



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111539345 B

(45) 授权公告日 2023. 09. 26

(21) 申请号 202010341763.8

(22) 申请日 2020.04.27

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111539345 A

(43) 申请公布日 2020.08.14

(73) 专利权人 阿波罗智能技术(北京)有限公司  
地址 100085 北京市海淀区上地十街10号1幢1层105

(72) 发明人 万园洁

(74) 专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理有限公司 11204  
专利代理师 王达佐 马晓亚

(51) Int. Cl.  
G06V 20/56 (2022.01)  
G06V 20/40 (2022.01)

(56) 对比文件  
CN 106114507 A, 2016.11.16  
CN 109445434 A, 2019.03.08  
CN 105675000 A, 2016.06.15  
CN 107767429 A, 2018.03.06

CN 108242145 A, 2018.07.03  
CN 107943034 A, 2018.04.20  
CN 109814575 A, 2019.05.28  
CN 109976329 A, 2019.07.05  
CN 109990793 A, 2019.07.09  
CN 110262488 A, 2019.09.20  
CN 110525436 A, 2019.12.03  
CN 110730934 A, 2020.01.24  
US 2011130964 A1, 2011.06.02  
US 2019079514 A1, 2019.03.14  
WO 2019204053 A1, 2019.10.24

刘洋. 智能车辆高速公路自动变道轨迹规划与控制研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程科技 II 辑》.2019, (第11期), 第C035-101页.

王沙晶. 基于Frenet坐标系采样的自动驾驶轨迹规划算法研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程科技 II 辑》.2019, (第9期), 第C035-187页. (续)

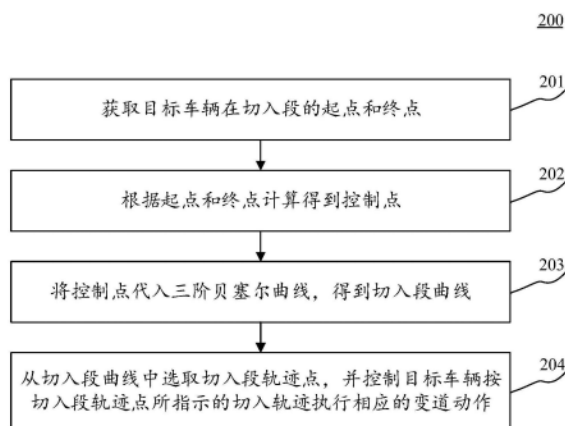
审查员 杨晓青

权利要求书3页 说明书11页 附图5页

(54) 发明名称  
用于确定变道动作的方法、装置、设备及可读存储介质

(57) 摘要  
本申请实施例公开了用于确定变道动作的方法、装置、电子设备及计算机可读存储介质,涉及路径规划技术领域。该方法的一具体实施方式包括:获取目标车辆在切入段的起点和终点;根据该起点和该终点计算得到控制点;将该控制点代入三阶贝塞尔曲线,得到切入段曲线;从该切入段曲线中选取切入段轨迹点,并控制该目标车辆按该切入段轨迹点所指示的切入轨迹执行相应的变道动作。通过表征完整切车过程中变道部分关键位置信息的起点和终点计算出可代入三阶贝塞尔曲线的控制点,得到拟合出的三阶贝塞尔曲线,以便于从得到的切入段曲线选取出数量

较多的、过渡平滑的切入段轨迹点,使得对应的变道动作可以更加平滑,增强了自动驾驶技术在切车场景下的安全性。



CN 111539345 B

[接上页]

**(56) 对比文件**

陈灵等. 保证智能轮椅平滑通过狭窄通道的路径曲率优化算法.《自动化学报》.2016,第42卷(第12期),第1874-1885页.

Chenguang Liu等.An Improved A-Star

Algorithm Considering Water Current, Traffic Separation and Berthing for Vessel Path Planning.《applied sciences》.2019,第9卷(第6期),第1-17页.

1. 一种用于确定变道动作的方法,包括:

获取目标车辆在切入段的起点和终点;其中,所述切入段为完整切车过程的变道部分;

根据所述起点和所述终点计算得到控制点包括:连接所述起点和所述终点,得到所述起点和所述终点间的连线,并对所述连线进行 $N+1$ 等分,得到 $N$ 个等分点;其中, $N$ 大于等于2;在所述 $N$ 个等分点中选取两个等分点;过所述两个等分点中的第一个等分点做垂直于由所述起点和所述起点的行驶方向确定出的直线的垂线,并将得到的交点作为第一控制点;过所述两个等分点中的第二个等分点做垂直于由所述终点和所述终点的行驶方向确定出的直线的垂线,并将得到的交点作为第二控制点;

将所述控制点代入三阶贝塞尔曲线,得到切入段曲线包括:将所述第一控制点和所述第二控制点代入所述三阶贝塞尔曲线;

从所述切入段曲线中选取切入段轨迹点,并控制所述目标车辆按所述切入段轨迹点所指示的切入轨迹执行相应的变道动作。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述在所述 $N$ 个等分点中选取两个等分点,包括:

根据预先确定的切车急缓系数在所述 $N$ 个等分点中选取两个等分点。

3. 根据权利要求2所述的方法,当所述 $N$ 为大于2的偶数时,所述根据预先确定的切车急缓系数在所述 $N$ 个等分点中选取两个等分点,包括:

确定所述连线的中心点;

在所述中心点的两侧,根据预先确定的切车急缓系数,从靠近所述起点的一侧选取出所述两个等分点中的第一个等分点、从靠近所述终点的一侧选取所述两个等分点中的第二个等分点。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中,所述第一个等分点距所述起点的距离与所述第二个等分点距所述终点的距离相同。

5. 根据权利要求2至4任一项所述的方法,还包括:

获取所述目标车辆当前所在的目标切车场景类型;

根据预设的对应表,将与所述目标切车场景类型对应的目标切车急缓系数确定为所述预先确定的切车急缓系数;其中,所述对应表中记录有每种切车场景类型与每种切车急缓系数之间的对应关系。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述完整切车过程包括:按照行车状态拆分的起始段、切入段和结束段;其中,所述起始段为所述目标车辆在执行所述变道动作前的直线行驶阶段,所述切入段为所述目标车辆在执行所述变道动作时的曲线行驶阶段,所述结束段为所述目标车辆执行完所述变道动作后的直线行驶阶段。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述根据所述起点和所述终点计算得到控制点,包括:

连接所述起点和所述终点,得到所述起点和所述终点间的连线,并对所述连线进行 $N+1$ 等分,得到 $N$ 个等分点,从所述 $N$ 个等分点中选择一个等分点;其中, $N$ 大于等于1;

过选择的等分点做垂直于由所述起点和所述起点的行驶方向确定出的直线的垂线,并将得到的交点作为第一控制点;

过选择的等分点做垂直于由所述终点和所述终点的行驶方向确定出的直线的垂线,并将得到的交点作为第二控制点。

8. 一种用于确定变道动作的装置,包括:

切入段起/终点获取单元,被配置成获取目标车辆在切入段的起点和终点;其中,所述切入段为完整切车过程的变道部分;

控制点计算单元,被配置成根据所述起点和所述终点计算得到控制点;所述控制点计算单元包括:连线及等分子单元,被配置成连接所述起点和所述终点,得到所述起点和所述终点间的连线,并对所述连线进行 $N+1$ 等分,得到 $N$ 个等分点;其中, $N$ 大于等于2;等分点选取子单元,被配置成在所述 $N$ 个等分点中选取两个等分点;第一控制点选取子单元,被配置成过所述两个等分点中的第一个等分点做垂直于由所述起点和所述起点的行驶方向确定出的直线的垂线,并将得到的交点作为第一控制点;第二控制点选取子单元,被配置成过所述两个等分点中的第二个等分点做垂直于由所述终点和所述终点的行驶方向确定出的直线的垂线,并将得到的交点作为第二控制点;

