



(21) 申请号 202410831735.2

B60W 40/10 (2012.01)

(22) 申请日 2024.06.26

B60W 40/107 (2012.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

B60W 40/109 (2012.01)

申请公布号 CN 118372811 A

B60W 40/112 (2012.01)

(43) 申请公布日 2024.07.23

B60W 40/12 (2012.01)

(73) 专利权人 凯晟动力技术(嘉兴)有限公司

(56) 对比文件

地址 314001 浙江省嘉兴市经济技术开发区

CN 102903162 A, 2013.01.30

区天枢路199号

审查员 杨航

(72) 发明人 陈志贤 傅涛 胡红成 谢立炜

陈超 潘登辉

(74) 专利代理机构 嘉兴中创致鸿知识产权代理

事务所(普通合伙) 33384

专利代理师 叶斌

(51) Int. Cl.

B60W 30/02 (2012.01)

权利要求书2页 说明书11页 附图2页

(54) 发明名称

一种车辆行驶动态控制系统及其方法

(57) 摘要

本发明公开了一种车辆行驶动态控制系统及其方法,涉及多动力车辆智能控制领域,该方法包括:获取输入信号,采集车辆的自身信号,根据自身信号、输入信号进行控制分析,生成控制分析结果,生成控制分析结果,根据控制分析结果进行信号输出,执行车辆行驶动态控制。解决了现有技术中因传感器精度、控制算法、系统协同、自适应能力等方面的不足而导致车辆行驶稳定性欠佳的技术问题,达到了提升车辆行驶的稳定性的技术效果,保障了行车的安全与舒适的技术效果。



1. 一种车辆行驶动态控制系统,其特征在于,所述系统包括:

信号输入模块,用于获取输入信号,输入信号包括动力信号、轮速信号、纵向加速度信号、横向加速度信号、横摆角信号、方向盘转角信号;

车辆模型模块,用于采集车辆的自身信号,所述自身信号包括车辆状态估计信号、车辆质量信号;

主控制模块,用于根据所述自身信号、输入信号进行控制分析,生成控制分析结果,控制分析包括动态状态分析、信号计算、目标计算、转向分析、制动驱动分配分析,生成控制分析结果包括根据动态状态分析中的VDC控制模式进行控制决策;

信号输出模块,用于根据控制分析结果进行信号输出,执行车辆行驶动态控制;

所述根据所述自身信号、输入信号进行控制分析,生成控制分析结果,还包括:

对动态状态分析中的VDC控制模式进行判断,当动态状态分析中的VDC控制模式处于开启模式时,执行信号计算,包括:

根据车辆质量信号执行轴载荷系数计算,生成轴载荷系数计算结果;

根据输入信号进行车辆动态指标计算,计算如下:

$$f_{dynamics} = k_{\delta} \max \left(0, \frac{d\|\delta\|}{dt} \right) + k_{\dot{\psi}} \|\dot{\psi}\|;$$

其中, δ 为方向盘转角信号, k_{δ} 为转向系数, $k_{\dot{\psi}}$ 为横摆系数, $\dot{\psi}$ 为横摆角信号;

计算路面附着系数,并执行驾驶员意图分析,根据轴载荷系数计算结果、车辆动态指标计算结果、路面附着系数和驾驶员意图分析结果完成信号计算,根据信号计算结果生成控制分析结果。

2. 如权利要求1所述的一种车辆行驶动态控制系统,其特征在于,所述根据信号计算结果生成控制分析结果,还包括:

执行目标计算,如下:

根据输入信号获取前轮转角,将所述前轮转角输入至车辆模型,生成目标横摆角速度;

根据纵向加速度信号、横向加速度信号和车辆质量信号、安全裕量进行整车合力计算;

根据轮端制动扭矩计算纵向力,根据目标横摆角速度计算横向力,根据所述纵向力和所述横向力生成期望合力;

根据整车合力计算结果和期望合力计算目标横摆角速度限制值;

根据目标横摆角速度、目标横摆角速度限制值计算车辆状态系数,根据车辆状态系数和信号计算结果生成控制分析结果。

3. 如权利要求2所述的一种车辆行驶动态控制系统,其特征在于,所述根据目标横摆角速度、目标横摆角速度限制值计算车辆状态系数,还包括:

建立VDC控制模式中的降级模式的制动踏板和油门踏板的梯度限制,当VDC控制模式处于降级模式时,若原始信号超过上周期限制值的预设范围后,激活限制功能,根据所述限制功能进行加速度踏板、转向角、横摆角加速度和制动踏板进行弱化处理;

根据目标横摆角速度、目标横摆角速度限制值执行过度转向趋势的信号分析,并判断是否释放过度转向控制;

根据过度转向控制结果和VDC控制模式完成控制决策。

4. 如权利要求3所述的一种车辆行驶动态控制系统,其特征在于,所述主控制模块还用于:

执行不足转向趋势判断,公式如下:

$$U_n = Gain \cdot \frac{vG_{i_{Ackermann}} - vG_{i_{Ist}}}{vG_{i_{Ist}}};$$

其中,Gain为常系数, $vG_{i_{Ist}}$ 为实际横摆角速度, $vG_{i_{Ackermann}}$ 为Ackermann目标横摆角速度;

根据判断结果进行不足转向控制释放分析,根据不足转向控制释放分析结果、过度转向控制结果和VDC控制模式完成控制决策。

5. 如权利要求4所述的一种车辆行驶动态控制系统,其特征在于,所述主控制模块还用于:

计算横摆扭矩增量的比例系数,所述比例系数通过车辆载荷状态、不足转向值、VDC控制模式、后轴侧偏角饱和值计算获得;

计算基础横摆扭矩增量,根据基础扭矩增量和比例系数完成控制决策。

6. 如权利要求5所述的一种车辆行驶动态控制系统,其特征在于,所述主控制模块还用于:

根据动力矩、制动力矩、车辆质量信号、滑移率、路面附着系数计算轮胎的实际工作点和横摆力矩增量;

根据目标横摆力矩增量和横摆力矩增量、轮胎的实际工作点进行控制横摆力矩分配,计算每个轮胎的目标制动扭矩和目标滑移率,生成制动力分配结果;

根据目标横摆角速度进行驱动力分配,生成驱动力分配结果,基于制动力分配结果和/或驱动力分配结果完成控制决策。

7. 一种车辆行驶动态控制方法,其特征在于,所述方法通过权利要求1-6任一项所述的一种车辆行驶动态控制系统,所述方法包括:

获取输入信号,输入信号包括动力信号、轮速信号、纵向加速度信号、横向加速度信号、横摆角信号、方向盘转角信号;

采集车辆的自身信号,所述自身信号包括车辆状态估计信号、车辆质量信号;

根据所述自身信号、输入信号进行控制分析,生成控制分析结果,控制分析包括动态状态分析、信号计算、目标计算、转向分析、制动驱动分配分析,生成控制分析结果包括根据动态状态分析中的VDC控制模式进行控制决策;

根据控制分析结果进行信号输出,执行车辆行驶动态控制。

一种车辆行驶动态控制系统及其方法

技术领域

[0001] 本申请涉及多动力车辆智能控制领域,尤其涉及一种车辆行驶动态控制系统及其方法。

背景技术

[0002] 在车辆行驶动态控制背景下,车辆行驶过程中对稳定性的高要求与现有技术存在的诸多问题之间的矛盾愈发显著,如何实现更精准有效的车辆行驶动态控制,更好地保障车辆行驶的稳定性,成为关键所在。传统的车辆行驶动态控制技术,通常存在传感器精度与可靠性不够、控制算法不完善等局限,仅依靠特定的技术手段或局部的调控,对车辆整体行驶状态的把握不够全面,缺乏对实时行驶数据的深度挖掘和运用,难以精确评估车辆在各种工况下的稳定性风险,在控制策略的制定和资源分配上,存在不合理的情况,导致车辆在一些复杂路况或特殊情况下稳定性不足,而在一些常规情况下又存在资源浪费,对于控制方案的设计较为僵化和固定,不能很好适应车辆行驶中不断变化的实际状况。

