



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114348112 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 22

(21) 申请号 202111610424.6

(22) 申请日 2021.12.27

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114348112 A

(43) 申请公布日 2022.04.15

(73) 专利权人 博世华域转向系统有限公司
地址 201821 上海市嘉定区永盛路2001号

(72) 发明人 朱博 向文明 梁嫣楚 廖新深

(74) 专利代理机构 上海专益专利代理事务所
(特殊普通合伙) 31381
专利代理师 方燕娜 王雯婷

(51) Int. Cl.
B62D 15/02 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 103738395 A, 2014.04.23
- CN 106467038 A, 2017.03.01
- CN 107150682 A, 2017.09.12
- CN 112937545 A, 2021.06.11
- US 2018079406 A1, 2018.03.22
- US 2018186399 A1, 2018.07.05
- US 2020391789 A1, 2020.12.17

审查员 黎开虎

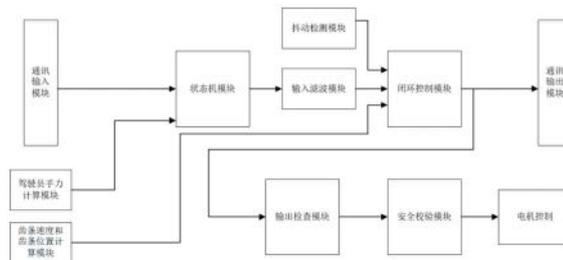
权利要求书3页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种适用于半自动驾驶场景的汽车转向控制方法

(57) 摘要

本发明涉及半自动驾驶技术领域,具体地说是一种适用于半自动驾驶场景的汽车转向控制方法。本发明同现有技术相比,接收整车控制器的角度请求,将横向控制的控制闭环做在转向系统端,提高了控制的精准度,降低了控制延时;解决了横向控制过程中出现的异常抖动以及执行不平顺的问题,能够精准的执行整车控制器的请求;收整车对人机共驾时的扭矩限值,能够很好的解决人机共驾时的平顺性。本发明适应全车速段的驾驶场景,适用于不同的整车自动驾驶控制器,适用范围广。



1. 一种适用于半自动驾驶场景的汽车转向控制方法,其特征在于:当驾驶员手虚握方向盘,且整车控制器作为辅助系统控制车辆时,包括如下步骤:

步骤1,电动助力转向系统控制器实时接收整车控制器的功能使能信号、期望的车轮转角或方向盘转角信号、转向输出限值信号;

步骤2,整车控制器获取当前电动助力转向系统的系统状态、车速、方向盘力矩、转角传感器状态;

步骤3,当电动助力转向系统的系统状态正常、车速大于最小设定值且小于最大设定值、方向盘力矩小于最大设定值且转角传感器状态正常时,整车控制器请求激活,整车控制器发送功能使能信号并继续进行步骤4,当电动助力转向系统的系统状态非正常、或车速大于最大设定值、或方向盘力矩大于等于最大设定值、或转角传感器状态非正常时,整车控制器提示故障;

步骤4,根据整车控制器发送的期望的车轮转角或方向盘转角信号计算出目标转向齿条位置信号;

步骤5,对目标转向齿条位置信号做滤波处理,形成过滤后的目标转向齿条位置信号;

步骤6,获取转向电机转子加速度,计算当前方向盘抖动系数;

步骤7,获取实际转向齿条位置,根据目标转向齿条位置信号和实际转向齿条位置计算目标转向齿条速度;

步骤8,将方向盘抖动系数、方向盘力矩、车速作为电机力矩计算的参数,通过实际转向齿条速度与目标转向齿条速度之差,计算目标转向电机力矩;

步骤9,对目标转向电机力矩做安全限制,输出电机力矩;

步骤10,对电机力矩做平滑处理和安全校验,输出电机扭矩。

2. 根据权利要求1所述的一种适用于半自动驾驶场景的汽车转向控制方法,其特征在于:所述的整车控制器发送功能使能信号后,当方向盘力矩大于等于最大设定值时,判断驾驶员有接管意图,半自动驾驶功能退出;当方向盘力矩小于最大设定值时,判断驾驶员没有接管意图,保持半自动驾驶功能激活,处于人机共驾模式。