切入段曲线生成单元,被配置成将所述控制点代入三阶贝塞尔曲线,得到切入段曲线;所述切入段曲线生成单元进一步被配置成:将所述第一控制点和所述第二控制点代入所述三阶贝塞尔曲线;

切入段轨迹点选取及切车动作执行单元,被配置成从所述切入段曲线中选取切入段轨迹点,并控制所述目标车辆按所述切入段轨迹点所指示的切入轨迹执行相应的变道动作。

9. 根据权利要求8所述的装置,其中,所述等分点选取子单元包括:

切车急缓系数选取模块,被配置成根据预先确定的切车急缓系数在所述 $N$ 个等分点中选取两个等分点。

10. 根据权利要求9所述的装置,当所述 $N$ 为大于2的偶数时,所述切车急缓系数选取模块进一步被配置成:

确定所述连线的中心点;

在所述中心点的两侧,根据预先确定的切车急缓系数,从靠近所述起点的一侧选取出所述两个等分点中的第一个等分点、从靠近所述终点的一侧选取所述两个等分点中的第二个等分点。

11. 根据权利要求10所述的装置,其中,所述第一个等分点距所述起点的距离与所述第二个等分点距所述终点的距离相同。

12. 根据权利要求9至11任一项所述的装置,还包括:

目标切车场景类型获取单元,被配置成获取所述目标车辆当前所在的目标切车场景类型;

切车急缓系数确定单元,被配置成根据预设的对应表,将与所述目标切车场景类型对应的目标切车急缓系数作为所述预先确定的切车急缓系数;其中,所述对应表中记录有每种切车场景类型与每种切车急缓系数之间的对应关系。

13. 根据权利要求8所述的装置,其中,所述完整切车过程包括:按照行车状态拆分的起始段、切入段和结束段;其中,所述起始段为所述目标车辆在执行所述变道动作前的直线行驶阶段,所述切入段为所述目标车辆在执行所述变道动作时的曲线行驶阶段,所述结束段为所述目标车辆执行完所述变道动作后的直线行驶阶段。

14. 根据权利要求8所述的装置,其中,所述控制点计算单元包括:

唯一等分点选取子单元,被配置成连接所述起点和所述终点,得到所述起点和所述终

点间的连线,并对所述连线进行 $N+1$ 等分,得到 $N$ 个等分点,从所述 $N$ 个等分点中选择一个等分点;其中, $N$ 大于等于1;

第一控制点确定子单元,被配置成过选择的等分点做垂直于由所述起点和所述起点的行驶方向确定出的直线的垂线,并将得到的交点作为第一控制点;

第二控制点确定子单元,被配置成过选择的等分点做垂直于由所述终点和所述终点的行驶方向确定出的直线的垂线,并将得到的交点作为第二控制点。

15. 一种电子设备,包括:

至少一个处理器;以及

与所述至少一个处理器通信连接的存储器;其中,

所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器能够执行权利要求1-7中任一项所述的用于确定变道动作的方法。

16. 一种存储有计算机指令的非瞬时计算机可读存储介质,所述计算机指令用于使所述计算机执行权利要求1-7中任一项所述的用于确定变道动作的方法。

## 用于确定变道动作的方法、装置、设备及可读存储介质

### 技术领域

[0001] 本申请实施例涉及自动驾驶技术领域,尤其涉及路径规划技术领域。

### 背景技术

[0002] 随着科技的发展,自动驾驶技术逐渐出现进入我们的视野。

[0003] 现有的自动驾驶技术已经能够在直线类等路径上实现较好的效果,而在诸如切车(也可以称为超车)、变道等复杂的、曲线类路径上的效果还较差。

### 发明内容

[0004] 本申请实施例提出了一种用于确定变道动作的方法、装置、电子设备及计算机可读存储介质。

[0005] 第一方面,本申请实施例提出了一种用于确定变道动作的方法,包括:获取目标车辆在切入段的起点和终点;其中,切入段为完整切车过程的变道部分;根据起点和终点计算得到控制点;将控制点代入三阶贝塞尔曲线,得到切入段曲线;从切入段曲线中选取切入段轨迹点,并控制目标车辆按切入段轨迹点所指示的切入轨迹执行相应的变道动作。

[0006] 第二方面,本申请实施例提出了一种用于确定变道动作的装置,包括:切入段起/终点获取单元,被配置成获取目标车辆在切入段的起点和终点;其中,切入段为完整切车过程的变道部分;控制点计算单元,被配置成根据起点和终点计算得到控制点;切入段曲线生成单元,被配置成将控制点代入三阶贝塞尔曲线,得到切入段曲线;切入段轨迹点选取及切车动作执行单元,被配置成从切入段曲线中选取切入段轨迹点,并控制目标车辆按切入段轨迹点所指示的切入轨迹执行相应的变道动作。

[0007] 第三方面,本申请实施例提供了一种电子设备,该电子设备包括:至少一个处理器;以及与至少一个处理器通信连接的存储器;其中,存储器存储有可被至少一个处理器执行的指令,该指令被至少一个处理器执行,以使至少一个处理器执行时能够实现如第一方面中任一实现方式描述的用于确定变道动作的方法。

[0008] 第四方面,本申请实施例提供了一种存储有计算机指令的非瞬时计算机可读存储介质,该计算机指令用于使计算机执行时能够实现如第一方面中任一实现方式描述的用于确定变道动作的方法。

[0009] 本申请实施例提供的用于确定变道动作的方法、装置、电子设备及计算机可读存储介质,首先,获取目标车辆在完整切车过程的变道部分的切入段的起点和终点;然后,根据该起点和该终点计算得到控制点;之后,将该控制点代入三阶贝塞尔曲线,得到切入段曲线;最后,从该切入段曲线中选取切入段轨迹点,并控制该目标车辆按该切入段轨迹点所指示的切入轨迹执行相应的变道动作。本申请通过切入段的起点和终点计算得到完整切车过程中变道部分的关键位置信息,并基于该关键位置信息计算得到可代入三阶贝塞尔曲线的控制点,利用了三阶贝塞尔曲线对点所指示的行驶路径的曲线化拟合能力,以便基于得到的切入段曲线选取到数量较多的、过渡平滑的切入段轨迹点,使得对应的变道动作可以更

加平滑,增强了自动驾驶技术在切车场景下的安全性。

[0010] 应当理解,本部分所描述的内容并非旨在标识本公开的实施例的关键或重要特征,也不用于限制本公开的范围。本公开的其它特征将通过以下的说明书而变得容易理解。

### 附图说明

[0011] 通过阅读参照以下附图所作的对非限制性实施例所作的详细描述,本申请的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

[0012] 图1是本申请可以应用于其中的示例性系统架构;

[0013] 图2是根据本申请的用于确定变道动作的方法的一个实施例的流程图;

[0014] 图3是图2所示的实施例中确定三阶贝塞尔曲线的控制点的方法的流程图;

[0015] 图4是根据本申请的用于确定变道动作的方法的另一个实施例的流程图;

[0016] 图5是根据本申请的用于确定变道动作的方法的一个应用场景的流程图;

[0017] 图6是根据本申请的用于确定变道动作的装置的一个实施例的结构示意图;

[0018] 图7是适于用来实现本申请实施例的用于确定变道动作的方法的电子设备的框图。

### 具体实施方式

[0019] 下面结合附图和实施例对本申请作进一步的详细说明。可以理解的是,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释相关发明,而非对该发明的限定。另外还需要说明的是,为了便于描述,附图中仅示出了与有关发明相关的部分。