[0003] 现阶段相关技术中,车辆行驶动态控制存在因传感器精度、控制算法、系统协同、自适应能力等方面的不足而导致车辆行驶稳定性欠佳的技术问题。

发明内容

[0004] 本申请通过提供一种车辆行驶动态控制系统及其方法,采用获取输入信号,包括动力信号、轮速信号、纵向加速度信号、横向加速度信号、横摆角信号、方向盘转角信号,采集车辆的自身信号,包括车辆状态估计信号、车辆质量信号,根据自身信号、输入信号进行控制分析,生成控制分析结果,控制分析包括动态状态分析、信号计算、目标计算、转向分析、制动驱动分配分析,生成控制分析结果包括VDC控制模式,进行控制决策,根据控制分析结果进行信号输出,执行车辆行驶动态控制,通过采用先进的传感器与智能的控制算法,实现对车辆状态的精准感知和实时动态调整,达到了提升车辆行驶的稳定性,保障了行车的安全与舒适的技术效果。

[0005] 本申请提供一种车辆行驶动态控制系统,包括:

[0006] 信号输入模块,用于获取输入信号,输入信号包括动力信号、轮速信号、纵向加速度信号、横向加速度信号、横摆角信号、方向盘转角信号;车辆模型模块,用于采集车辆的自身信号,所述自身信号包括车辆状态估计信号、车辆质量信号;主控制模块,用于根据所述自身信号、输入信号进行控制分析,生成控制分析结果,控制分析包括动态状态分析、信号计算、目标计算、转向分析、制动驱动分配分析,生成控制分析结果包括根据动态状态分析中的VDC控制模式进行控制决策;信号输出模块,用于根据控制分析结果进行信号输出,执行车辆行驶动态控制。

[0007] 本申请还提供了一种车辆行驶动态控制方法,包括:

[0008] 获取输入信号,输入信号包括动力信号、轮速信号、纵向加速度信号、横向加速度信号、横摆角信号、方向盘转角信号;采集车辆的自身信号,所述自身信号包括车辆状态估

计信号、车辆质量信号;根据所述自身信号、输入信号进行控制分析,生成控制分析结果,控制分析包括动态状态分析、信号计算、目标计算、转向分析、制动驱动分配分析,生成控制分析结果包括根据动态状态分析中的VDC控制模式进行控制决策;根据控制分析结果进行信号输出,执行车辆行驶动态控制。

[0009] 拟通过本申请提出的一种车辆行驶动态控制系统及其方法,首先获取输入信号,包括动力信号、轮速信号、纵向加速度信号、横向加速度信号、横摆角信号、方向盘转角信号,采集车辆的自身信号,包括车辆状态估计信号、车辆质量信号,根据自身信号、输入信号进行控制分析,生成控制分析结果,控制分析包括动态状态分析、信号计算、目标计算、转向分析、制动驱动分配分析,生成控制分析结果包括VDC控制模式,进行控制决策,根据控制分析结果进行信号输出,执行车辆行驶动态控制,通过采用先进的传感器与智能的控制算法,实现对车辆状态的精准感知和实时动态调整,达到了提升车辆行驶的稳定性,保障了行车的安全与舒适的技术效果。

附图说明

[0010] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对本发明实施例的附图做简单的介绍,本申请中使用了流程图来说明根据本申请的实施例的系统所执行的操作。应当理解的是,前面或下面操作不一定按照顺序来精确地执行。相反,根据需要,可以按照倒序或同时处理各种步骤。同时,也可以将其他操作添加到这些过程中,或从这些过程移除某一步或数步操作。

[0011] 图1为本申请实施例提供的一种车辆行驶动态控制系统的结构示意图;

[0012] 图2为本申请实施例提供的一种车辆行驶动态控制方法的流程示意图。

[0013] 附图标记说明:信号输入模块10、车辆模型模块20、主控制模块30、信号输出模块40。

具体实施方式

[0014] 上述说明仅是本申请技术方案的概述,为了能够更清楚了解本申请的技术手段,而可依照说明书的内容予以实施,并且为了让本申请的上述和其它目的、特征和优点能够更明显易懂,以下特举本申请的具体实施方式。