3. 根据权利要求1所述的一种适用于半自动驾驶场景的汽车转向控制方法,其特征在于:所述的步骤4中,计算出目标转向齿条位置信号包括如下步骤:步骤4a,根据期望的车轮转角或方向盘转角信号确定期望的车轮转角或方向盘转角位置数值,步骤4b,根据车轮转角或方向盘转角位置与齿条位置的机械关系,将期望的车轮转角或方向盘转角位置数值转换为期望的齿条位置数值,步骤4c,在期望的齿条位置数值上加上齿条位置修正值,形成目标转向齿条位置信号。

4. 根据权利要求1所述的一种适用于半自动驾驶场景的汽车转向控制方法,其特征在于:所述的步骤5中,对目标转向齿条位置信号做滤波处理包括如下步骤:步骤5a,判断目标转向齿条位置信号是否有效,如有效则继续进行步骤5b,如无效,则输出实际转向齿条位置为过滤后的目标转向齿条位置信号;步骤5b,计算连续两帧目标转向齿条位置信号的均值,并添加低通滤波器,过滤掉信号毛刺后,输出过滤后的目标转向齿条位置信号。

5. 根据权利要求1所述的一种适用于半自动驾驶场景的汽车转向控制方法,其特征在于:所述的步骤6中,当前方向盘抖动系数的计算如下:转向电机转子加速度由正边界值跳到负边界或者由负边界跳到正边界值时,抖动次数增加一次,直至抖动次数达到10,则停止

累加;若在2秒内,转向电机转子加速度没有发生由正边界值跳到负边界或者由负边界跳到正边界值,则抖动次数减少一次,直至抖动次数为0,则停止递减,实时的抖动系数为一组随当前方向盘抖动次数的曲线。

6. 根据权利要求1所述的一种适用于半自动驾驶场景的汽车转向控制方法,其特征在于:所述的步骤7中,目标转向齿条速度的计算公式为:目标转向齿条速度 $V_{target} = P_v * (L_{tar} - L_{act}) + I_v * (\int (L_{tar} - L_{act}) dt) + H * (L_{tar} - L_{tar-befor})$, P_v 为转向齿条速度比例参数, I_v 为转向齿条速度积分参数, L_{tar} 为目标转向齿条位置信号, L_{act} 为实际转向齿条位置, $L_{tar-befor}$ 为前一周期的目标转向齿条位置信号, H 为前馈影响系数;其中,将目标转向齿条位置信号限制在最大设定值,最大设定值为一组随车速变化的曲线。

7. 根据权利要求1所述的一种适用于半自动驾驶场景的汽车转向控制方法,其特征在于:所述的步骤8中,目标转向电机力矩的计算公式为:目标转向电机力矩 $M_{torque} = F_d * \left\{ P * (V_{target} - V_{actual}) + I * (\int (V_{target} - V_{actual}) dt) \right\}$, F_d 为方向盘力矩影响参数, P 为转向电机力矩比例参数, I 为转向电机力矩积分参数, V_{target} 为目标转向齿条速度, V_{actual} 为实际转向齿条速度;其中, F_d 随方向盘力矩和车速变化, P 、 I 随抖动系数和车速变化。

8. 根据权利要求7所述的一种适用于半自动驾驶场景的汽车转向控制方法,其特征在于:所述的目标转向电机力矩被整车控制器发送的力矩上下边界限制,输出的目标转向电机力矩按计算公式计算,计算公式中的积分部分不累加。

9. 根据权利要求1所述的一种适用于半自动驾驶场景的汽车转向控制方法,其特征在于:所述的步骤9中,安全限制的控制算法如下:当实际驾驶员手力大于最大设定值并且超过最大设定时间,输出电机力矩以设定的斜率降为0,最大设定时间和手力最大设定值均可标定;当实际转向齿条速度大于最大设定值,输出电机力矩以设定的斜率降为0,实际转向齿条速度的最大设定值为一组随车速变化的曲线;当实际转向齿条位置大于最大设定值,输出电机力矩以设定的斜率降为0,实际转向齿条位置的最大设定值为一组随车速变化的曲线。

10. 根据权利要求9所述的一种适用于半自动驾驶场景的汽车转向控制方法,其特征在于:当实际转向齿条速度大于齿条速度限制值时,对实际转向齿条速度和齿条速度限制值的差值开始积分,当积分大于齿条速度限制值时,将目标转向输出电机扭矩以设定斜率降为0,当实际转向齿条速度小于最大限制值时,积分开始递减。

11. 根据权利要求1所述的一种适用于半自动驾驶场景的汽车转向控制方法,其特征在于:所述的步骤9中,当检测到功能激活或输出扭矩不为0时,将主动回正模块的输出扭矩设为0。