[0020] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本申请。

[0021] 图1示出了可以应用本申请的用于确定变道动作的方法、装置、电子设备及计算机可读存储介质的实施例的示例性系统架构100。

[0022] 如图1所示,系统架构100可以包括车载终端101、网络102和服务器103。网络102为车载终端101与服务器103进行数据交互所需的通信介质,网络102可以包括各种连接类型,例如有线、无线通信链路或者光纤电缆等等。

[0023] 目标车辆的包括切入段在内的行驶数据或模拟行驶数据(也可称仿真行驶数据)可通过车载终端101通过网络102与服务器103进行交互,以接收或发送消息等。车载终端101上可以安装有各种通讯客户端应用,例如自动驾驶应用、行驶数据收集类应用、搜索类应用等。

[0024] 车载终端101可以是硬件,也可以是软件。当车载终端101为硬件时,可以是具有显示屏的各种电子设备,包括但不限于智能手机、平板电脑、膝上型便携计算机和台式计算机等等。当车载终端101为软件时,可以安装在上述所列举的电子设备中。其可以实现成多个软件或软件模块(例如用来实现自动驾驶、变道动作确定业务),也可以实现成单个软件或软件模块。在此不做具体限定。

[0025] 服务器103可以是提供各种服务的服务器,例如通过网络102获取存储在车载终端101中的目标车辆的行驶数据或模拟行驶数据,并从中获取到切入段的起点和终点,之后依据起点和终点计算得到控制点,然后将控制点代入三阶贝塞尔曲线,并从得到的切入段曲

线中选取切入段轨迹点,以便最终向该车载终端101下发与该切入段轨迹点指示的切入段轨迹,以便该车载终端101根据该切入段轨迹控制目标车辆执行相应的变道动作。

[0026] 需要说明的是,本申请后续各实施例所提供的用于确定变道动作的方法一般由服务器103执行,相应地,用于确定变道动作的装置一般设置于服务器103中。

[0027] 需要指出的是,包括切入段行驶数据在内的行驶数据或模拟行驶数据可以由目标车辆直接存储在服务器103的本地,也可以根据实际应用场景下所有可能存在的特殊需求,将这些行驶数据或模拟行驶数据先存储在车载终端101中,仅在需要执行变道动作确定业务时再由车载终端101实时发送至服务器103。当车载终端101为运行在服务器103上的虚拟机时,示例性系统架构100也可以不包括车载终端101和网络102。

[0028] 还需要指出的是,在车载终端101拥有足够计算能力的前提下,上述计算操作也完全可以由车载终端101上安装的应用来执行,并直接基于在本地计算出的切入段轨迹来执行相应的变道动作。此时,用于确定变道动作的方法也可以由车载终端101来执行,相应地,用于确定变道动作的装置也可以设置于车载终端101中。此时,示例性系统架构100也可以不包括服务器103和网络102。

[0029] 需要说明的是,服务器103可以是硬件,也可以是软件。当服务器103为硬件时,可以实现成多个服务器组成的分布式服务器集群,也可以实现成单个服务器。当服务器为软件时,可以实现成多个软件或软件模块(例如用来提供变道动作确定服务),也可以实现成单个软件或软件模块。在此不做具体限定。

[0030] 应该理解,图1中的车载终端、网络和服务器的数目仅仅是示意性的。根据实现需要,可以具有任意数目的车载终端、网络和服务器。

[0031] 继续参考图2,其示出了根据图2是根据本申请的用于确定变道动作的方法的一个实施例的流程200,包括以下步骤:

[0032] 步骤201,获取目标车辆在切入段的起点和终点。

[0033] 在本实施例中,用于确定变道动作的方法的执行主体(例如图1所示的服务器103)可以从本地或非本地的存储设备(例如图1所示的车载终端101)获取包括切入段在内的行驶数据或模拟行驶数据,以便从该行驶数据或模拟行驶数据中提取出目标车辆在切入段的起点和终点参数。本地的存储设备可以为设置在上述执行主体内的一个数据存储模块,在此情况下,行驶数据或模拟行驶数据只需要通过本地读取即可获得;非本地的存储设备还可以为其它用于存储测试结果的终端或服务器中的数据存储模块,在此情况下,上述执行主体可以通过向该数据存储服务器发送数据获取命令来获取由数据存储服务器返回的行驶数据或模拟行驶数据。

[0034] 其中,切入段为目标车辆在完整切车过程中的变道部分,完整切车过程除变道部分之外的其它部分也可以拆分为其它段,例如一种基于分段式思想将完整切车过程按照行车状态的拆分为起始段、切入段和结束段的三段式拆分方式,起始段是指目标车辆在执行变道动作时不与前车和后车出现碰撞准备的提前量,该提前量主要用于根据不同的需求去构建相应的切车场景,例如在场景开始8s之后进行切车,因此,起始段通常为目标车辆在执行变道动作前的匀速直线行驶阶段,当然该提前量也可以通过加速行驶得到;切入段为目标车辆在执行变道动作时的曲线行驶阶段,结束段是指目标车辆在完成变道后与前车处于同一车道的直线行驶阶段,此时可根据实际需求自行调整行驶速度,通常保持均速行驶,



也可以适当减速或保持匀速。

[0035] 根据上述提供的具有针对性的三段式拆分方式可以看出,起始段和结束段为目标车辆分别在变道前后的直线行驶阶段,较好处理,关键的部分为曲线行驶阶段的切入段,该过程可参见如图3所示的示意图,如图3所示,目标车辆为A车,B车为A车要进行变道超车的前车,即A车要通过类似于抛物线的曲线行驶路径从上方的车道变道至B车当前所在的下方的车道,并变成B车的前车,图3中标出了切入段的起点和终点,该起点是指A车要执行变道动作、即开始按曲线行驶路径行驶的位置点,该终点是指A车刚结束变道动作、即结束按曲线行驶路径行驶的位置点。

[0036] 当然,也可以基于其它思想或原则将完整切车过程进行相同或类似的处理,在拥有将关键的切入段拆分出来的能力的基础上,拆分出的阶段总数量并不局限于上述例子中给出的3个,可根据实际情况灵活调整。

[0037] 步骤202,根据起点和终点计算得到控制点。

[0038] 在步骤201的基础上,本步骤旨在由上述执行主体根据获取到的切入段的起点和终点计算出控制点。该控制点用于在后续步骤中由上述执行主体通过代入三阶贝塞尔曲线得到在该起点和该终点之间拟合出的切入段曲线。

[0039] 具体的,可通过多种方式根据该起点和终点计算出控制点,例如基于起点和终点之间的高度差结合角平分线的控制点计算方式,也可以基于起点和终点之间连线上的N个等分点(通过对连线进行N+1等分,N为大于等于1的正整数)计算出控制点等等,不同的控制点计算方式可适应不同的应用场景,可根据实际情况灵活选择最适合的控制点计算方式。

[0040] 步骤203,将控制点代入三阶贝塞尔曲线,得到切入段曲线。

[0041] 在步骤202的基础上,本步骤旨在由上述执行主体将计算出的控制点代入三阶贝塞尔曲线的标准曲线表达式,在起点和终点确定的情况下,基于控制点可计算出切入段曲线表达式,与切入段曲线表达式对应的即为切入段曲线。

[0042] 贝塞尔曲线是计算机图形图像造型的基本工具,是图形造型运用得最多的基本线条之一。它通过控制至少四个待拟合点(起始点、终止点以及至少两个相互分离的控制点)来创造、编辑曲线图形。