[0015] 为了使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本申请作进一步的详细描述,所描述的实施例不应视为对本申请的限制,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本申请保护的范围。

[0016] 在以下的描述中,涉及“一些实施例”,其描述了所有可能实施例的子集,但是可以理解,“一些实施例”可以是所有可能实施例的相同子集或不同子集,并且可以在不冲突的情况下相互结合,所涉及的术语“第一\第二”仅仅是区别类似的对象,不代表针对对象的特定排序。术语“包括”和“具有”以及任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或服务不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或服务固有的其它步骤或模块,除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本申请的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中所使用的术语只是为了描述本申请实施例的目的。

[0017] 本申请实施例提供了一种车辆行驶动态控制系统,如图1所示,所述系统包括:

[0018] 信号输入模块10,用于获取输入信号,输入信号包括动力信号、轮速信号、纵向加速度信号、横向加速度信号、横摆角信号、方向盘转角信号。具体而言,所述信号输入模块10通过获取各种输入信号,为后续的控制分析和决策提供数据支持,输入信号包括动力信号、轮速信号、纵向加速度信号、横向加速度信号、横摆角信号和方向盘转角信号等,分别反映了车辆的动力输出、车轮转速、前后方向的加速度、左右方向的加速度、车辆的横摆角度以及方向盘的转角等信息,其中,动力信号可以反映车辆发动机的输出功率和扭矩,轮速信号则可以反映车轮的转速和转动方向,纵向加速度信号和横向加速度信号可以反映车辆在前后方向和左右方向上的加速度变化,横摆角信号可以反映车辆的横摆角度变化,方向盘转角信号则可以反映驾驶员对方向盘的操作角度,通过获取输入信号,信号输入模块10为后续的控制分析和决策提供全面、准确的数据支持,例如,通过分析轮速信号和方向盘转角信号,可以计算出车辆的行驶速度和行驶方向,通过分析纵向加速度信号和横向加速度信号,可以计算出车辆的加速度和减速度,通过分析横摆角信号,可以计算出车辆的横摆角速度和横摆角加速度等。

[0019] 车辆模型模块20,用于采集车辆的自身信号,所述自身信号包括车辆状态估计信号、车辆质量信号。具体而言,车辆模型模块20通过采集车辆的自身信号,为后续的控制分析和决策提供数据支持,该模块采集的自身信号包括车辆状态估计信号和车辆质量信号等,车辆状态估计信号可以反映车辆的位置、速度、加速度、横摆角速度等信息,车辆质量信号则可以反映车辆的重量,通过采集自身信号,车辆模型模块20可以为后续的控制分析和决策提供全面、准确的数据支持,例如,通过分析车辆状态估计信号,可以计算出车辆的行驶轨迹和行驶速度;通过分析车辆质量信号,可以计算出车辆的惯性和动力需求等,对于提高车辆的行驶安全性和稳定性具有重要意义。

[0020] 主控制模块30,用于根据所述自身信号、输入信号进行控制分析,生成控制分析结果,控制分析包括动态状态分析、信号计算、目标计算、转向分析、制动驱动分配分析,生成控制分析结果包括根据动态状态分析中的VDC控制模式进行控制决策。具体而言,所述主控制模块30负责根据车辆模型模块20采集的自身信号和信号输入模块10获取的输入信号进行控制分析,并生成控制分析结果,控制分析包括动态状态分析、信号计算、目标计算、转向分析和制动驱动分配分析等多个方面,动态状态分析用于评估车辆的当前行驶状态,包括车速、加速度、横摆角速度等;信号计算用于根据输入信号计算出车辆的各种状态参数,如轮胎力、制动力等;目标计算用于根据车辆的行驶状态和驾驶员的操作意图计算出车辆的目标状态,如目标车速、目标横摆角速度等;转向分析用于评估车辆的转向性能,包括转向灵敏度、转向稳定性等;制动驱动分配分析用于根据车辆的行驶状态和驾驶员的操作意图计算出车辆的制动和驱动力分配,以实现最佳的行驶性能,生成控制分析结果包括根据动态状态分析中的VDC控制模式进行控制决策,VDC控制模式是车辆行驶动态控制系统中的一种控制模式,根据车辆的行驶状态和驾驶员的操作意图自动调整车辆的制动和驱动力分配,以实现最佳的行驶性能,主控制模块30可以根据VDC控制模式的要求,自动调整车辆的制动和驱动力分配,以实现最佳的行驶性能。