12. 根据权利要求1所述的一种适用于半自动驾驶场景的汽车转向控制方法,其特征在于:所述的步骤10,包括如下步骤:步骤10a,将步骤9获取的低时序任务电机力矩拆分成高时序任务电机扭矩;步骤10b,判断当前电机力矩是否大于前一周期的电机力矩,若是,则继续进行步骤10e,若否,则将当前电机扭矩赋值给目标电机扭矩,继续进行步骤10c;步骤

10c, 计算周期电机力矩差值=当前电机力矩-前一周期电机力矩; 步骤10d, 判断低时序任务转成高时序任务时的扭矩变化率是否大于周期电机力矩差值与时间倍数的比值, 若是, 则执行的目标电机扭矩等于当前计算的目标电机扭矩与低时序任务转成高时序任务时的扭矩变化率之和, 若否, 则执行的目标电机扭矩等于当前计算的目标电机扭矩; 步骤10e, 将目标电机扭矩限制在安全限值之内, 并对限制后的目标电机扭矩做安全检查后, 输出电机扭矩。

一种适用于半自动驾驶场景的汽车转向控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半自动驾驶技术领域,具体地说是一种适用于半自动驾驶场景的汽车转向控制方法。

背景技术

[0002] 在半自动驾驶场景下,电动助力转向器需要能够支持整车实现车辆在特定驾驶环境下的车道偏离辅助或变道辅助,辅助驾驶员驾驶车辆。市场需要能够支持整车精准控制车辆的横向移动并能够快速响应整车控制请求的转向系统,且能够满足城市高速和普通道路弯道较大的使用工况要求,从而实现整车控制器精准控制车辆,辅助驾驶员驾驶。

[0003] 目前市场上主流的汽车转向控制器均提供扭矩接口,整车控制器通过请求转向扭矩控制转向系统,在整车端做转向角度的闭环控制,该方案转向系统响应延时较长,整车控制器对转向系统的控制无法满足所需的安全需求和性能需求。

[0004] 因此,需要设计一种适用于半自动驾驶场景的汽车转向控制方法,在L2级驾驶辅助或变道辅助等场景下,转向系统能够更快速响应整车控制器的请求,支持整车更精准地控制车辆的横向移动,为驾驶员提供更好的驾驶体验。

发明内容

[0005] 本发明的目的是克服现有技术的不足,提供了一种适用于半自动驾驶场景的汽车转向控制方法,在L2级驾驶辅助或变道辅助等场景下,转向系统能够更快速响应整车控制器的请求,支持整车更精准地控制车辆的横向移动,为驾驶员提供更好的驾驶体验。

[0006] 为了达到上述目的,本发明提供一种适用于半自动驾驶场景的汽车转向控制方法,当驾驶员手虚握方向盘,且整车控制器作为辅助系统控制车辆时,包括如下步骤:步骤1,电动助力转向系统控制器实时接收整车控制器的功能使能信号、期望的车轮转角或方向盘转角信号、转向输出限值信号;步骤2,整车控制器获取当前电动助力转向系统的系统状态、车速、方向盘力矩、转角传感器状态;步骤3,当电动助力转向系统的系统状态正常、车速大于最小设定值且小于最大设定值、方向盘力矩小于最大设定值且转角传感器状态正常时,整车控制器请求激活,整车控制器发送功能使能信号并继续进行步骤4,当电动助力转向系统的系统状态非正常、或车速大于最大设定值、或方向盘力矩大于等于最大设定值、或转角传感器状态非正常时,整车控制器提示故障;步骤4,根据整车控制器发送的期望的车轮转角或方向盘转角信号计算出目标转向齿条位置信号;步骤5,对目标转向齿条位置信号做滤波处理,形成过滤后的目标转向齿条位置信号;步骤6,获取转向电机转子加速度,计算当前方向盘抖动系数;步骤7,获取实际转向齿条位置,根据目标转向齿条位置信号和实际转向齿条位置计算目标转向齿条速度;步骤8,将方向盘抖动系数、方向盘力矩、车速作为电机力矩计算的参数,通过实际转向齿条速度与目标转向齿条速度之差,计算目标转向电机力矩;步骤9,对目标转向电机力矩做安全限制,输出电机力矩;步骤10,对电机力矩做平滑处理和安全校验,输出电机扭矩。

[0007] 所述的整车控制器发送功能使能信号后,当方向盘力矩大于等于最大设定值时,判断驾驶员有接管意图,半自动驾驶功能退出;当方向盘力矩小于最大设定值时,判断驾驶员没有接管意图,保持半自动驾驶功能激活,处于人机共驾模式。

