



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107618502 A

(43)申请公布日 2018.01.23

(21)申请号 201710720463.9

(22)申请日 2017.08.21

(71)申请人 上海蔚来汽车有限公司

地址 201804 上海市嘉定区安亭镇安拓路  
56弄20幢

(72)发明人 丁晨曦 章健勇 付晶玮

(74)专利代理机构 北京瀚仁知识产权代理事务  
所(普通合伙) 11482

代理人 郭文浩 吴晓芬

(51)Int.Cl.

B60W 30/06(2006.01)

B60W 40/105(2012.01)

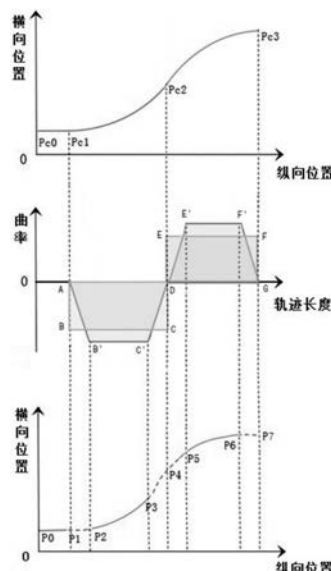
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

## (54)发明名称

泊车轨迹确定方法、泊车控制方法以及相关设备

## (57)摘要

本发明涉及汽车自动驾驶领域,具体涉及一种泊车轨迹确定方法、泊车控制方法以及相关设备。目的是为了设计一种连续曲率变化的轨迹计算方法,使自动泊车更符合驾驶员驾驶习惯。本发明的泊车轨迹确定方法,首先按照传统方法计算出一条由直线段和圆弧连接的初始泊车轨迹;然后为了避免轨迹上圆弧两端曲率的跳变,造成后续泊车控制不符合驾驶习惯的问题,将其中的圆弧,变换为由回旋线和圆弧连接的曲线;最终生成的泊车轨迹,曲率是连续变化的,轨迹上的任意一点,与其他车辆或物体之间均保持预设的安全距离。本发明不但实现了汽车在狭窄泊车空间下的全自动泊车,而且通过回旋线的过渡,使方向盘转角能够连续变化,更符合正常驾驶习惯。



1. 一种泊车轨迹确定方法,其特征在于,包括:

步骤A1,确定泊车起始点与目标点之间的初始泊车轨迹,该初始泊车轨迹由依次连接的多个区段构成;其中,所述多个区段中任意两个相邻区段的连接处为区段连接点;

步骤A2,获取各区段连接点的坐标,将泊车起始点、目标点以及各区段连接点作为关键点,在两个相邻关键点间区段为圆弧的情况下,重新确定该两个相邻关键点之间的轨迹使其由圆弧与回旋线连接而成;

步骤A3,由步骤A1中确定的初始泊车轨迹与步骤A2中重新确定的轨迹,构建最终泊车轨迹。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤A2中所述重新确定该两个相邻关键点之间的轨迹,包括:

步骤A21,获取所述初始泊车轨迹中该两个相邻关键点之间圆弧的长度以及曲率;

步骤A22,基于步骤A21所获取的圆弧的长度和曲率,计算该两个相邻关键点之间车身偏航角变化值;

步骤A23,在保持所述车身偏航角变化值不变的基础上,计算该两个相邻关键点之间由圆弧和回旋线连接成的曲线轨迹;所述由圆弧和回旋线连接成的曲线轨迹,为两条回旋线之间连接一条圆弧,共同构成连接该两个相邻关键点的曲线轨迹。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,步骤A22中,所述车身偏航角变化值的计算方法为:

$$\alpha = L * K_{cir}$$

其中, $\alpha$ 为车身偏航角变化值, $L$ 为对应圆弧的弧长, $K_{cir}$ 为对应圆弧的曲率。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,步骤A23包括:

步骤A231,以轨迹长度为横坐标,以曲率为纵坐标,构建平面直角坐标系;在所述平面直角坐标系中,将所述车身偏航角变化值 $\alpha$ 用矩形面积进行表示,所述矩形的长为 $L$ ,宽为 $K_{cir}$ ;

步骤A232,根据各关键点上预设的方向盘转角速度计算出与各关键点相连的回旋线的曲率变化率:

$$\varphi = \frac{\omega}{Ratio * D}$$

其中, $\varphi$ 为对应回旋线的曲率变化率, $\omega$ 为该关键点上预设的方向盘转角速度, $Ratio$ 为当前车辆方向盘转角与车轮转角的比值,固定值, $D$ 为当前车辆的轴距,固定值;

步骤A233,将所述矩形转换为面积相等的梯形;所述梯形的下底为所述矩形位于横轴上的一条边,所述梯形两条腰的斜率根据当前车辆的速度和方向盘转角速度求得:

$$K_{tra} = \frac{1}{Ratio * D} * \frac{\omega}{v}$$

其中, $K_{tra}$ 为梯形腰的斜率, $v$ 为当前车辆在对应关键点上的速度,预设值;

依据所述梯形的下底长度及两个端点坐标、两条腰的斜率、面积,计算出所述梯形的高度、上底长度及两个端点坐标;

步骤A234,根据所述梯形两条腰的端点,分别得出两条对应回旋线的起始点和结束点;根据步骤A232计算得到的曲率变化率,分别计算出两条回旋线上各点的曲率,以及两条回

旋线之间圆弧的曲率;得到所述由圆弧和回旋线连接成的曲线轨迹。

5. 根据权利要求1-4中任一项所述的方法,其特征在于,所述最终泊车轨迹,为无碰撞的泊车轨迹,轨迹上的任意一点,与其他车辆或物体之间均保持预设的安全距离。

6. 一种泊车控制方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤B1,检测当前车辆的行驶速度;

步骤B2,判断所述当前车辆的行驶速度是否低于预设的阈值,若是则转至步骤B3;

