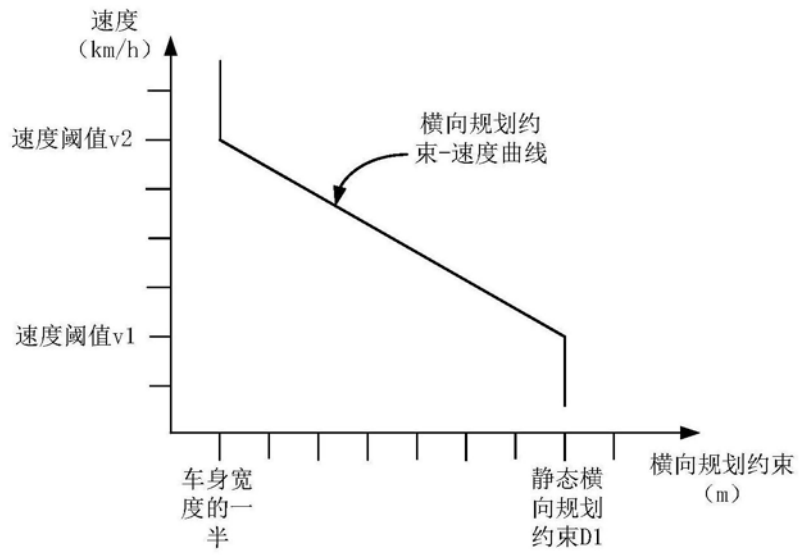


图4

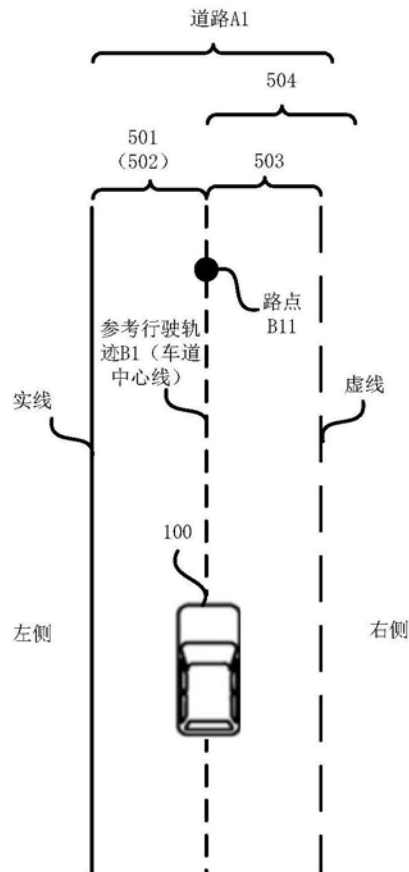


图5

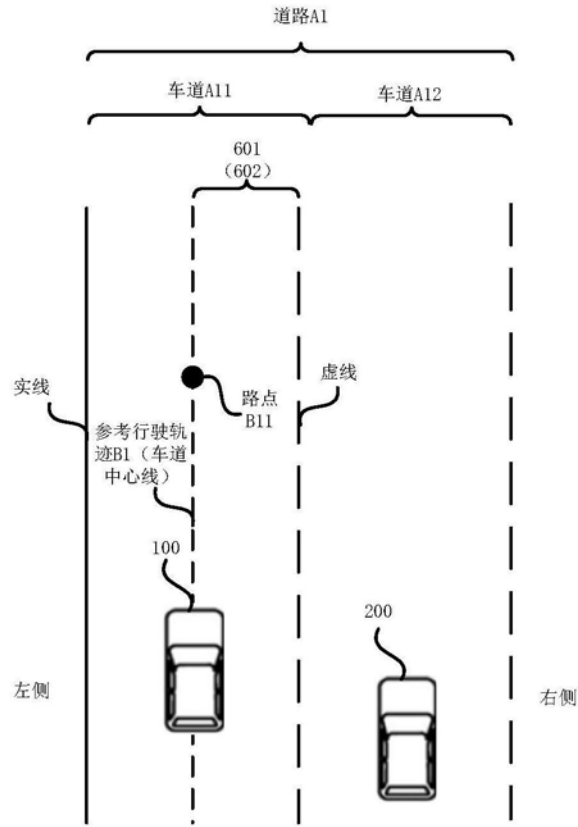


图6