[0008] 所述的步骤4中,计算出目标转向齿条位置信号包括如下步骤:步骤4a,根据期望的车轮转角或方向盘转角信号确定期望的车轮转角或方向盘转角位置数值,步骤4b,根据车轮转角或方向盘转角位置与齿条位置的机械关系,将期望的车轮转角或方向盘转角位置数值转换为期望的齿条位置数值,步骤4c,在期望的齿条位置数值上加上齿条位置修正值,形成目标转向齿条位置信号。

[0009] 所述的步骤5中,对目标转向齿条位置信号做滤波处理包括如下步骤:步骤5a,判断目标转向齿条位置信号是否有效,如有效则继续进行步骤5b,如无效,则输出实际转向齿条位置为过滤后的目标转向齿条位置信号;步骤5b,计算连续两帧目标转向齿条位置信号的均值,并添加低通滤波器,过滤掉信号毛刺后,输出过滤后的目标转向齿条位置信号。

[0010] 所述的步骤6中,当前方向盘抖动系数的计算如下:转向电机转子加速度由正边界值跳到负边界或者由负边界跳到正边界值时,抖动次数增加一次,直至抖动次数达到10次,则停止累加;若在2秒内,转向电机转子加速度没有发生由正边界值跳到负边界或者由负边界跳到正边界值,则抖动次数减少一次,直至抖动次数为0,则停止递减,实时的抖动系数为一组随当前方向盘抖动次数的曲线。

[0011] 所述的步骤7中,目标转向齿条速度的计算公式为:目标转向齿条速度 $V_{target} = P_v * (L_{tar} - L_{act}) + I_v * (\int (L_{tar} - L_{act}) dt) + H * (L_{tar} - L_{tar-befor})$, P_v 为转向齿条速度比例参数, I_v 为转向齿条速度积分参数, L_{tar} 为目标转向齿条位置信号, L_{act} 为实际转向齿条位置, $L_{tar-befor}$ 为前一周期的目标转向齿条位置信号, H 为前馈影响系数;其中,将目标转向齿条位置信号限制在最大设定值,最大设定值为一组随车速变化的曲线。

[0012] 所述的步骤8中,目标转向电机力矩的计算公式为:目标转向电机力矩 $M_{torque} = F_d * \{P * (V_{target} - V_{actual}) + I * (\int (V_{target} - V_{actual}) dt)\}$, F_d 为方向盘力矩影响参数, P 为转向电机力矩比例参数, I 为转向电机力矩积分参数, V_{target} 为目标转向齿条速度, V_{actual} 为实际转向齿条速度;其中, F_d 随方向盘力矩和车速变化, P 、 I 随抖动系数和车速变化。

[0013] 所述的目标转向电机力矩被整车控制器发送的力矩上下边界限制,输出的目标转向电机力矩按计算公式计算,计算公式中的积分部分不累加。

[0014] 所述的步骤9中,安全限制的控制算法如下:当实际驾驶员手力大于最大设定值并且超过最大设定时间,输出电机力矩以设定的斜率降为0,最大设定时间和手力最大设定值均可标定;当实际转向齿条速度大于最大设定值,输出电机力矩以设定的斜率降为0,实际转向齿条速度的最大设定值为一组随车速变化的曲线;当实际转向齿条位置大于最大设定值,输出电机力矩以设定的斜率降为0,实际转向齿条位置的最大设定值为一组随车速变化的曲线。

[0015] 当实际转向齿条速度大于齿条速度限制值时,对实际转向齿条速度和齿条速度限

制值的差值开始积分,当积分大于齿条速度限制值时,将目标转向输出电机扭矩以设定斜率降为0,当实际转向齿条速度小于最大限制值时,积分开始递减。

[0016] 所述的步骤9中,当检测到功能激活或输出扭矩不为0时,将主动回正模块的输出扭矩设为0。

[0017] 所述的步骤10,包括如下步骤:步骤10a,将步骤9获取的低时序任务电机力矩拆分成高时序任务电机扭矩;步骤10b,判断当前电机力矩是否大于前一周期的电机力矩,若是,则继续进行步骤10e,若否,则将当前电机扭矩赋值给目标电机扭矩,继续进行步骤10c;步骤10c,计算周期电机力矩差值=当前电机力矩-前一周期电机力矩;步骤10d,判断低时序任务转成高时序任务时的扭矩变化率是否大于周期电机力矩差值与时间倍数的比值,若是,则执行的目标电机扭矩等于当前计算的目标电机扭矩与低时序任务转成高时序任务时的扭矩变化率之和,若否,则执行的目标电机扭矩等于当前计算的目标电机扭矩;步骤10e,将目标电机扭矩限制在安全限值之内,并对限制后的目标电机扭矩做安全检查后,输出电机扭矩。