[0043] 步骤204,从切入段曲线中选取切入段轨迹点,并控制目标车辆按切入段轨迹点所指示的切入轨迹执行相应的变道动作。

[0044] 在步骤203的基础上,本步骤旨在由执行主体从包含无数个点的切入段曲线中将一定数量的点选为切入段轨迹点,并控制目标车辆按切入段轨迹点所指示的切入轨迹执行相应的变道动作。

[0045] 具体的,从包含无数个点的切入段曲线中选取切入段轨迹点时,可通过多种方式实现,例如按相同或不同间隔的间隔式点选取法,还可以按照一定的函数关系式将一些满足预设函数关系的点选取为切入段轨迹点,等等,可根据实际需求(例如点需求数量、点分布情况等等)灵活选取,此处不做具体限定。

[0046] 本申请实施例提供的用于确定变道动作的方法,首先,获取目标车辆在完整切车过程的变道部分的切入段的起点和终点;然后,根据该起点和该终点计算得到控制点;之后,将该控制点代入三阶贝塞尔曲线,得到切入段曲线;最后,从该切入段曲线中选取切入段轨迹点,并控制该目标车辆按该切入段轨迹点所指示的切入轨迹执行相应的变道动作。

本申请通过切入段的起点和终点计算得到完整切车过程中变道部分的关键位置信息,并基于该关键位置信息计算得到可代入三阶贝塞尔曲线的控制点,利用了三阶贝塞尔曲线对待拟合点所指示的行驶路径的曲线化拟合能力,以便基于得到的切入段曲线选取到数量较多的、过渡平滑的切入段轨迹点,使得对应的变道动作可以更加平滑,增强了自动驾驶技术在切车场景下的安全性。

[0047] 在上述实施例的基础上,本申请还通过图4提供了图2所示的实施例中确定三阶贝塞尔曲线的控制点的方法的流程400,对如何基于起点和终点计算得到用于代入三阶贝塞尔曲线的控制点给出了一种具体的方案,包括如下步骤:

[0048] 步骤301,获取目标车辆在切入段的起点和终点。

[0049] 步骤302,连接起点和终点,得到起点和终点间的连线,并对连线进行N+1等分,得到N个等分点。

[0050] 本步骤旨在由上述执行主体连接切入段的起点和终点,从而得到起点和终点之间的连线,并对连线进行N+1等分,得到N个等分点,在本实施例中N具体为大于等于2的正整数。

[0051] 步骤303,在N个等分点中选取两个等分点。

[0052] 三阶贝塞尔曲线在构建曲线时除需要起点和终点之外,还需要至少两个控制点,因此本实施例以两个控制点为例,由上述执行主体在N个等分点中选取两个等分点,以便基于选取出的两个等分点确定出两个控制点。其中,选取出的两个等分点应为在连线上不同位置的等分点,即两者之间是分离的,而不能是重合的。

[0053] 具体的,在N个等分点中选取两个等分点的过程中,可通过多种方式来完成,例如按照预先确定的切车急缓系数来从N个等分点中选取两个等分点,应当理解的是,在起点和终点确定的情况下,两个等分点的所在位置将直接影响基于此确定出的控制点构建出的切入段曲线的曲率,受曲率影响的切入段曲线对应的行驶路径也将表现为不同的变道急缓程度,因此可根据预先确定的切车急缓系数来指导两个等分点的选取;除此之外,还可以结合对称或非对称原则来选取两个对称的等分点或非对称的等分点,对称点即可以为连线的中心点,也可以为连线上某个预设位置的点。

[0054] 一种包括但不限于的实现方式可以为:

[0055] 当N为大于2的偶数时,确定连线的中心点;

[0056] 在中心点的两侧,根据预先确定的切车急缓系数,从靠近起点的一侧选取两个等分点中的第一个等分点、从靠近终点的一侧选取两个等分点中的第二个等分点。

[0057] 通过分别从靠近起点和终点一侧各自选取一个等分点,可使得基于这两个等分点确定出的控制点可尽可能的呈现均匀分布,能够有效保障基于此控制点构建出的切入段曲线呈现较为平滑的状态,从而保障变道动作中方向改变的平滑程度、提升自动驾驶的安全性。

[0058] 在此基础上,为进一步提升分布的均匀程度,还可以控制第一个等分点距起点的距离与第二个等分点距终点的距离一致,即第一个等分点和第二个等分点相对于连线的中心点对称分布。当然,也可以采用非对称分布的等分点选取方式。

[0059] 其中,考虑到在不同类型的切车场景下(例如高速切车场景、高架桥切车场景、积水路段切车场景等),还可以以适应于场景类型的切车急缓系数来使变道动作尽可能平滑。

因此,还可以预先配置好记录有每种切车场景类型与每种切车急缓系数之间的对应关系的对应表,在通过获取到目标车辆当前所在的目标切车场景类型之后,即可根据该对应表,将与该目标切车场景类型对应的目标切车急缓系数确定为所述预先确定的切车急缓系数,其中,目标切车场景类型指多种切车场景类型中与实际情况一致的切车场景类型,即指多种切车场景类型中的一种。

[0060] 步骤304,过两个等分点中的第一个等分点做垂直于由起点和起点的行驶方向确定出的直线的垂线,并将得到的交点作为第一控制点。

[0061] 在步骤303的基础上,本步骤旨在由上述执行主体以过两个等分点中的第一个等分点做垂直于由起点和起点的行驶方向确定出的直线的垂线的方式,得到由交点作为的第一控制点。应当理解的是,第一控制点处于由起点和起点的行驶方向确定出的直线上,而不处于起点与终点的连线上。

[0062] 步骤305,过两个等分点中的第二个等分点做垂直于由终点和终点的行驶方向确定出的直线的垂线,并将得到的交点作为第二控制点。

[0063] 与步骤304类似,本步骤旨在由上述执行主体通过相同的方式得到第二控制点,区别为作为第二控制点的交点是由终点和终点的行驶方向确定出的直线与过两个等分点中的第二个等分点垂直于该直线的垂线的交点。同理,第二控制点处于由终点和终点的行驶方向确定出的直线上,而不处于起点与终点的连线上。

[0064] 步骤306,将第一控制点和第二控制点代入三阶贝塞尔曲线,得到切入段曲线。

[0065] 步骤307,从切入段曲线中选取切入段轨迹点,并控制目标车辆按切入段轨迹点所指示的切入轨迹执行相应的变道动作。

[0066] 区别于如图2所示的流程200,本实施例提供了一种依次为连接起点和终点、对连线进行 $N+1$ 等分、在 $N$ 个等分点中选取两个等分点、将两个等分点分别通过做垂直于由起点/终点和起点/终点的行驶方向确定出的直线的垂线的交点选为控制点的控制点计算方案,相比于传统基于角平分线的控制点计算方式,本实施例所提供的方案与切车场景更加契合,可使得基于此计算出的变道路径更加平滑、更便于自动驾驶车辆实现。

[0067] 应当理解的是,如图4所示的流程400之所以限定 $N$ 大于等于2,是因为流程400对应的方案是通过两个不同的等分点分别确定出一个控制点,最终得到两个不同的控制点。但其实也可以通过下述方案基于唯一的等分点确定出两个不同的控制点:

[0068] 连接起点和终点,得到起点和终点间的连线,并对连线进行 $N+1$ 等分,得到 $N$ 个等分点,从 $N$ 个等分点中选择一个等分点;其中, $N$ 大于等于1;

[0069] 过选择的等分点做垂直于由起点和起点的行驶方向确定出的直线的垂线,并将得到的交点作为第一控制点;