步骤B3,检测周围障碍物和车位库位线;

步骤B4,依据步骤B3的检测结果判断是否存在可用车位,若存在,则转至步骤B5;

步骤B5,根据权利要求1-5中任一项所述的泊车轨迹确定方法进行最终泊车轨迹的构建;

步骤B6,判断步骤B5所构建的泊车轨迹是否为无碰撞的泊车轨迹,若是,则转至步骤B7;

步骤B7,激活全自动泊车系统;

步骤B8,判断所述全自动泊车系统是否被激活,若被激活,则转至步骤B9;

步骤B9,控制当前车辆沿着所述最终泊车轨迹行驶。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,车辆沿所述最终泊车轨迹行驶时,方向盘的转角按照如下公式计算:

$$\text{Angle} = \text{Ratio} * D * K$$

其中,Ratio为当前车辆方向盘转角与车轮转角的比值,D为当前车辆的轴距,K为车辆当前所在位置点对应的轨迹曲线的曲率。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,依据如下公式修正车辆沿所述最终泊车轨迹行驶时计算出的方向盘转角Angle,以保证用所述最终泊车轨迹代替所述初始泊车轨迹后,纵横向行驶的距离不变:

$$\text{Angle} = \text{Ratio} * D * K * \mu$$

其中, $\mu$ 为标定系数。

9. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,车辆沿所述最终泊车轨迹行驶时,通过轮速传感器进行车速采集,并进一步计算当前车辆在所述最终泊车轨迹上的位置。

10. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,采用超声波传感器和环视摄像头,检测周围障碍物和车位库位线。

## 泊车轨迹确定方法、泊车控制方法以及相关设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及汽车自动驾驶领域,具体涉及一种泊车轨迹确定方法、泊车控制方法以及相关设备。

### 背景技术

[0002] 现在大城市车辆保有量日益增多,驾驶员经常会遇到在狭小空间停车的情况,驾驶员的停车技术决定了停车的顺利程度,因此对于新手驾驶员或者其他停车技术不熟练的驾驶员,狭小空间停车给驾驶员带来了极大困扰。自动泊车技术可以自动/半自动控制车辆来模拟熟练驾驶员的停车入位轨迹,将汽车停放至较小的空间内,由于采用传感器与自动/半自动控制技术的结合,汽车可以通过自动泊车停放至比常规停车位还要小的停车空间内,这不仅方便了车主的停车,同时也间接增大了停车场的汽车存放量。

[0003] 目前量产的泊车系统,大部分是基于传统的燃油汽车平台,受限与机械档位的特性,只能完成半自动泊车功能:由泊车系统自动控制方向盘转角,驾驶员控制加速踏板和制动踏板。

[0004] 现有的泊车系统,也有基于电动汽车的,但是通常使用超声波传感器进行环境感知,探测距离短,对驾驶员制动反应时间要求很高,且对泊车环境限制很多,如必须要求车位有前后车、要求本车离车位距离很近,在超声波探测范围内;泊车轨迹通常为直线和固定的圆弧连接而成,其中,相邻的直线段和圆弧、圆弧和圆弧之间是相切的关系,如图1所示的通过传统计算方法得到的泊车轨迹,其包括几个关键位置点Pc0、Pc1、Pc2和Pc3。由Pc0到Pc1为一小段直线,Pc1到Pc2为圆弧,Pc2到Pc3也是圆弧。按照现有的泊车系统,车辆在点Pc1和Pc2(尤其是在点Pc2)上转向时需要处于低车速或静止状态下,当控制方向盘转到目标角度时,再沿着轨迹运动,这不符合正常的驾驶习惯,且对转向系统性能(如方向盘转角速度)要求很高。

[0005] 上述限制导致目前的泊车系统驾驶体验差,使用率低。虽然使用回旋线来改进泊车轨迹的想法已经被提出,但由于回旋线的复杂特性,很难真正被应用。

### 发明内容

[0006] 为了解决现有技术中的上述问题,本发明提出了一种泊车轨迹确定方法、泊车控制方法以及相关设备,实现了汽车在狭窄泊车空间下的全自动泊车,而且能够在车辆行驶状态下控制方向盘转角,符合正常驾驶习惯。

[0007] 本发明的一方面,提出一种泊车轨迹确定方法,包括以下步骤:

[0008] 步骤A1,确定泊车起始点与目标点之间的初始泊车轨迹,该初始泊车轨迹由依次连接的多个区段构成;其中,所述多个区段中任意两个相邻区段的连接处为区段连接点;

[0009] 步骤A2,获取各区段连接点的坐标,将泊车起始点、目标点以及各区段连接点作为关键点,在两个相邻关键点间区段为圆弧的情况下,重新确定该两个相邻关键点之间的轨迹使其由圆弧与回旋线连接而成;

[0010] 步骤A3,由步骤A1中确定的初始泊车轨迹与步骤A2中重新确定的轨迹,构建最终泊车轨迹。

[0011] 优选地,步骤A2中所述重新确定该两个相邻关键点之间的轨迹,包括:

[0012] 步骤A21,获取所述初始泊车轨迹中该两个相邻关键点之间圆弧的长度以及曲率;

[0013] 步骤A22,基于步骤A21所获取的圆弧的长度和曲率,计算该两个相邻关键点之间车身偏航角变化值;

[0014] 步骤A23,在保持所述车身偏航角变化值不变的基础上,计算该两个相邻关键点之间由圆弧和回旋线连接成的曲线轨迹;所述由圆弧和回旋线连接成的曲线轨迹,为两条回旋线之间连接一条圆弧,共同构成连接该两个相邻关键点的曲线轨迹。

[0015] 优选地,步骤A22中,所述车身偏航角变化值的计算方法为:

$$\alpha = L * K_{cir}$$

[0016] 其中, $\alpha$ 为车身偏航角变化值,L为对应圆弧的弧长, $K_{cir}$ 为对应圆弧的曲率。

[0017] 优选地,步骤A23包括:

[0018] 步骤A231,以轨迹长度为横坐标,以曲率为纵坐标,构建平面直角坐标系;在所述平面直角坐标系中,将所述车身偏航角变化值 $\alpha$ 用矩形面积进行表示,所述矩形的长为L,宽为 $K_{cir}$ ;

[0019] 步骤A232,根据各关键点上预设的方向盘转角速度计算出与各关键点相连的回旋线的曲率变化率:

$$\varphi = \frac{\omega}{Ratio * D}$$

[0020] 其中, $\varphi$ 为对应回旋线的曲率变化率, $\omega$ 为该关键点上预设的方向盘转角速度,Ratio为当前车辆方向盘转角与车轮转角的比值,固定值,D为当前车辆的轴距,固定值;

[0021] 步骤A233,将所述矩形转换为面积相等的梯形;所述梯形的下底为所述矩形位于横轴上的一条边,所述梯形两条腰的斜率根据当前车辆的速度和方向盘转角速度求得:

$$K_{tra} = \frac{1}{Ratio * D} * \frac{\omega}{v}$$

[0022] 其中, $K_{tra}$ 为梯形腰的斜率,v为当前车辆在对应关键点上的速度,预设值;

[0023] 依据所述梯形的下底长度及两个端点坐标、两条腰的斜率、面积,计算出所述梯形的高度、上底长度及两个端点坐标;

[0024] 步骤A234,根据所述梯形两条腰的端点,分别得出两条对应回旋线的起始点和结束点;根据步骤A232计算得到的曲率变化率,分别计算出两条回旋线上各点的曲率,以及两条回旋线之间圆弧的曲率;得到所述由圆弧和回旋线连接成的曲线轨迹。

[0025] 优选地,所述最终泊车轨迹,为无碰撞的泊车轨迹,轨迹上的任意一点,与其他车辆或物体之间均保持预设的安全距离。

[0026] 本发明的另一方面,提出一种泊车控制方法,包括以下步骤:

[0027] 步骤B1,检测当前车辆的行驶速度;

[0028] 步骤B2,判断所述当前车辆的行驶速度是否低于预设的阈值,若是则转至步骤B3;

[0029] 步骤B3,检测周围障碍物和车位库位线;

[0030] 步骤B4,依据步骤B3的检测结果判断是否存在可用车位,若存在,则转至步骤B5;

- [0031] 步骤B5,根据上面所述的泊车轨迹确定方法进行最终泊车轨迹的构建;
- [0032] 步骤B6,判断步骤B5所构建的泊车轨迹是否为无碰撞的泊车轨迹,若是,则转至步骤B7;
- [0033] 步骤B7,激活全自动泊车系统;
- [0034] 步骤B8,判断所述全自动泊车系统是否被激活,若被激活,则转至步骤B9;
- [0035] 步骤B9,控制当前车辆沿着所述最终泊车轨迹行驶。
- [0036] 优选地,车辆沿所述最终泊车轨迹行驶时,方向盘的转角按照如下公式计算:

$$\text{Angle}=\text{Ratio}*\text{D}*K$$

[0037] 其中,Ratio为当前车辆方向盘转角与车轮转角的比值,D为当前车辆的轴距,K为车辆当前所在位置点对应的轨迹曲线的曲率。

[0038] 优选地,依据如下公式修正车辆沿所述最终泊车轨迹行驶时计算出的方向盘转角Angle,以保证用所述最终泊车轨迹代替所述初始泊车轨迹后,纵横向行驶的距离不变:

$$\text{Angle}=\text{Ratio}*\text{D}*K*\mu$$

- [0039] 其中, $\mu$ 为标定系数。
- [0040] 优选地,车辆沿所述最终泊车轨迹行驶时,通过轮速传感器进行车速采集,并进一步计算当前车辆在所述最终泊车轨迹上的位置。
- [0041] 优选地,采用超声波传感器和环视摄像头,检测周围障碍物和车位库位线。
- [0042] 本发明的第三方面,提出一种泊车控制方法,根据上面所述的泊车轨迹确定方法进行最终泊车轨迹的计算,并依据所述最终泊车轨迹进行泊车控制。
- [0043] 本发明的第四方面,提出一种存储设备,其存储有程序,所述程序适于由处理器加载并执行,以实现上面所述的泊车轨迹确定方法。
- [0044] 本发明的第五方面,提出一种处理设备,包括处理器和存储设备;
- [0045] 其中:
- [0046] 所述处理器,适于执行程序;
- [0047] 所述存储设备,适于存储该程序;
- [0048] 所述程序适于由处理器加载并执行,以实现上面所述的泊车轨迹确定方法。
- [0049] 本发明的有益效果:

[0050] 本发明提出的泊车轨迹确定方法,将传统的由直线段和圆弧连接的泊车轨迹,变换为由直线段、回旋线和圆弧连接的泊车轨迹。本发明得到的轨迹曲线,不但更有利于汽车在狭窄泊车空间下的全自动泊车,而且由于轨迹的曲率是连续变化的,在泊车控制中,能够在车辆缓慢行驶状态下控制方向盘转角,相比传统方法计算出的相邻区段在连接点上曲率会发生跳变的泊车轨迹,更符合驾驶员的驾驶习惯。同时,本发明针对回旋线的计算方法更为简洁、实用。

- [0051] 方案1、一种泊车轨迹确定方法,其特征在于,包括:
- [0052] 步骤A1,确定泊车起始点与目标点之间的初始泊车轨迹,该初始泊车轨迹由依次连接的多个区段构成;其中,所述多个区段中任意两个相邻区段的连接处为区段连接点;
- [0053] 步骤A2,获取各区段连接点的坐标,将泊车起始点、目标点以及各区段连接点作为关键点,在两个相邻关键点间区段为圆弧的情况下,重新确定该两个相邻关键点之间的轨迹使其由圆弧与回旋线连接而成;