[0018] 本发明同现有技术相比,接收整车控制器的角度请求,将横向控制的控制闭环做在转向系统端,提高了控制的精准度,降低了控制延时;解决了横向控制过程中出现的异常抖动以及执行不平顺的问题,能够精准的执行整车控制器的请求;收整车对人机共驾时的扭矩限值,能够很好的解决人机共驾时的平顺性。本发明适应全车速段的驾驶场景,适用于不同的整车自动驾驶控制器,适用范围广。

附图说明

[0019] 图1是本发明的软件系统架构图。

[0020] 图2本发明的方向盘抖动次数与PI参数因子关系图。

[0021] 图3本发明计算目标齿条速度算法原理图。

[0022] 图4本发明的方向盘扭矩与目标转向电机力矩关系图。

[0023] 图5本发明对于转向齿条速度安全限值算法原理图。

具体实施方式

[0024] 现结合附图对本发明做进一步描述。

[0025] 在本实施例中,本发明的软件架构如图1所示,包括通讯输入模块、状态机模块、输入滤波模块、抖动检测模块、驾驶员手力计算模块、齿条速度和齿条位置计算模块、闭环控制模块、输出检查模块、安全校验模块、通讯输出模块。通讯输入模块的输出端与状态机模块的输入端一连接,驾驶员手力计算模块的输出端与状态机模块的输入端二连接,状态机模块的输出端与输入滤波模块的输入端连接,输入滤波模块的输出端与闭环控制模块的输入端一连接,抖动检测模块的输出端与闭环控制模块的输入端二连接,齿条速度和齿条位置计算模块的输出端与闭环控制模块的输入端三连接,闭环控制模块的输出端分别与通讯输出模块的输入端以及输出检查模块的输入端连接,输出检查模块的输出端与安全校验模块的输入端连接,安全校验模块输出电机扭矩控制电机。

[0026] 一种适用于半自动驾驶场景的汽车转向控制方法,当驾驶员手虚握方向盘,且整车控制器作为辅助系统控制车辆时,包括如下步骤:

[0027] 步骤1,电动助力转向系统控制器实时接收整车控制器的功能使能信号、期望的车轮转角或方向盘转角信号、转向输出限值信号。

[0028] 步骤2,整车控制器获取当前电动助力转向系统的系统状态、车速、方向盘力矩、转角传感器状态。

[0029] 步骤3,当电动助力转向系统的系统状态正常、车速大于最小设定值且小于最大设定值、方向盘力矩小于最大设定值且转角传感器状态正常时,整车控制器请求激活,整车控制器发送功能使能信号并继续进行步骤4,当电动助力转向系统的系统状态非正常、或车速大于最大设定值、或方向盘力矩大于等于最大设定值、或转角传感器状态非正常时,整车控制器提示故障。

[0030] 步骤4,根据整车控制器发送的期望的车轮转角或方向盘转角信号计算出目标转向齿条位置信号。

[0031] 计算出目标转向齿条位置信号包括如下步骤:步骤4a,根据期望的车轮转角或方向盘转角信号确定期望的车轮转角或方向盘转角位置数值,步骤4b,根据车轮转角或方向盘转角位置与齿条位置的机械关系,将期望的车轮转角或方向盘转角位置数值转换为期望的齿条位置数值,步骤4c,在期望的齿条位置数值上加上齿条位置修正值,形成目标转向齿条位置信号。

[0032] 步骤5,对目标转向齿条位置信号做滤波处理,形成过滤后的目标转向齿条位置信号。

[0033] 对目标转向齿条位置信号做滤波处理包括如下步骤:步骤5a,判断目标转向齿条位置信号是否有效,如有效则继续进行步骤5b,如无效,则输出实际转向齿条位置为过滤后的目标转向齿条位置信号;步骤5b,计算连续两帧目标转向齿条位置信号的均值,并添加低通滤波器,过滤掉信号毛刺后,输出过滤后的目标转向齿条位置信号。