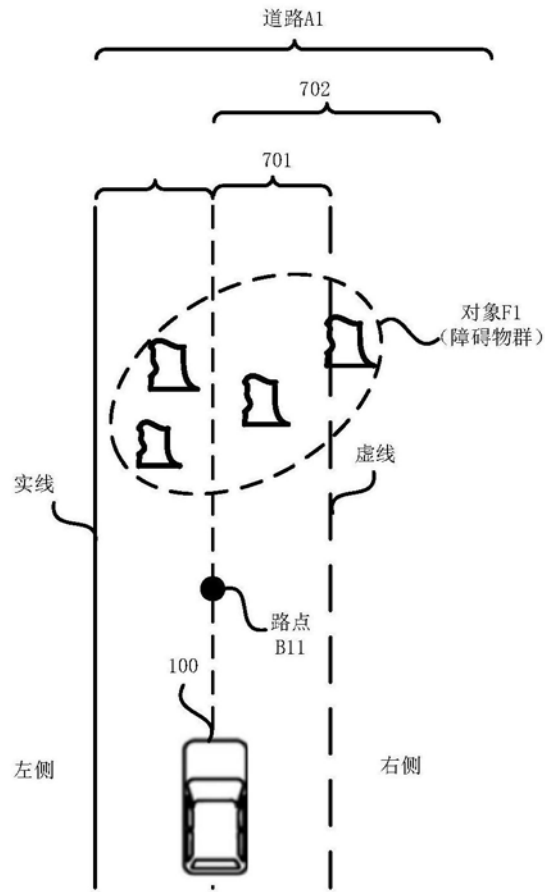


图7

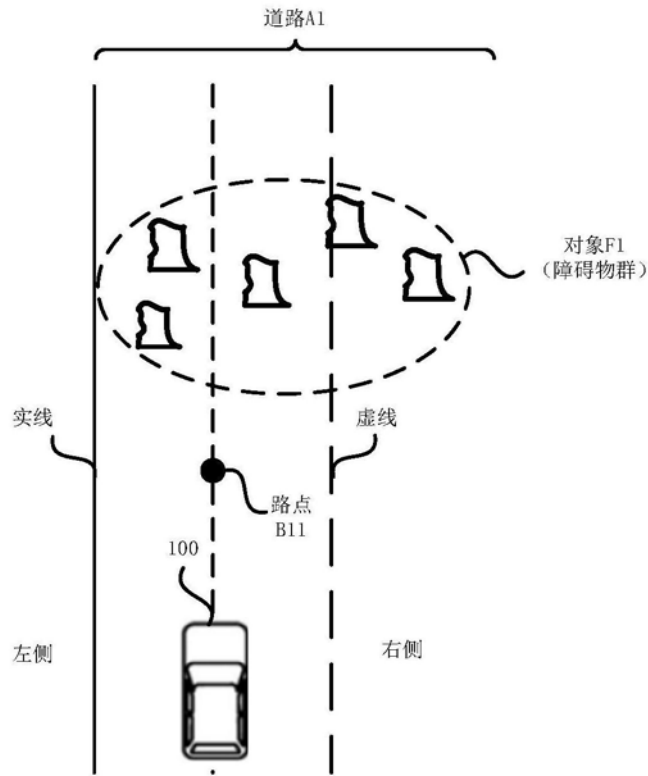


图8

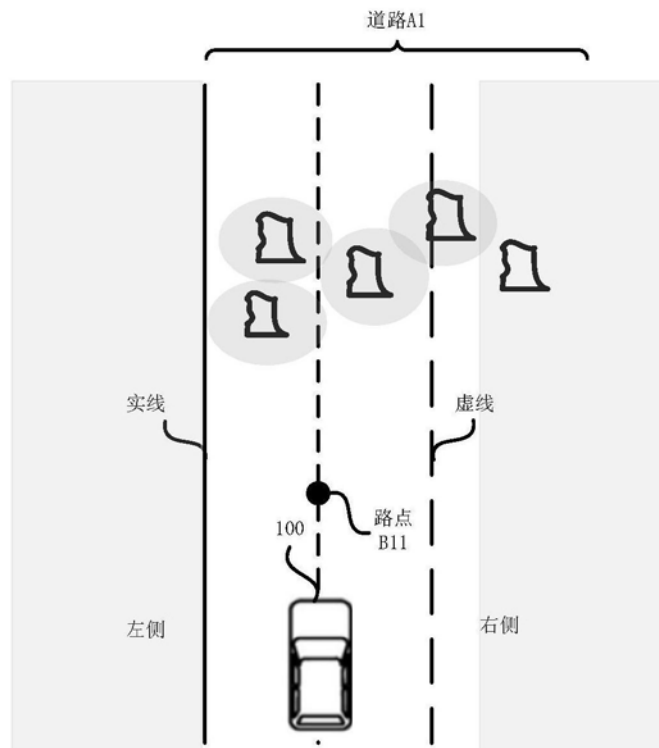


图9