[0054] 步骤A3,由步骤A1中确定的初始泊车轨迹与步骤A2中重新确定的轨迹,构建最终泊车轨迹。

[0055] 方案2、根据方案1所述的方法,其特征在于,步骤A2中所述重新确定该两个相邻关键点之间的轨迹,包括:

[0056] 步骤A21,获取所述初始泊车轨迹中该两个相邻关键点之间圆弧的长度以及曲率;

[0057] 步骤A22,基于步骤A21所获取的圆弧的长度和曲率,计算该两个相邻关键点之间车身偏航角变化值;

[0058] 步骤A23,在保持所述车身偏航角变化值不变的基础上,计算该两个相邻关键点之间由圆弧和回旋线连接成的曲线轨迹;所述由圆弧和回旋线连接成的曲线轨迹,为两条回旋线之间连接一条圆弧,共同构成连接该两个相邻关键点的曲线轨迹。

[0059] 方案3、根据方案2所述的方法,其特征在于,步骤A22中,所述车身偏航角变化值的计算方法为:

$$\alpha = L * K_{cir}$$

[0060] 其中, $\alpha$ 为车身偏航角变化值, $L$ 为对应圆弧的弧长, $K_{cir}$ 为对应圆弧的曲率。

[0061] 方案4、根据方案3所述的方法,其特征在于,步骤A23包括:

[0062] 步骤A231,以轨迹长度为横坐标,以曲率为纵坐标,构建平面直角坐标系;在所述平面直角坐标系中,将所述车身偏航角变化值 $\alpha$ 用矩形面积进行表示,所述矩形的长为 $L$ ,宽为 $K_{cir}$ ;

[0063] 步骤A232,根据各关键点上预设的方向盘转角速度计算出与各关键点相连的回旋线的曲率变化率:

$$\varphi = \frac{\omega}{Ratio * D}$$

[0064] 其中, $\varphi$ 为对应回旋线的曲率变化率, $\omega$ 为该关键点上预设的方向盘转角速度, $Ratio$ 为当前车辆方向盘转角与车轮转角的比值,固定值, $D$ 为当前车辆的轴距,固定值;

[0065] 步骤A233,将所述矩形转换为面积相等的梯形;所述梯形的下底为所述矩形位于横轴上的一条边,所述梯形两条腰的斜率根据当前车辆的速度和方向盘转角速度求得:

$$K_{tra} = \frac{1}{Ratio * D} * \frac{\omega}{v}$$

[0066] 其中, $K_{tra}$ 为梯形腰的斜率, $v$ 为当前车辆在对应该关键点上的速度,预设值;

[0067] 依据所述梯形的下底长度及两个端点坐标、两条腰的斜率、面积,计算出所述梯形的高度、上底长度及两个端点坐标;

[0068] 步骤A234,根据所述梯形两条腰的端点,分别得出两条对应回旋线的起始点和结束点;根据步骤A232计算得到的曲率变化率,分别计算出两条回旋线上各点的曲率,以及两条回旋线之间圆弧的曲率;得到所述由圆弧和回旋线连接成的曲线轨迹。

[0069] 方案5、根据方案1-4中任一项所述的方法,其特征在于,所述最终泊车轨迹,为无碰撞的泊车轨迹,轨迹上的任意一点,与其他车辆或物体之间均保持预设的安全距离。

[0070] 方案6、一种泊车控制方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0071] 步骤B1,检测当前车辆的行驶速度;

[0072] 步骤B2,判断所述当前车辆的行驶速度是否低于预设的阈值,若是则转至步骤B3;

- [0073] 步骤B3,检测周围障碍物和车位库位线;
- [0074] 步骤B4,依据步骤B3的检测结果判断是否存在可用车位,若存在,则转至步骤B5;
- [0075] 步骤B5,根据方案1-5中任一项所述的泊车轨迹确定方法进行最终泊车轨迹的构建;
- [0076] 步骤B6,判断步骤B5所构建的泊车轨迹是否为无碰撞的泊车轨迹,若是,则转至步骤B7;
- [0077] 步骤B7,激活全自动泊车系统;
- [0078] 步骤B8,判断所述全自动泊车系统是否被激活,若被激活,则转至步骤B9;
- [0079] 步骤B9,控制当前车辆沿着所述最终泊车轨迹行驶。
- [0080] 方案7、根据方案6所述的方法,其特征在于,车辆沿所述最终泊车轨迹行驶时,方向盘的转角按照如下公式计算:

$$\text{Angle}=\text{Ratio}*\text{D}*K$$

[0081] 其中,Ratio为当前车辆方向盘转角与车轮转角的比值,D为当前车辆的轴距,K为车辆当前所在位置点对应的轨迹曲线的曲率。

[0082] 方案8、根据方案7所述的方法,其特征在于,依据如下公式修正车辆沿所述最终泊车轨迹行驶时计算出的方向盘转角Angle,以保证用所述最终泊车轨迹代替所述初始泊车轨迹后,纵横向行驶的距离不变:

$$\text{Angle}=\text{Ratio}*\text{D}*K*\mu$$

[0083] 其中, $\mu$ 为标定系数。

[0084] 方案9、根据方案7所述的方法,其特征在于,车辆沿所述最终泊车轨迹行驶时,通过轮速传感器进行车速采集,并进一步计算当前车辆在所述最终泊车轨迹上的位置。

[0085] 方案10、根据方案7所述的方法,其特征在于,采用超声波传感器和环视摄像头,检测周围障碍物和车位库位线。

[0086] 方案11、一种泊车控制方法,其特征在于,根据方案1-5中任一项所述的泊车轨迹确定方法进行最终泊车轨迹的构建,并依据所述最终泊车轨迹进行泊车控制。

[0087] 方案12、一种存储设备,其存储有程序,其特征在于,所述程序适于由处理器加载并执行,以实现方案1-5中任一项所述的泊车轨迹确定方法。

[0088] 方案13、一种处理设备,包括

[0089] 处理器,适于执行程序;以及

[0090] 存储设备,适于存储该程序;