[0021] 在一种可能的实现方式中,所述主控制模块30包括:控制模式判断单元,所述控制模式判断单元用于对动态状态分析中的VDC控制模式进行判断,当动态状态分析中的VDC控

制模式处于开启模式时,执行信号计算。具体地,控制模式判断单元通过对动态状态分析中的VDC控制模式进行判断,并在VDC控制模式处于开启模式时执行信号计算,控制模式判断单元会实时监测车辆的动态状态,包括车速、加速度、横摆角速度等,并根据这些信息判断车辆是否处于稳定状态,如果车辆处于稳定状态,控制模式判断单元会将VDC控制模式设置为关闭模式,此时车辆的行驶动态将由驾驶员自主控制,如果车辆处于不稳定状态,控制模式判断单元会将VDC控制模式设置为开启模式,并执行信号计算,信号计算的主要目的是根据车辆的动态状态和驾驶员的操作意图,计算出车辆所需的制动力和驱动力,以保持车辆的稳定性,在执行信号计算时,控制模式判断单元会首先根据车辆的动态状态和驾驶员的操作意图,计算出车辆所需的制动力和驱动力的大小和方向,然后,控制模式判断单元会将计算出的制动力和驱动力信号发送给车辆的制动系统和驱动系统,以实现车辆行驶动态的控制,以保持车辆的稳定性。轴载荷系数计算结果生成单元,所述轴载荷系数计算结果生成单元用于根据车辆质量信号执行轴载荷系数计算,生成轴载荷系数计算结果。具体地,轴载荷系数计算结果生成单元根据车辆质量信号执行轴载荷系数计算,并生成轴载荷系数计算结果,轴载荷系数是指车辆轴上所承受的载荷与车辆总质量的比值,在车辆行驶过程中,轴载荷系数的大小会直接影响车辆的操控性能和行驶稳定性,准确计算轴载荷系数对于提高车辆的行驶安全性和稳定性具有重要意义,轴载荷系数计算结果生成单元的工作原理为:接收来自车辆质量传感器的车辆质量信号,车辆质量传感器通常安装在车辆的底盘上,可以实时测量车辆的总质量,根据车辆质量信号和车辆的结构参数,计算出车辆轴上所承受的载荷,车辆的结构参数包括轴距、轮距、轮胎半径等,将计算出的轴载荷系数与预设的阈值进行比较,如果轴载荷系数超过了预设的阈值,该单元会发出警报信号,提醒驾驶员注意车辆的行驶状态,提高车辆的行驶安全性和稳定性。车辆动态指标计算单元,所述车辆动态指标计算单元用于根据输入信号进行车辆动态指标计算,计算如下:

$f_{dynamics} = k_{\delta} \max\left(0, \frac{d\|\delta\|}{dt}\right) + k_{\psi} \|\ddot{\psi}\|$,其中, δ 为方向盘转向角信号, k_{δ} 为转向系数,

k_{ψ} 为横摆系数, $\ddot{\psi}$ 为横摆角信号。具体地,车辆动态指标计算单元根据输入信号计算车辆的

动态指标,该单元的计算公式为: $f_{dynamics} = k_{\delta} \max\left(0, \frac{d\|\delta\|}{dt}\right) + k_{\psi} \|\ddot{\psi}\|$,其中, δ 为方

方向盘转向角信号, k_{δ} 为转向系数, k_{ψ} 为横摆系数, $\ddot{\psi}$ 为横摆角信号,该公式的含义是,车辆

动态指标 $f_{dynamics}$ 由两部分组成:一部分是转向系数 k_{δ} 与方向盘转向角信号 δ 的乘积,另

一部分是横摆系数 k_{ψ} 与横摆角信号 $\ddot{\psi}$ 的乘积,其中 $\max\left(0, \frac{d\|\delta\|}{dt}\right)$ 表示取0和 $\frac{d\|\delta\|}{dt}$ 中的最大