[0070] 过选择的等分点做垂直于由终点和终点的行驶方向确定出的直线的垂线,并将得到的交点作为第二控制点。

[0071] 在一个具体的示例中,当 $N$ 等于1时,可以对连线进行二等分,从而得到唯一的、作为连线中心点的二等分点,过被选择的二等分点做垂直于由起点和起点的行驶方向确定出的直线的垂线,并将得到的交点作为第一控制点,过被选择的二等分点做垂直于由终点和终点的行驶方向确定出的直线的垂线,并将得到的交点作为第二控制点。

[0072] 为加深理解,本申请还结合一个具体应用场景,给出了一种具体的实现方案,请参

见如图5所示的切车场景示意图。

[0073] 如图5所示,目标车辆为A车,A车要超过的车为B车,使用实线框示意的A车和B车均为当前时间点下A车和B车的位置,可以看出,当前A车朝右方行驶在左侧的超车道,当前B车朝右方行驶在右侧的行车道,基于高速行车场景的行车规则,A车无法长时间行驶在超车道,因此为了超过B车继续在行车道上行驶,A车要通过切车(变道超车)来实现。

[0074] 使用虚线框示意的A车和B车位置均为当前时间点5秒之后的位置,可以看出,A车已经通过变道动作从超车道变道至行车道,并位于B车前方。

[0075] 在这5秒中,A车通过下述过程确定变道动作:

[0076] 将图5中实线框描绘的A车所处的位置确定为切入段的起点,将图5中虚线框描绘的A车所处的位置确定为切入段的终点;

[0077] 连接起点和终点,得到起点和终点之间的连线;

[0078] 对连线进行6等分,得到5个等分点;

[0079] 将5个等分点中处于连线中心的等分点确定为中心等分点;

[0080] 基于该中心等分点在靠近起点的一侧,将与中心等分点相邻的等分点选取为第一个等分点;

[0081] 基于该中心等分点在靠近终点的一侧,将与终点相邻的等分点第二个等分点;

[0082] 过第一个等分点做垂直于由起点和起点的行驶方向确定出的直线的垂线,并将得到的交点作为第一控制点;

[0083] 过第二个等分点做垂直于由终点和终点的行驶方向确定出的直线的垂线,并将得到的交点作为第二控制点;

[0084] 将第一控制点和第二控制点作为两个控制点代入三阶贝塞尔曲线,得到切入段曲线;

[0085] 在该切入段曲线上以对应实际行驶路径的10cm的间隔选取得到切入段轨迹点;

[0086] 将按切入段轨迹点所指示的切入轨迹下发给目标车辆,以使目标车辆按照切入轨迹执行相应的变道动作。

[0087] 应当理解的是,上述方案可应用在自动驾驶的多个领域,例如仿真测试领域,由于自动驾驶技术尚未完全成熟,保障自动驾驶车辆在复杂路况下的驾驶能力是对乘客人身安全的重要保障,因此在实际使用之前,往往要进行大量的仿真测试,仿真测试往往基于人工编写的场景,考虑到实际情况下各方面的制约,人工编辑出的切车轨迹的轨迹点偏少,否则需要耗费大量的人力物力,因此应用本方案可有效节省成本,可自动生成轨迹点较多的切车轨迹,在提升轨迹点数量的同时,也能够有效减少因轨迹点较少出现的不平滑、车辆发生碰撞的问题,也能够提升仿真测试时的场景的合理性;该方案经仿真测试后认为足够成熟,将可直接应用于自动驾驶车辆在实际行驶时对实时路况的处理,完成实际路况下的变道超车动作。

[0088] 进一步参考图6,作为对上述各图所示方法的实现,本申请提供了一种用于确定变道动作的装置的一个实施例,该装置实施例与图2所示的方法实施例相对应,该装置具体可以应用于各种电子设备中。

[0089] 如图5所示,本实施例的用于确定变道动作的装置600可以包括:切入段起/终点获取单元601、控制点计算单元602、切入段曲线生成单元603和切入段轨迹点选取及变道动作

执行单元604。其中,切入段起/终点获取单元601,被配置成获取目标车辆在切入段的起点和终点;其中,切入段为完整切车过程的变道部分;控制点计算单元602,被配置成根据起点和终点计算得到控制点;切入段曲线生成单元603,被配置成将控制点代入三阶贝塞尔曲线,得到切入段曲线;切入段轨迹点选取及变道动作执行单元604,被配置成从切入段曲线中选取切入段轨迹点,并控制目标车辆按切入段轨迹点所指示的切入轨迹执行相应的变道动作。

[0090] 在本实施例,用于确定变道动作的装置600中:切入段起/终点获取单元601、控制点计算单元602、切入段曲线生成单元603和切入段轨迹点选取及变道动作执行单元604的具体处理及其所带来的技术效果可分别参考图2对应实施例中的步骤201-204的相关说明,在此不再赘述。

[0091] 在本实施例的一些可选的实现方式中,控制点计算单元602可以包括:连线及等分子单元,被配置成连接起点和终点,得到起点和终点间的连线,并对连线进行 $N+1$ 等分,得到 $N$ 个等分点;其中, $N$ 大于等于2;等分点选取子单元,被配置成在 $N$ 个等分点中选取两个等分点;第一控制点选取子单元,被配置成过两个等分点中的第一个等分点做垂直于由起点和起点的行驶方向确定出的直线的垂线,并将得到的交点作为第一控制点;第二控制点选取子单元,被配置成过两个等分点中的第二个等分点做垂直于由终点和终点的行驶方向确定出的直线的垂线,并将得到的交点作为第二控制点;以及切入段曲线生成单元可以进一步被配置成:将第一控制点和第二控制点代入三阶贝塞尔曲线。

[0092] 在本实施例的一些可选的实现方式中,该等分点选取子单元可以包括:切车急缓系数选取模块,被配置成根据预先确定的切车急缓系数在 $N$ 个等分点中选取两个等分点。

[0093] 在本实施例的一些可选的实现方式中,当 $N$ 为大于2的偶数时,该切车急缓系数选取模块可以进一步被配置成:确定连线的中心点;在中心点的两侧,根据预先确定的切车急缓系数,从靠近起点的一侧选取出两个等分点中的第一个等分点、从靠近终点的一侧选取两个等分点中的第二个等分点。

[0094] 在本实施例的一些可选的实现方式中,第一个等分点距起点的距离与第二个等分点距终点的距离相同。

[0095] 在本实施例的一些可选的实现方式中,该用于确定变道动作的装置还可以包括:目标切车场景类型获取单元,被配置成获取目标车辆当前所在的目标切车场景类型;切车急缓系数确定单元,被配置成根据预设的对应表,将与目标切车场景类型对应的目标切车急缓系数作为预先确定的切车急缓系数;其中,对应表中记录有每种切车场景类型与每种切车急缓系数之间的对应关系。

[0096] 在本实施例的一些可选的实现方式中,完整切车过程包括:按照行车状态拆分的起始段、切入段和结束段;其中,起始段为目标车辆在执行变道动作前的直线行驶阶段,切入段为目标车辆在执行变道动作时的曲线行驶阶段,结束段为目标车辆执行完变道动作后的直线行驶阶段。

[0097] 在本实施例的一些可选的实现方式中,控制点计算单元602可以包括:唯一等分点选取子单元,被配置成连接起点和终点,得到起点和终点间的连线,并对连线进行 $N+1$ 等分,得到 $N$ 个等分点,从 $N$ 个等分点中选择一个等分点;其中, $N$ 大于等于1;第一控制点确定子单元,被配置成过选择的等分点做垂直于由起点和起点的行驶方向确定出的直线的垂线,