[0091] 其特征在于,所述程序适于由处理器加载并执行以实现:

[0092] 方案1-5中任一项所述的泊车轨迹确定方法。

## 附图说明

[0093] 图1为通过传统计算方法得到的泊车轨迹;

[0094] 图2为本发明实施例的泊车轨迹确定方法的流程示意图;

[0095] 图3为本发明实施例的由初始泊车轨迹变换为最终泊车轨迹的过程示意图;

[0096] 图4为本发明实施例的一种泊车控制方法的流程示意图。



## 具体实施方式

[0097] 下面参照附图来描述本发明的优选实施方式。本领域技术人员应当理解的是,这些实施方式仅用于解释本发明的技术原理,并非旨在限制本发明的保护范围。

[0098] 本发明考虑正常驾驶行为,使用了连续曲率的轨迹规划算法,即直线段、回旋线和圆弧结合的轨迹,通过回旋线的过渡,使方向盘转角能够连续变化。

[0099] 本发明通过轨迹的物理特性,在圆弧相切算法的基础上提出了一种简洁的可应用的回旋线轨迹规划算法。首先按照传统方法计算出一条由直线段和圆弧连接的初始泊车轨迹,其中,相邻的直线段和圆弧、圆弧和圆弧之间是相切的关系;然后为了避免轨迹上圆弧两端曲率的跳变,造成后续泊车控制不符合驾驶习惯的问题,将其中的圆弧,变换为回旋线和圆弧连接而成的曲线;最终生成的泊车轨迹,其曲率是连续变化的,该泊车轨迹上的任意一点,与其他车辆或物体之间均保持预设的安全距离,从而避免了在自动泊车过程中发生碰撞。本发明结合电动汽车的电子档位优势,通过控制电机的正负扭矩,使车辆完成全自动泊车,驾驶员启动泊车系统后,不需要任何操作。

[0100] 图2是本发明实施例的泊车轨迹确定方法的流程图。如图2所示,根据该泊车轨迹确定方法:

[0101] 在步骤A1,确定泊车起始点与目标点之间的初始泊车轨迹,该初始泊车轨迹由依次连接的多个区段构成;其中,所述多个区段中任意两个相邻区段的连接处为区段连接点。在该步骤,可按照常规的方式,通过圆弧相切算法来确定泊车起始点与目标点之间的初始泊车轨迹。图3是按照本发明示例的、由初始泊车轨迹变换为最终泊车轨迹的过程示意图,从上到下三个示意图分别为初始泊车轨迹曲线示意图、曲率变换示意图、最终泊车轨迹示意图。如图3上部的初始泊车轨迹曲线所示,该初始泊车轨迹由直线段和圆弧连接而成,该初始泊车轨迹的起始点为Pc0、目标点为Pc3,从点Pc0到点Pc1为直线段,从点Pc1到点Pc2、从点Pc2到点Pc3分别为圆弧。

[0102] 在步骤A2,获取各区段连接点的坐标,并将泊车起始点、目标点以及各区段连接点作为关键点,在任意两个相邻关键点间之间的区段为圆弧的情况下,重新确定该两个相邻关键点之间的轨迹使其由圆弧与回旋线连接而成。如图3上部的初始泊车轨迹示意图中,轨迹曲线上的点Pc1和Pc2之间、点Pc2和Pc3之间的圆弧需要进行轨迹的重新确定。

[0103] 在步骤A3,由步骤A1中确定的初始泊车轨迹与步骤A2中重新确定的轨迹,构建最终泊车轨迹。

[0104] 按照本发明的示例,在步骤A2中重新确定两个相邻关键点之间的轨迹使其由圆弧和回旋线连接而成,例如图3上部初始泊车轨迹示意图中点Pc1和Pc2之间的轨迹,可通过步骤A21-步骤A23的方法重新确定:

[0105] 在步骤A21,获取所述初始泊车轨迹中点Pc1和Pc2之间圆弧的长度以及曲率。

[0106] 在步骤A22,基于步骤A21所获取的圆弧的长度和曲率,计算Pc1和Pc2之间车身偏航角变化值。例如,可通过公式(1)来计算车身偏航角变化值:

$$\alpha = L * K_{cir} \quad (1)$$

[0107] 其中, $\alpha$ 为车身偏航角变化值, $L$ 为对应圆弧的弧长, $K_{cir}$ 为对应圆弧的曲率。

[0108] 在步骤A23,在保持所述车身偏航角变化值不变的基础上,计算点Pc1和Pc2之间由

圆弧和回旋线连接成的曲线轨迹；所述由圆弧和回旋线连接成的曲线轨迹，为两条回旋线之间连接一条圆弧，共同构成连接该两个相邻关键点的曲线轨迹。如图3下部的最终泊车轨迹曲线示意图所示，点P1和P2之间、点P3和P4之间分别是一条回旋线，这两条回旋线之间（即点P2和P3之间）连接一条圆弧，共同构成连接该两个相邻关键点Pc1和Pc2的曲线轨迹。

[0109] 本实施例中，步骤A23又可以具体分为步骤A231-步骤A234：

[0110] 在步骤A231，以轨迹长度为横坐标，以曲率为纵坐标，构建平面直角坐标系；在所述平面直角坐标系中，将所述车身偏航角变化值 $\alpha$ 用矩形面积进行表示，所述矩形的长为L，宽为 $K_{cir}$ 。例如当汽车沿点图3上部的初始泊车轨迹由点Pc1行驶到点Pc2时，车身偏航角变化值的物理意义如图3中部的曲率变换示意图中所示的矩形ABCD的面积。