值, $\frac{d\|\delta\|}{dt}$ 表示方向盘转向角信号 δ 的变化率,通过计算车辆动态指标 $f_{dynamics}$,可以实时了

解车辆的动态特性,为车辆行驶动态控制系统提供重要的参考依据,例如,当车辆动态指标

$f_{dynamics}$ 较大时,说明车辆的动态特性较为活跃,需要采取相应的控制措施来保持车辆的

稳定性;当车辆动态指标 $f_{dynamics}$ 较小时,说明车辆的动态特性较为平稳,不需要采取过

多的控制措施,通过计算车辆的动态指标,可以实时了解车辆的动态特性,为车辆行驶动态控制系统提供重要的参考依据。路面附着系数计算单元,所述路面附着系数计算单元用于

计算路面附着系数,并执行驾驶员意图分析,根据轴载荷系数计算结果、车辆动态指标计算结果、路面附着系数和驾驶员意图分析结果完成信号计算,根据信号计算结果生成控制分析结果。具体地,路面附着系数计算单元计算路面附着系数,并执行驾驶员意图分析,根据轴载荷系数计算结果、车辆动态指标计算结果、路面附着系数和驾驶员意图分析结果完成信号计算,根据信号计算结果生成控制分析结果,路面附着系数计算单元首先根据车辆的轮速、车速、纵向加速度等信息,计算出车辆的滑移率。然后,根据滑移率和路面类型等信息,计算出路面附着系数,在计算路面附着系数的同时,路面附着系数计算单元还会执行驾驶员意图分析,驾驶员意图分析主要是根据驾驶员的方向盘转角、油门踏板开度、刹车踏板开度等信息,分析驾驶员的意图,例如加速、减速、转向等,最后,路面附着系数计算单元会根据轴载荷系数计算结果、车辆动态指标计算结果、路面附着系数和驾驶员意图分析结果完成信号计算,根据信号计算结果生成控制分析结果,控制分析结果主要包括车辆的稳定性控制、牵引力控制、制动力分配等方面的控制策略。主控制模块通过根据轴载荷系数计算结果、车辆动态指标计算结果、路面附着系数和驾驶员意图分析结果完成信号计算,并根据信号计算结果生成控制分析结果,控制分析结果将用于后续的控制决策和执行,车辆行驶动态控制系统可以根据车辆的实际状态和驾驶员的意图,实时计算和调整控制信号,提高车辆的行驶稳定性和安全性。

[0022] 在一种可能的实现方式中,所述路面附着系数计算单元包括:目标横摆角速度获取子单元,所述目标横摆角速度获取子单元用于执行目标计算,如下:根据输入信号获取前轮转角,将所述前轮转角输入至车辆模型,生成目标横摆角速度。具体地,目标横摆角速度获取子单元根据输入信号获取前轮转角,并将其输入至车辆模型,生成目标横摆角速度,目标横摆角速度获取子单元接收来自传感器的输入信号,包括车速、方向盘转角、侧向加速度等,根据输入信号,计算出前轮转角,并将其输入至车辆模型中,车辆模型会根据前轮转角和其他车辆参数,计算出目标横摆角速度,目标横摆角速度获取子单元会将生成的目标横摆角速度输出给其他控制单元,以实现车辆行驶动态的控制,目标横摆角速度获取子单元的优点是能够快速、准确地获取目标横摆角速度,从而提高车辆行驶动态控制系统的响应速度和控制精度,具有较高的可靠性和稳定性,能够在各种复杂的行驶条件下正常工作。整车合力计算子单元,所述整车合力计算子单元用于根据纵向加速度信号、横向加速度信号和车辆质量信号、安全裕量进行整车合力计算。具体地,整车合力计算子单元根据纵向加速度信号、横向加速度信号、车辆质量信号和安全裕量,计算出车辆在行驶过程中所受到的合力,整车合力计算子单元接收来自传感器的纵向加速度信号、横向加速度信号和车辆质量信号,根据信号,计算出车辆在行驶过程中所受到的纵向力和横向力,将纵向力和横向力相加,得到车辆在行驶过程中所受到的合力,整车合力计算子单元的优点是能够快速、准确地计算出车辆在行驶过程中所受到的合力,从而为车辆行驶动态控制系统提供可靠的控制依据,子单元还具有较高的可靠性和稳定性,能够在各种复杂的行驶条件下正常工作。期望合力生成子单元,所述期望合力生成子单元用于根据轮端制动扭矩计算纵向力,根据目标横摆角速度计算横向力,根据所述纵向力和所述横向力生成期望合力。具体地,期望合力生成子单元根据轮端制动扭矩计算纵向力,根据目标横摆角速度计算横向力,并根据纵向力和横向力生成期望合力,期望合力生成子单元接收来自轮端制动系统的制动扭矩信号,并根据车辆的动力学模型计算出纵向力。纵向力是指车辆在行驶方向上所受到的力,它与制