[0034] 步骤6,获取转向电机转子加速度和车速,计算当前方向盘抖动系数。

[0035] 当前方向盘抖动系数的计算如下:转向电机转子加速度由正边界值跳到负边界或者由负边界跳到正边界值时,抖动系数增加一次,直至抖动系数达到10,则停止累加;若在2秒内,转向电机转子加速度没有发生由正边界值跳到负边界或者由负边界跳到正边界值,则抖动系数减少一次,直至抖动系数为0,则停止递减,实时的抖动系数即为当前方向盘抖动系数。

[0036] 步骤7,获取实际转向齿条位置,根据目标转向齿条位置信号和实际转向齿条位置计算目标转向齿条速度。

[0037] 目标转向齿条速度的计算公式为:目标转向齿条速度

$$V_{target} = P_v * (L_{tar} - L_{act}) + I_v * (\int (L_{tar} - L_{act}) dt) + H * (L_{tar} - L_{tar-befor}),$$

P_v 为转向齿条速度比例参数, I_v 为转向齿条速度积分参数, L_{tar} 为目标转向齿条位置信号, L_{act} 为实际转向齿条位置, $L_{tar-befor}$ 为前一周期的目标转向齿条位置信号, H 为前馈影响系数;其中,将目标转向齿条位置信号限制在最大设定值,最大设定值为一组随车速变化的曲线。

[0038] 目标转向齿条速度算法如图3所示,以实际转向齿条位置和目标转向齿条位置的差值作为输入控制变量,采用PID控制算法,算法中的P系数由车速和方向盘抖动系数共同决定,I系数由车速决定,最终对输出的期望转向齿条速度进行饱和限制。

[0039] 本例中,可添加目标齿条位置注入模块,用于在无整车控制器条件下对功能做故障测试。

[0040] 步骤8,将方向盘抖动系数、方向盘力矩、车速作为电机力矩计算的参数,通过实际转向齿条速度与目标转向齿条速度之差,计算目标转向电机力矩。

[0041] 目标转向电机力矩的计算公式为:目标转向电机力矩

$$M_{torque} = F_d * \left\{ P * (V_{target} - V_{actual}) + I * \left(\int (V_{target} - V_{actual}) dt \right) \right\}, F_d \text{ 为方向盘力}$$

矩影响参数, P 为转向电机力矩比例参数, I 为转向电机力矩积分参数, V_{target} 为目标转向齿条速度, V_{actual} 为实际转向齿条速度。

[0042] 其中, F_d 随方向盘力矩和车速变化,可根据整车的实际手感需求调整,常 F_d 应当越小,车速越大, F_d 应当越大,方向盘扭矩与 F_d 关系如图4所示。

[0043] P 、 I 随抖动系数和车速变化,抖动系数越大, P 、 I 应当越小甚至为0。 P 、 I 随车速的变化可根据整车需要进行调整,方向盘抖动系数与 P 、 I 参数的关系图如图2所示。

[0044] 目标转向电机力矩被整车控制器发送的力矩上下边界限制,输出的目标转向电机力矩按计算公式计算,计算公式中的积分部分不累加,以使整车控制器和人存在同时操控转向系统的场景,为保证人有更高的优先级。

[0045] 理论上说,整车控制器发送的电机力矩上下边界限制与驾驶员施加在方向盘的扭矩值相关。当驾驶员施加在方向盘上的扭矩值较大时,则整车控制器发送的力矩上下边界较小,反之较大。

[0046] 步骤9,对目标转向电机力矩做安全限制,输出电机力矩。

[0047] 安全限制的控制算法如下:当实际驾驶员手力大于最大设定值并且超过最大设定时间,输出电机力矩以设定的斜率降为0,最大设定时间和手力最大设定值均可标定;当实际转向齿条速度大于最大设定值,输出电机力矩以设定的斜率降为0,实际转向齿条速度的最大设定值为一组随车速变化的曲线;当实际转向齿条位置大于最大设定值,输出电机力矩以设定的斜率降为0,实际转向齿条位置的最大设定值为一组随车速变化的曲线。

[0048] 转向齿条速度的限制算法如图5所示,实际转向齿条速度大于齿条速度限制值时,对实际转向齿条速度和齿条速度限制值的差值开始积分,当积分大于齿条速度限制值时,将目标转向输出电机扭矩以设定斜率降为0,当实际转向齿条速度小于最大限制值时,积分开始递减。