[0111] 在步骤A232，根据各关键点上预设的方向盘转角速度计算出与各关键点相连的回旋线的曲率变化率，其推导方法如公式(2)-(4)所示：

$$Angle = Ratio * D * K_{clo} \quad (2)$$

[0112] 其中，Angle为方向盘转角，Ratio为当前车辆方向盘转角与车轮转角的比值，固定值；D为当前车辆的轴距，固定值； $K_{clo}$ 为回旋线上的曲率。

[0113] 对公式(2)两边求微分，得到公式(3)：

$$\frac{dAngle}{dt} = Ratio * D * \frac{dK_{clo}}{dt} \quad (3)$$

[0114] 将其中的方向盘转角速度 $\frac{dAngle}{dt}$ 记为 $\omega$ ，回旋线的曲率变化率 $\frac{dK_{clo}}{dt}$ 记为 $\varphi$ ，得到公式(4)：

$$\varphi = \frac{\omega}{Ratio * D} \quad (4)$$

[0115] 其中， $\varphi$ 为对应回旋线的曲率变化率， $\omega$ 为该关键点上预设的方向盘转角速度。例如，点Pc1和Pc2上预设的方向盘转角速度分别为 $\omega_1$ 和 $\omega_2$ ，根据公式(4)可以算出点P1和P2之间的回旋线曲率变化率为 $\varphi_1$ ，点P3和P4之间的回旋线曲率变化率为 $\varphi_2$ 。

[0116] 在步骤A233，将所述矩形转换为面积相等的梯形；所述梯形的下底为所述矩形位于横轴上的一条边，所述梯形两条腰的斜率根据当前车辆的速度和方向盘转角速度求得。

[0117] 如图3中部的曲率变换示意图所示，将所述矩形ABCD转换为面积相等的梯形AB'C'D，其中，梯形AB'C'D的下底AD为矩形ABCD位于横轴上的一条边，梯形AB'C'D两条腰B'A和C'D的斜率根据当前车辆的速度v和方向盘转角速度 $\omega$ 求得。下面以腰B'A为例，说明其斜率的计算方法，具体如公式(5)-(7)所示：

[0118] 由图3中部的曲率变换示意图中的梯形AB'C'D可知，该梯形腰B'A的斜率 $K_{tra}$ 可以用曲率的变化值（记为 $\Delta K_{clo}$ ）除以轨迹长度的变化值（记为 $\Delta PathLength$ ）得到，如公式(5)所示：

$$\begin{aligned} K_{tra} &= \frac{\Delta K_{clo}}{\Delta PathLength} \\ &= \frac{dK_{clo}}{dt} / \frac{dPathLength}{dt} \end{aligned} \quad (5)$$

[0119] 因为  $\frac{dK_{clo}}{dt}$  等于回旋线的曲率变化率  $\varphi$ ，故将公式 (4) 代入公式 (5) 中，得到公式 (6)：

$$K_{tra} = \frac{\omega}{Ratio * D} / \frac{dPathLength}{dt} \quad (6)$$

[0120] 又因为  $\frac{dPathLength}{dt}$  为当前车辆的速度  $v$ ，所以得到腰  $B'A$  的斜率，如公式 (7) 所示：

$$K_{tra} = \frac{1}{Ratio * D} * \frac{\omega}{v} \quad (7)$$

[0121] 其中，当前车辆方向盘转角与车轮转角的比值  $Ratio$ 、当前车辆的轴距  $D$ ，均为固定值；方向盘转角变化率  $\omega$ 、车辆的速度  $v$ ，均为预设值。

[0122] 将所述矩形转换为面积相等的梯形时，依据梯形  $AB'C'D$  下底  $AD$  的长度及其两个端点  $A$ 、 $D$  的坐标、两条腰的斜率、面积，即可以计算出梯形  $AB'C'D$  的高度、上底  $B'C'$  的长度及两个端点  $B'$ 、 $C'$  的坐标。

[0123] 在步骤 A234，根据所述梯形两条腰  $B'A$  和  $C'D$  的端点，分别得出两条对应回旋线的起始点和结束点分别为：点  $P1$  和  $P2$ 、点  $P3$  和  $P4$ ；根据步骤 A232 计算得到的曲率变化率  $\varphi1$  和  $\varphi2$ ，分别计算出两条回旋线上各点的曲率、以及两条回旋线之间圆弧的曲率，最终得到位于点  $P1$  和  $P4$  之间，由一段圆弧和两段回旋线连接成的曲线轨迹。

[0124] 同理，当汽车沿图 3 上部的初始泊车轨迹示意图中的轨迹曲线由点  $Pc2$  行驶到点  $Pc3$  时，车身偏航角变化值的物理意义如图 3 中部的曲率变换示意图中所示的矩形  $DEFG$  的面积；将该矩形变换为面积相等的梯形  $DE'F'G$ ，得到两条对应回旋线的起始点和结束点分别为：点  $P4$  和  $P5$ 、点  $P6$  和  $P7$ ；采用与上面同样的计算方法，能够得到位于点  $P4$  和  $P7$  之间，由一段圆弧和两段回旋线连接成的曲线轨迹。

[0125] 至此，将  $P0$  到  $P1$  间的直线段、 $P1$  到  $P4$  间的曲线轨迹、 $P4$  到  $P7$  间的曲线轨迹组合到一起，构成了最终的泊车轨迹。其中， $P1$  到  $P4$  间的曲线轨迹、 $P4$  到  $P7$  间的曲线轨迹均由圆弧和回旋线连接而成。