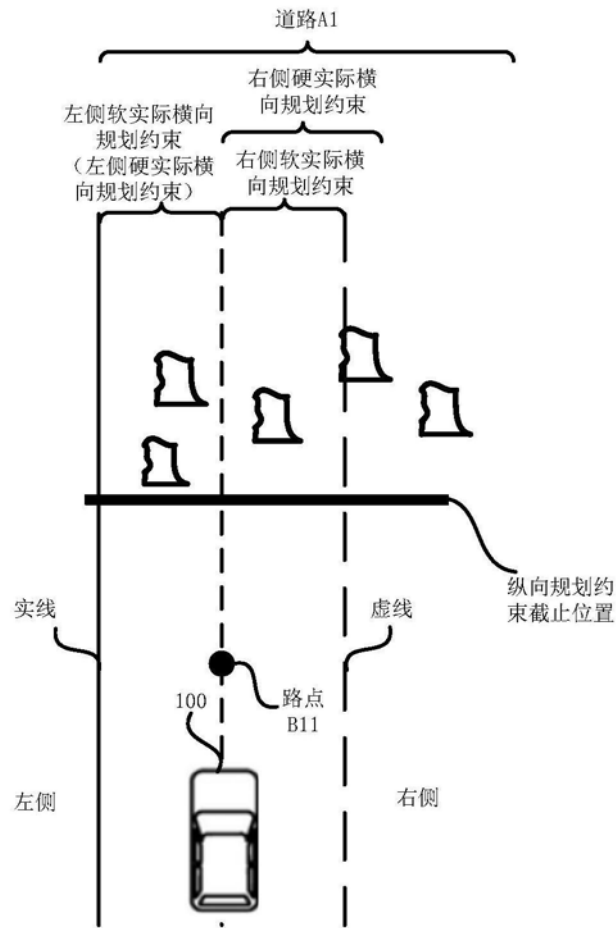


图10

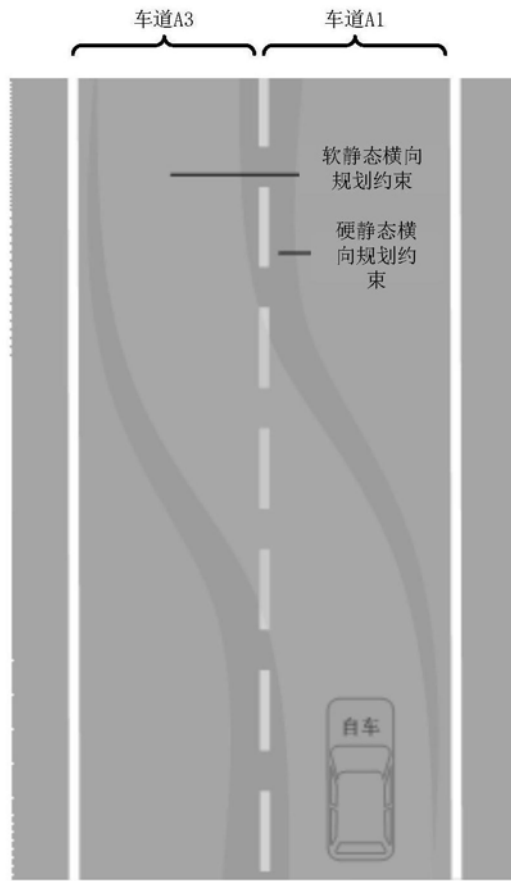


图11

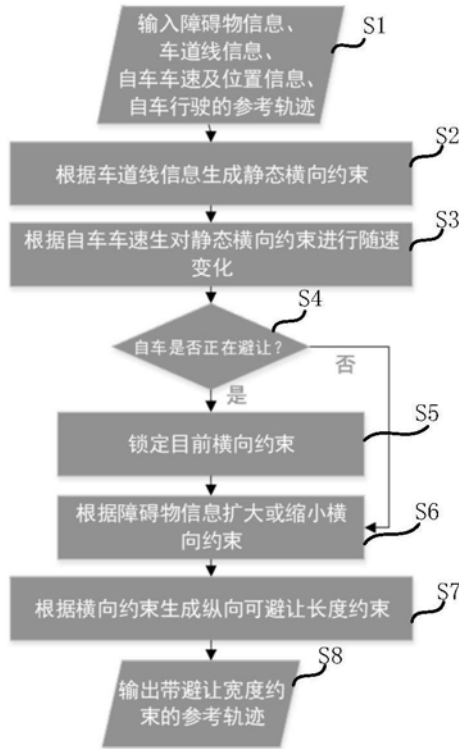


图12