[0049] 当检测到功能激活或输出扭矩不为0时,将主动回正模块的输出扭矩设为0,以避免主动回正模块对该功能的影响。

[0050] 步骤10,对电机力矩做平滑处理和安全校验,输出电机扭矩。

[0051] 包括如下步骤:步骤10a,将步骤9获取的低时序任务电机力矩拆分成高时序任务电机扭矩;步骤10b,判断当前电机力矩是否大于前一周期的电机力矩,若是,则继续进行步骤10e,若否,则将当前电机扭矩赋值给目标电机扭矩,继续进行步骤10c;步骤10c,计算周期电机力矩差值=当前电机力矩-前一周期电机力矩;步骤10d,判断低时序任务转成高时序任务时的扭矩变化率是否大于周期电机力矩差值与时间倍数的比值,若是,则执行的目标电机扭矩等于当前计算的目标电机扭矩与低时序任务转成高时序任务时的扭矩变化率之

和,若否,则执行的目标电机扭矩等于当前计算的目标电机扭矩;步骤10e,将目标电机扭矩限制在安全限值之内,并对限制后的目标电机扭矩做安全检查后,输出电机扭矩。安全限值为一组随车速变化的曲线。

[0052] 本例中,添加扭矩故障注入接口,在无整车控制器激活功能时注入扭矩,用于功能的安全测试。

[0053] 本发明在整车控制器发送功能使能信号后,当方向盘力矩大于等于最大设定值时,判断驾驶员有接管意图,半自动驾驶功能退出;当方向盘力矩小于最大设定值时,判断驾驶员没有接管意图,保持半自动驾驶功能激活,处于人机共驾模式。