[0126] 图 4 是本发明一个实施例中泊车控制方法的流程图。如图 4 所示，该泊车控制方法包括以下步骤：

[0127] 步骤 B1，检测当前车辆的行驶速度；

[0128] 步骤 B2，判断步骤 B1 中所检测到的行驶速度是否低于预设的阈值，若是则转至步骤 B3；

[0129] 步骤 B3，采用超声波传感器和环视摄像头，检测周围障碍物和车位库位线，得到有无可用车位、车位尺寸、电动汽车相对于车位的位置及姿态；

[0130] 步骤 B4，依据步骤 B3 的检测结果判断是否存在可用车位，若存在，则转至步骤 B5；

[0131] 步骤 B5，根据上述实施例的泊车轨迹确定方法进行最终泊车轨迹的构建；

[0132] 步骤 B6，判断步骤 B5 所构建的最终泊车轨迹是否为无碰撞的泊车轨迹，若是，则转至步骤 B7；

[0133] 步骤 B7，激活全自动泊车系统；可以发出提示信息，提示激活全自动泊车系统，然后由驾驶员来完成激活；或者自动开启全自动泊车系统，并给出已开启的提示信息；

[0134] 步骤B8,判断所述全自动泊车系统是否被激活,若被激活,则转至步骤B9;

[0135] 步骤B9,控制当前车辆沿着所述最终泊车轨迹行驶;行驶中,通过轮速传感器进行车速采集,并进一步计算当前车辆在所述最终泊车轨迹上的位置。因为泊车轨迹是已知的,只要控制方向盘转角使得当前车辆沿最终泊车轨迹行驶,就可以通过轮速传感器实时获取车辆的行驶速度,进而可以计算出车辆在轨迹上的位置。

[0136] 本实施例中,步骤B6所述无碰撞的泊车轨迹,是指泊车轨迹上的任意一点,与其他车辆或物体之间均保持预设的安全距离。

[0137] 本实施例中,车辆沿所述最终泊车轨迹行驶时,方向盘的转角按照如下公式计算,如公式(8)所示:

$$\text{Angle}=\text{Ratio}*\text{D}*K \quad (8)$$

[0138] 其中,Ratio为当前车辆方向盘转角与车轮转角的比值,D为当前车辆的轴距,K为车辆当前所在位置点对应的轨迹曲线的曲率,可能是回旋线上的曲率,也可能是圆弧上的曲率,与车辆在轨迹上的具体位置有关。

[0139] 本实施例中,车辆沿所述最终泊车轨迹运行与沿着初始泊车轨迹运行相比,车身偏航角变化值以及路径长度基本不变,但纵横向行驶的距离会稍有偏差,需要通过标定系数 $\mu$ 稍作修正,如公式(9)所示:

$$\text{Angle}=\text{Ratio}*\text{D}*K*\mu \quad (9)$$

[0140] 本实施例的另一种泊车控制方法,根据上面所述的泊车轨迹确定方法进行最终泊车轨迹的构建,并依据所述最终泊车轨迹进行泊车控制。

[0141] 本实施例的一种存储设备,其存储有程序,所述程序适于由处理器加载并执行,以实现上面所述的泊车轨迹确定方法。

[0142] 本实施例的一种处理设备,包括处理器和存储设备;

[0143] 其中,所述处理器,适于执行程序;所述存储设备,适于存储该程序;所述程序适于由处理器加载并执行,以实现上面所述的泊车轨迹确定方法。

[0144] 所属技术领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,上述描述的两种泊车控制方法、存储设备、处理设备的具体工作过程及有关说明,可以参考前述泊车轨迹确定方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0145] 本领域技术人员应该能够意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的方法步骤,能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现,为了清楚地说明电子硬件和软件的可互换性,在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各示例的组成及步骤。这些功能究竟以电子硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。本领域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发明的范围。

[0146] 至此,已经结合附图所示的优选实施方式描述了本发明的技术方案,但是,本领域技术人员容易理解的是,本发明的保护范围显然不局限于这些具体实施方式。在不偏离本发明的原理的前提下,本领域技术人员可以对相关技术特征作出等同的更改或替换,这些更改或替换之后的技术方案都将落入本发明的保护范围之内。

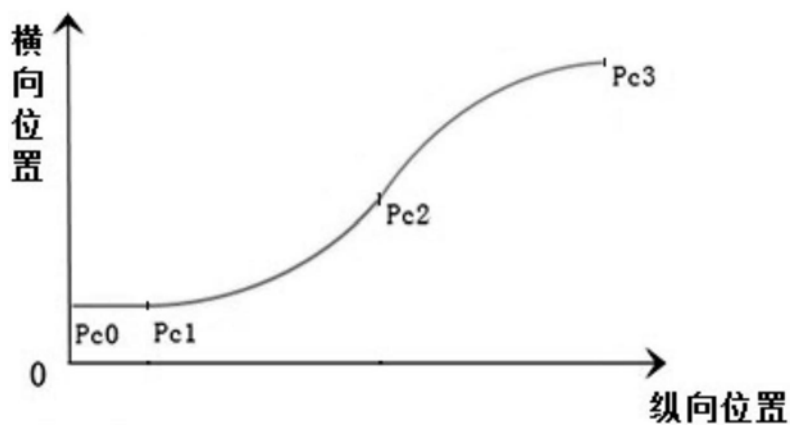


图1

确定泊车起始点和目标点之间的初始泊车轨迹, 该初始泊车轨迹由依次连接的多个区段构成

A1

获取各区段连接点的坐标, 将泊车起始点、目标点以及各区段连接点作为关键点; 在任意两个相邻关键点间之间的区段为圆弧的情况下, 重新确定该两个相邻关键点之间的轨迹使其由圆弧和回旋线连接而成