并将得到的交点作为第一控制点；第二控制点确定子单元，被配置成过选择的等分点做垂直于由终点和终点的行驶方向确定出的直线的垂线，并将得到的交点作为第二控制点。

[0098] 本实施例作为对应于上述方法实施例的装置实施例存在，本实施例提供的用于确定变道动作的装置通过切入段的起点和终点计算得到完整切车过程中变道部分的关键位置信息，并基于该关键位置信息计算得到可代入三阶贝塞尔曲线的控制点，利用了三阶贝塞尔曲线对点所指示的行驶路径的曲线化拟合能力，以便基于得到的切入段曲线选取到数量较多的、过渡平滑的切入段轨迹点，使得对应的变道动作可以更加平滑，增强了自动驾驶技术在切车场景下的安全性。

[0099] 根据本申请的实施例，本申请还提供了一种电子设备和一种计算机可读存储介质。

[0100] 如图7所示，是根据本申请实施例的用于确定变道动作的方法的电子设备的框图。电子设备旨在表示各种形式的数字计算机，诸如，膝上型计算机、台式计算机、工作台、个人数字助理、服务器、刀片式服务器、大型计算机、和其它适合的计算机。电子设备还可以表示各种形式的移动装置，诸如，个人数字处理、蜂窝电话、智能电话、可穿戴设备和其它类似的计算装置。本文所示的部件、它们的连接和关系、以及它们的功能仅仅作为示例，并且不意在限制本文中描述的和/或者要求的本申请的实现。

[0101] 如图7所示，该电子设备包括：一个或多个处理器701、存储器702，以及用于连接各部件的接口，包括高速接口和低速接口。各个部件利用不同的总线互相连接，并且可以被安装在公共主板上或者根据需要以其它方式安装。处理器可以对在电子设备内执行的指令进行处理，包括存储在存储器中或者存储器上以在外部输入/输出装置（诸如，耦合至接口的显示设备）上显示GUI的图形信息的指令。在其它实施方式中，若需要，可以将多个处理器和/或多条总线与多个存储器和多个存储器一起使用。同样，可以连接多个电子设备，各个设备提供部分必要的操作（例如，作为服务器阵列、一组刀片式服务器、或者多处理器系统）。图7中以一个处理器701为例。

[0102] 存储器702即为本申请所提供的非瞬时计算机可读存储介质。其中，存储器存储有可由至少一个处理器执行的指令，以使至少一个处理器执行本申请所提供的用于确定变道动作的方法。本申请的非瞬时计算机可读存储介质存储计算机指令，该计算机指令用于使计算机执行本申请所提供的用于确定变道动作的方法。

[0103] 存储器702作为一种非瞬时计算机可读存储介质，可用于存储非瞬时软件程序、非瞬时计算机可执行程序以及模块，如本申请实施例中的用于确定变道动作的方法对应的程序指令/模块（例如，附图6所示的切入段起/终点获取单元601、控制点计算单元602、切入段曲线生成单元603和切入段轨迹点选取及变道动作执行单元604）。处理器701通过运行存储在存储器702中的非瞬时软件程序、指令以及模块，从而执行服务器的各种功能应用以及数据处理，即实现上述方法实施例中的用于确定变道动作的方法。

[0104] 存储器702可以包括存储程序区和存储数据区，其中，存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需要的应用程序；存储数据区可存储用于确定变道动作的电子设备在使用时所创建的各类数据等。此外，存储器702可以包括高速随机存取存储器，还可以包括非瞬时存储器，例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非瞬时固态存储器件。在一些实施例中，存储器702可选包括相对于处理器701远程设置的存储器，这些远程存储器可

以通过网络连接至用于确定变道动作的电子设备。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

[0105] 用于确定变道动作的电子设备还可以包括：输入装置703和输出装置704。处理器701、存储器702、输入装置703和输出装置704可以通过总线或者其他方式连接，图7中以通过总线连接为例。

[0106] 输入装置703可接收输入的数字或字符信息，以及产生用于确定变道动作的电子设备的用户设置以及功能控制有关的键信号输入，例如触摸屏、小键盘、鼠标、轨迹板、触摸板、指示杆、一个或者多个鼠标按钮、轨迹球、操纵杆等输入装置。输出装置704可以包括显示设备、辅助照明装置（例如，LED）和触觉反馈装置（例如，振动电机）等。该显示设备可以包括但不限于，液晶显示器（LCD）、发光二极管（LED）显示器和等离子体显示器。在一些实施方式中，显示设备可以是触摸屏。

[0107] 此处描述的系统和技术各种实施方式可以在数字电子电路系统、集成电路系统、专用ASIC（专用集成电路）、计算机硬件、固件、软件、和/或它们的组合中实现。这些各种实施方式可以包括：实施在一个或者多个计算机程序中，该一个或者多个计算机程序可在包括至少一个可编程处理器的可编程系统上执行和/或解释，该可编程处理器可以是专用或者通用可编程处理器，可以从存储系统、至少一个输入装置、和至少一个输出装置接收数据和指令，并且将数据和指令传输至该存储系统、该至少一个输入装置、和该至少一个输出装置。

[0108] 这些计算程序（也称作程序、软件、软件应用、或者代码）包括可编程处理器的机器指令，并且可以利用高级过程和/或面向对象的编程语言、和/或汇编/机器语言来实施这些计算程序。如本文使用的，术语“机器可读介质”和“计算机可读介质”指的是用于将机器指令和/或数据提供给可编程处理器的任何计算机程序产品、设备、和/或装置（例如，磁盘、光盘、存储器、可编程逻辑装置（PLD）），包括，接收作为机器可读信号的机器指令的机器可读介质。术语“机器可读信号”指的是用于将机器指令和/或数据提供给可编程处理器的任何信号。

[0109] 为了提供与用户的交互，可以在计算机上实施此处描述的系统和技术，该计算机具有：用于向用户显示信息的显示装置（例如，CRT（阴极射线管）或者LCD（液晶显示器）监视器）；以及键盘和指向装置（例如，鼠标或者轨迹球），用户可以通过该键盘和该指向装置来将输入提供给计算机。其它种类的装置还可以用于提供与用户的交互；例如，提供给用户的反馈可以是任何形式的传感反馈（例如，视觉反馈、听觉反馈、或者触觉反馈）；并且可以用任何形式（包括声输入、语音输入或者、触觉输入）来接收来自用户的输入。

[0110] 可以将此处描述的系统和技术实施在包括后台部件的计算系统（例如，作为数据服务器）、或者包括中间件部件的计算系统（例如，应用服务器）、或者包括前端部件的计算系统（例如，具有图形用户界面或者网络浏览器的用户计算机，用户可以通过该图形用户界面或者该网络浏览器来与此处描述的系统和技术实施方式交互）、或者包括这种后台部件、中间件部件、或者前端部件的任何组合的计算系统中。可以通过任何形式或者介质的数字数据通信（例如，通信网络）来将系统的部件相互连接。通信网络的示例包括：局域网（LAN）、广域网（WAN）和互联网。

[0111] 计算机系统可以包括客户端和服务端。客户端和服务端一般远离彼此并且通常通

过通信网络进行交互。通过在相应的计算机上运行并且彼此具有客户端-服务器关系的计算机程序来产生客户端和服务器的关系。

[0112] 根据本申请实施例的技术方案,通过切入段的起点和终点计算得到完整切车过程中变道部分的关键位置信息,并基于该关键位置信息计算得到可代入三阶贝塞尔曲线的控制点,利用了三阶贝塞尔曲线对点所指示的行驶路径的曲线化拟合能力,以便基于得到的切入段曲线选取到数量较多的、过渡平滑的切入段轨迹点,使得对应的变道动作可以更加平滑,增强了自动驾驶技术在切车场景下的安全性。