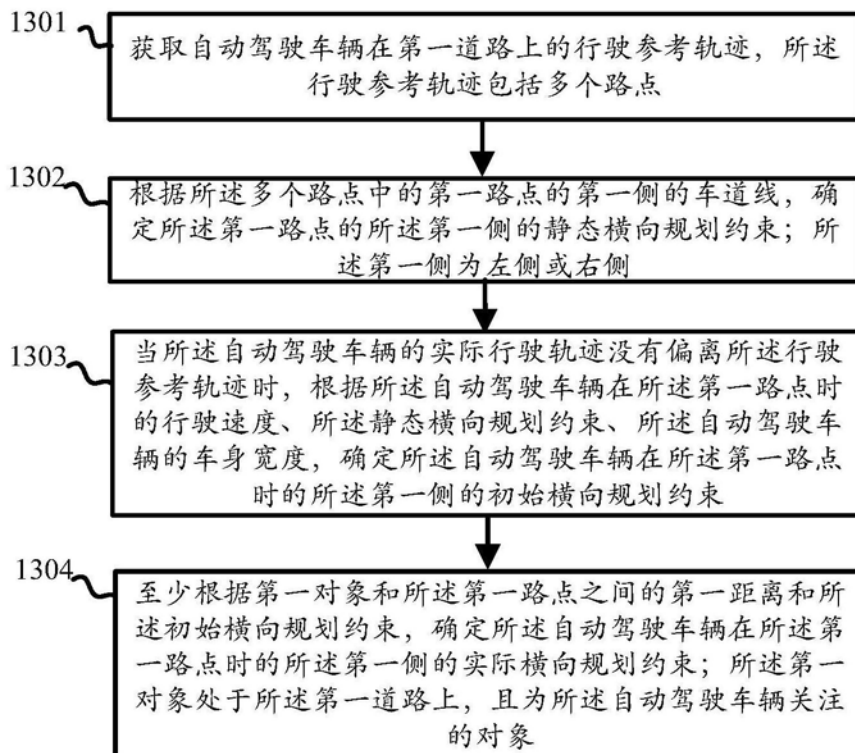


图13

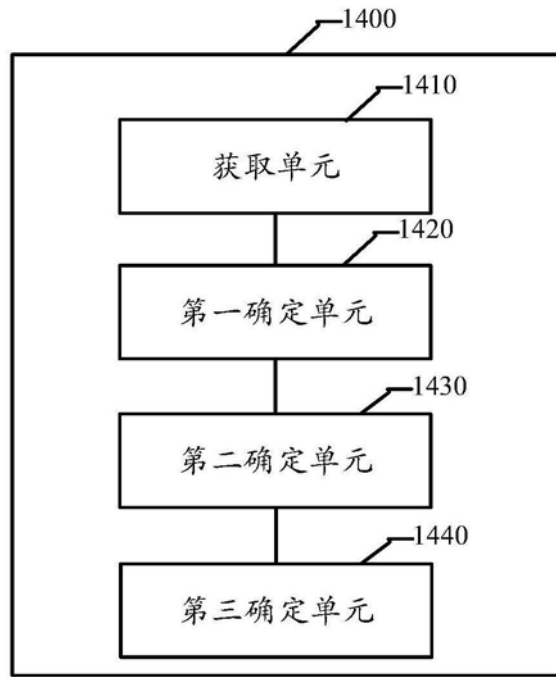


图14

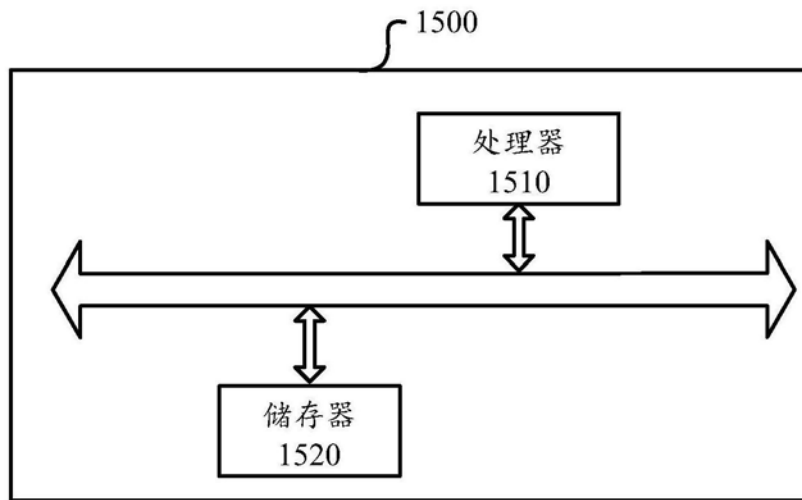


图15