A2

由步骤A1中确定的初始泊车轨迹与步骤A2中重新确定的轨迹, 构建最终泊车轨迹

A3

图2

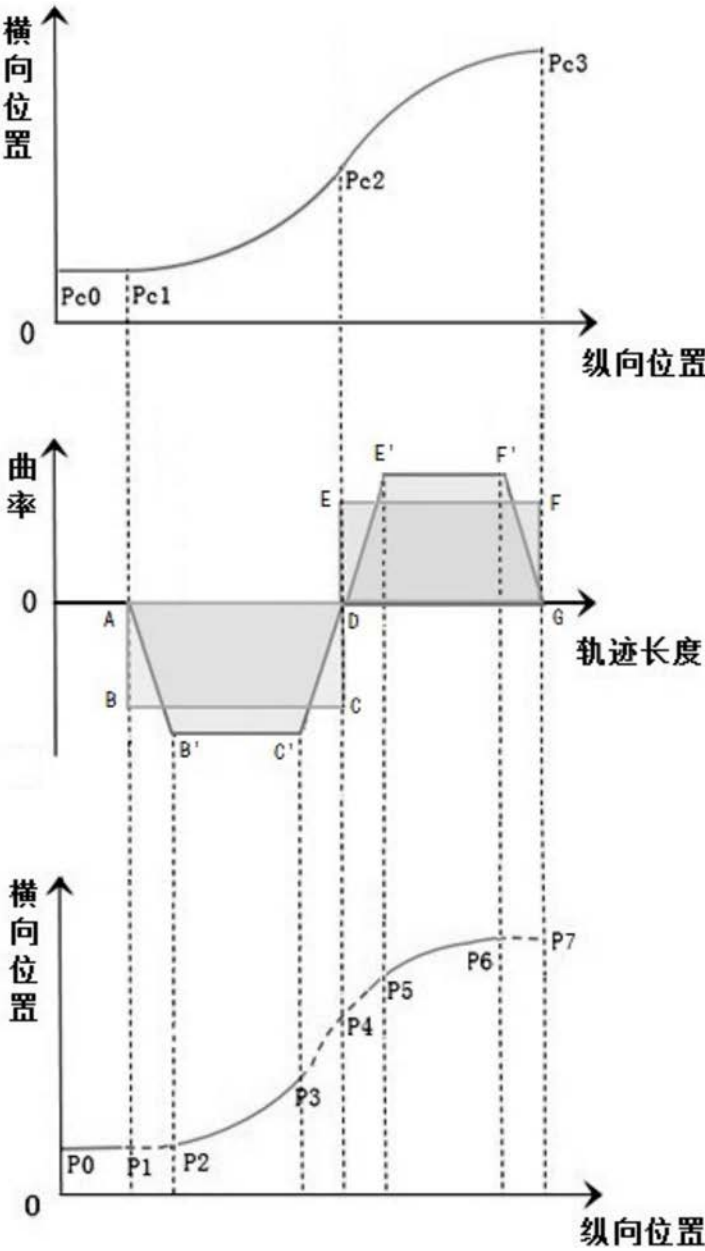


图3

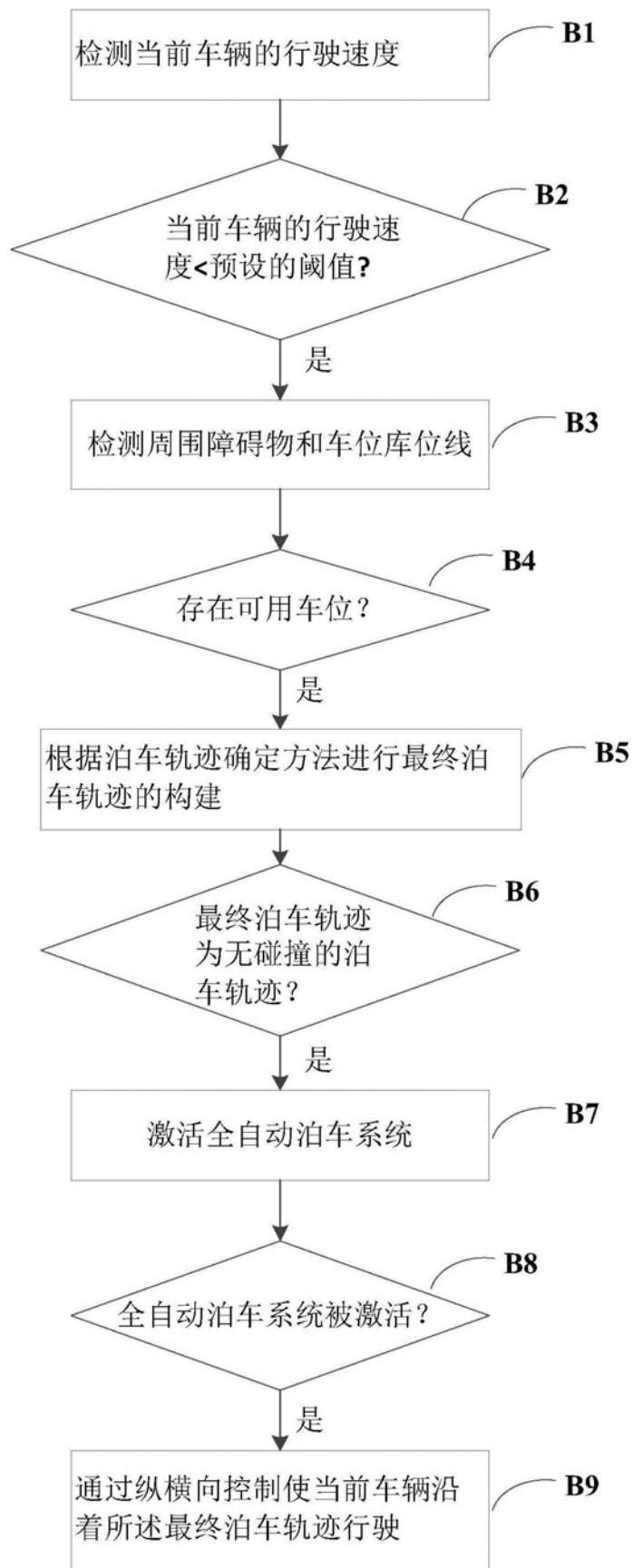


图4