[0113] 应该理解,可以使用上面所示的各种形式的流程,重新排序、增加或删除步骤。例如,本发申请中记载的各步骤可以并行地执行也可以顺序地执行也可以不同的次序执行,只要能够实现本申请公开的技术方案所期望的结果,本文在此不进行限制。

[0114] 上述具体实施方式,并不构成对本申请保护范围的限制。本领域技术人员应该明白的是,根据设计要求和因素,可以进行各种修改、组合、子组合和替代。任何在本申请的精神和原则之内所作的修改、等同替换和改进等,均应包含在本申请保护范围之内。



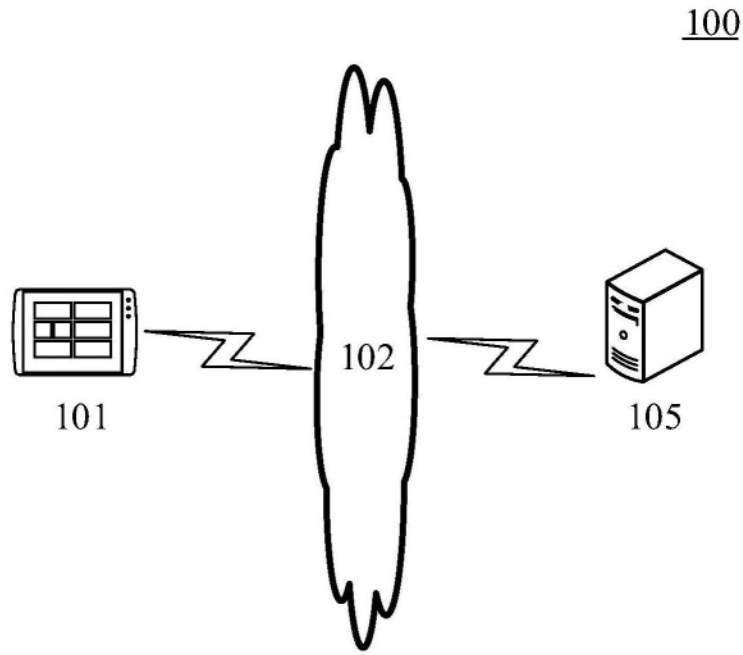