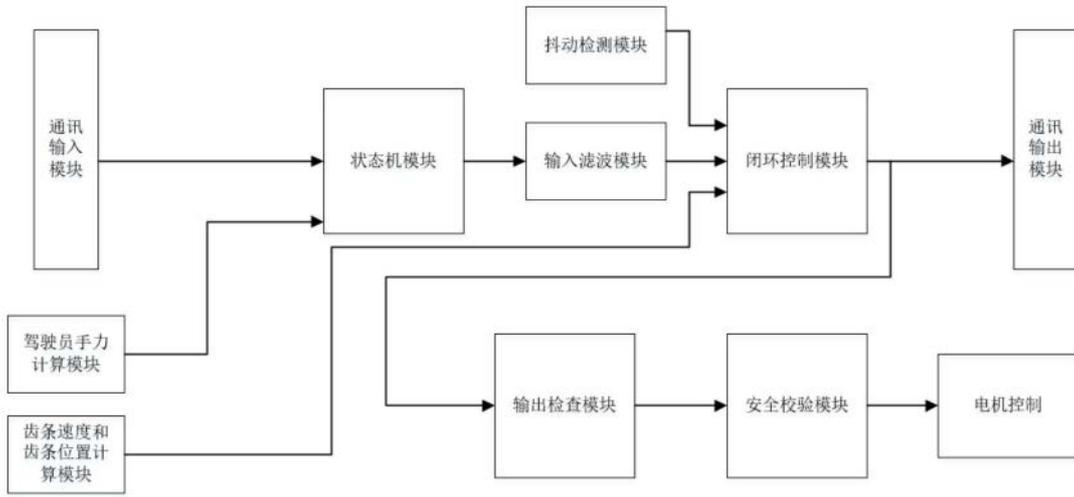


图1

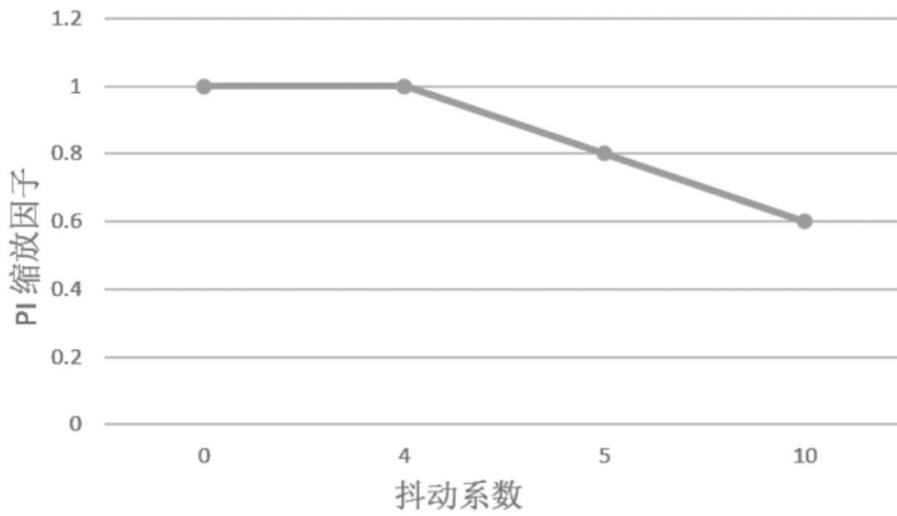


图2

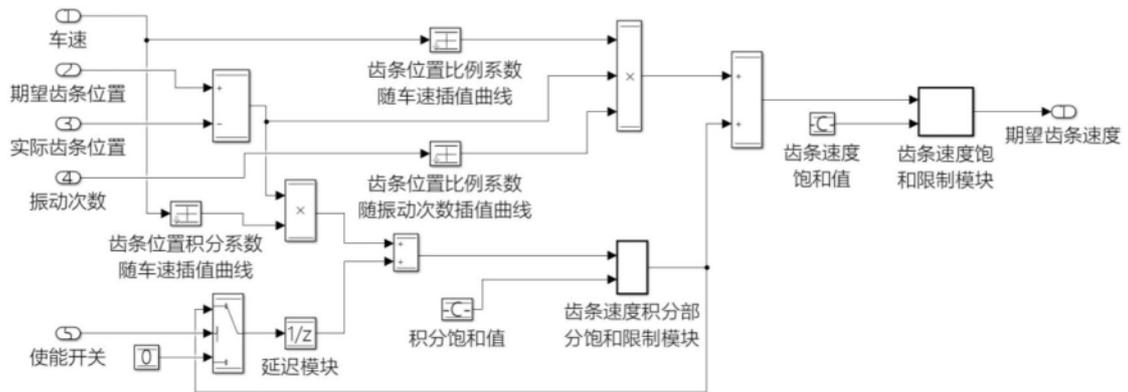


图3

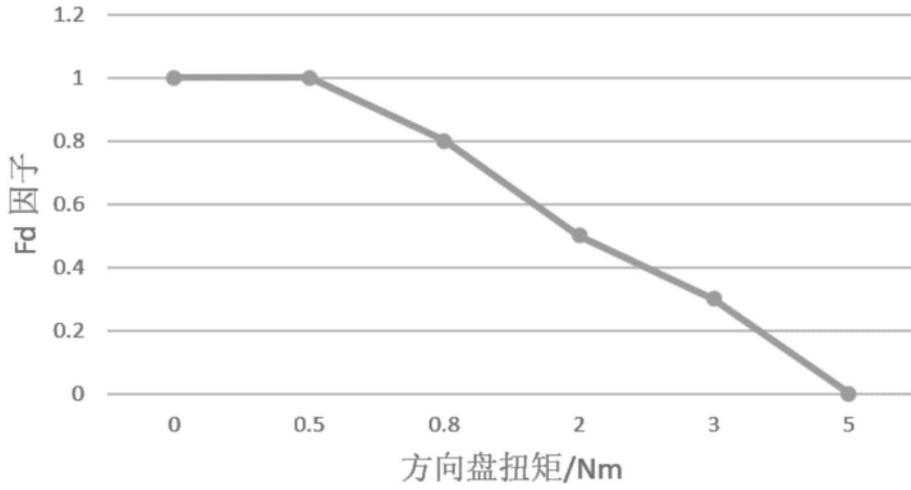


图4

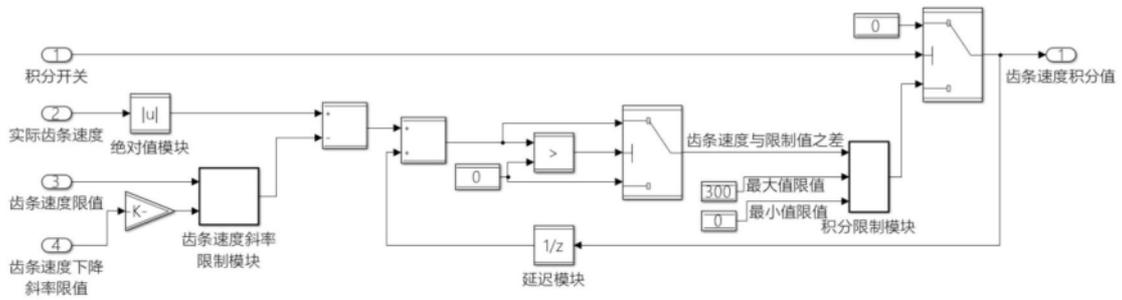


图5