图1

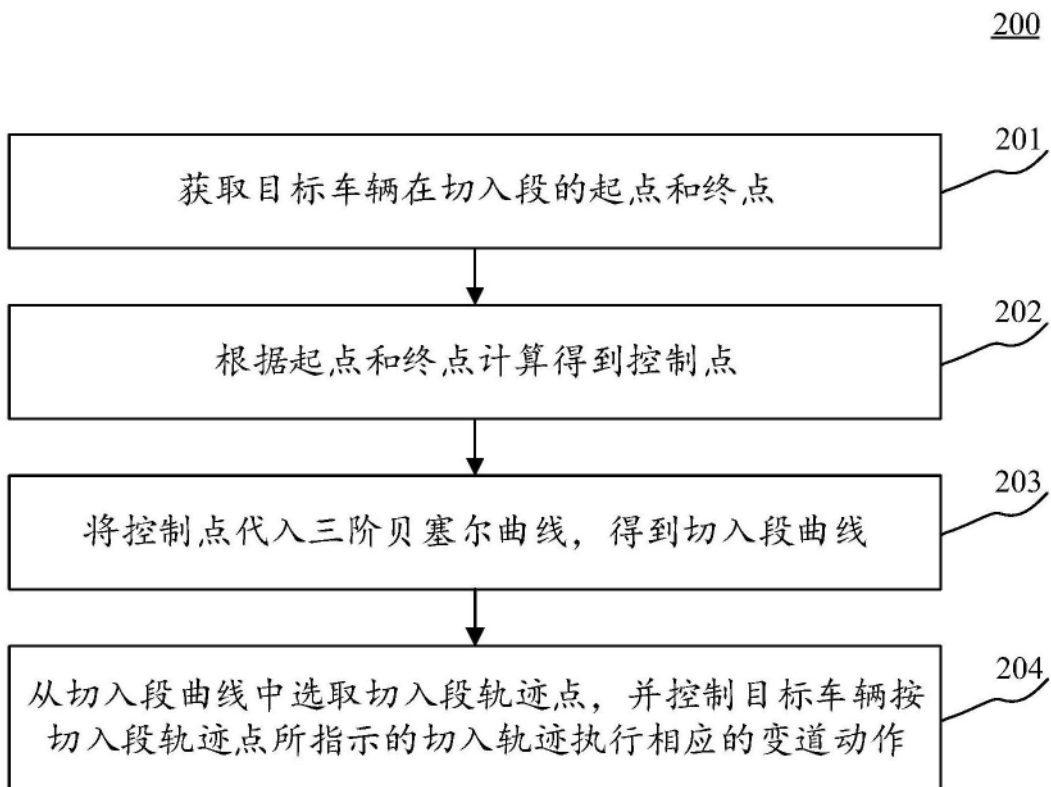


图2

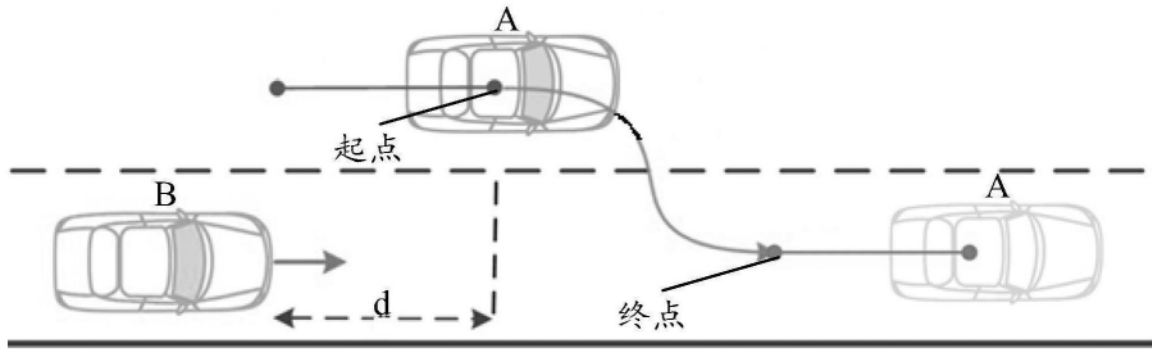


图3

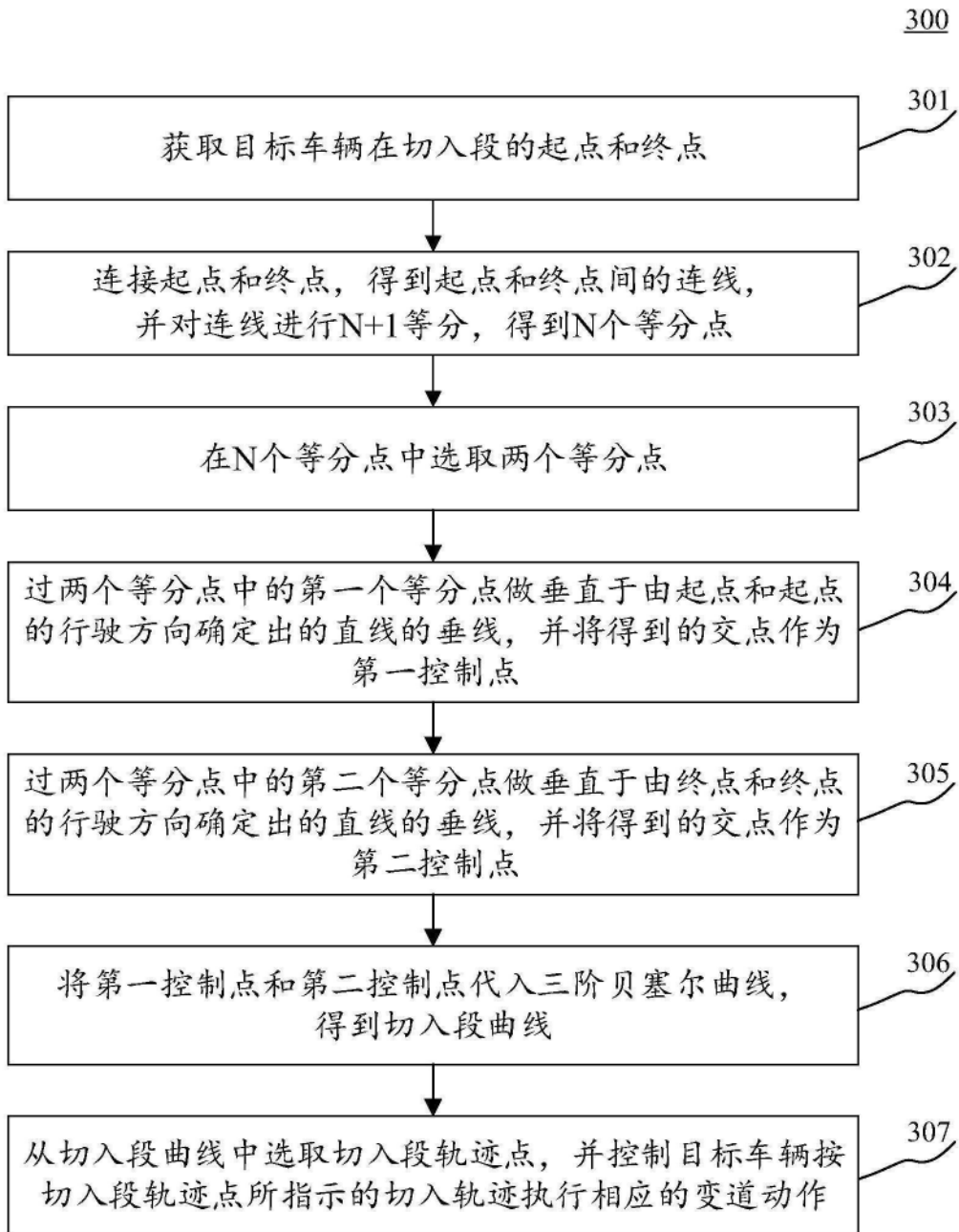


图4

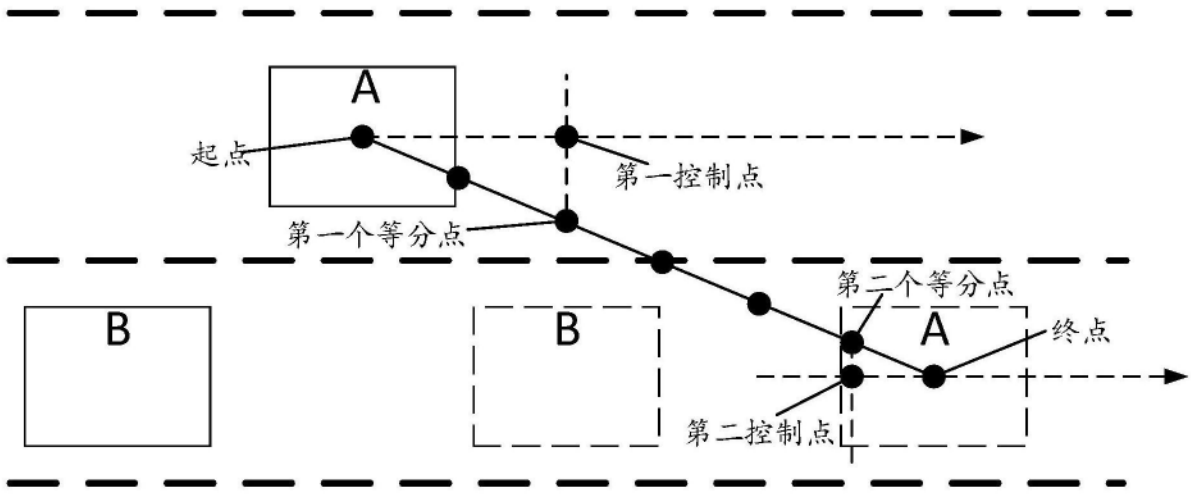


图5

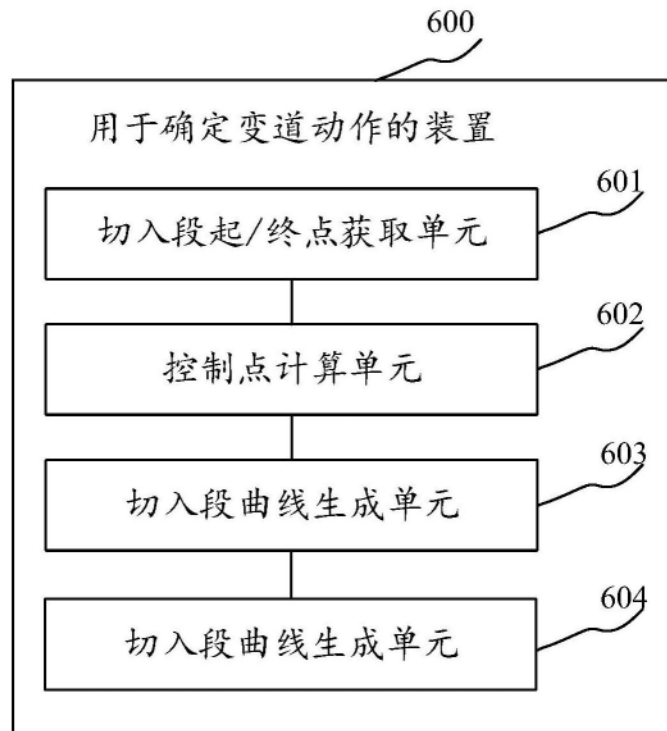


图6

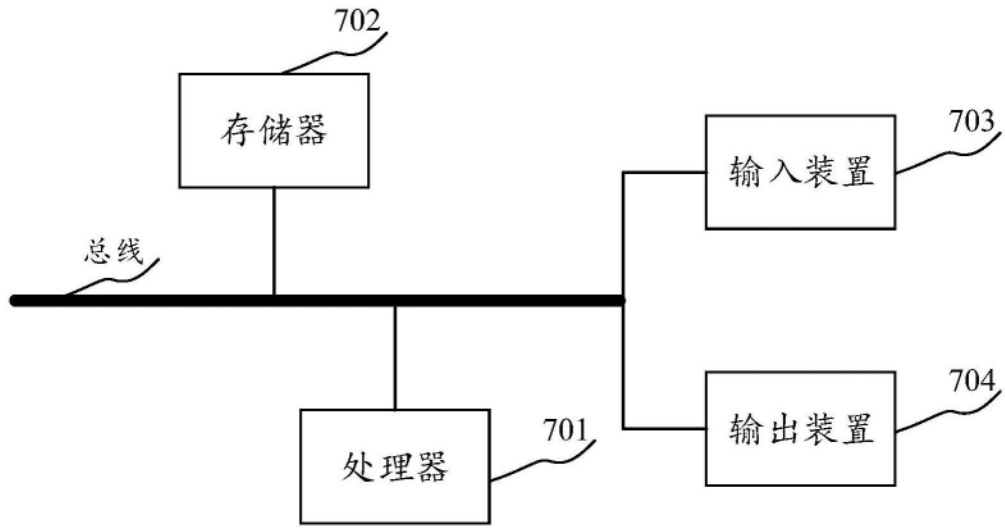


图7