动扭矩成正比,与车辆的质量和加速度成反比,接收来自车辆模型的目标横摆角速度信号,并根据车辆的动力学模型计算出横向力,横向力是指车辆在垂直于行驶方向上所受到的力,它与目标横摆角速度成正比,与车辆的质量和加速度成反比,期望合力生成子单元将计算出的纵向力和横向力相加,得到期望合力。期望合力是指车辆在行驶过程中所期望受到的合力,它与纵向力和横向力的大小和方向有关,期望合力生成子单元能够根据轮端制动扭矩和目标横摆角速度计算出期望合力,并将其输出给车辆行驶动态控制系统的其他部分,以实现车辆行驶动态的控制。目标横摆角速度限制值计算子单元,所述目标横摆角速度限制值计算子单元用于根据整车合力计算结果和期望合力计算目标横摆角速度限制值。具体地,目标横摆角速度限制值计算子单元根据整车合力计算结果和期望合力计算目标横摆角速度限制值,对于输入信号,通过其他子单元计算得到的整车在行驶过程中所受到的合力,整车合力计算结果,根据车辆的控制策略和驾驶员的输入,计算出的期望合力,根据整车合力计算结果和期望合力,计算出合力的偏差,根据合力偏差和车辆的动力学模型,计算出目标横摆角速度的变化量,将目标横摆角速度的变化量与当前的目标横摆角速度相加,得到新的目标横摆角速度限制值,将被传递给其他子单元,用于控制车辆的行驶动态,目标横摆角速度限制值计算子单元能够根据整车合力和期望合力的变化,实时计算出目标横摆角速度限制值,从而实现对车辆行驶动态的精确控制。控制分析结果生成子单元,所述控制分析结果生成子单元用于根据目标横摆角速度、目标横摆角速度限制值计算车辆状态系数,根据车辆状态系数和信号计算结果生成控制分析结果。具体地,控制分析结果生成子单元根据目标横摆角速度、目标横摆角速度限制值计算车辆状态系数,并根据车辆状态系数和信号计算结果生成控制分析结果,根据目标横摆角速度和目标横摆角速度限制值计算车辆状态系数,车辆状态系数是一个介于0和1之间的数值,用于表示车辆的行驶状态,车辆状态系数的计算公式为:车辆状态系数=(目标横摆角速度-目标横摆角速度限制值)/目标横摆角速度限制值,根据车辆状态系数和信号计算结果生成控制分析结果,控制分析结果是一个用于表示车辆行驶状态的数值,用于控制车辆的行驶动态,控制分析结果的计算公式为:控制分析结果=车辆状态系数×信号计算结果,控制分析结果生成子单元能够根据目标横摆角速度、目标横摆角速度限制值计算车辆状态系数,并根据车辆状态系数和信号计算结果生成控制分析结果,从而实现对车辆行驶动态的精确控制。

[0023] 在一种可能的实现方式中,所述控制分析结果生成子单元包括:弱化处理微单元,所述弱化处理微单元用于建立VDC控制模式中的降级模式的制动踏板和油门踏板的梯度限制,当VDC控制模式处于降级模式时,若原始信号超过上周期限制值的预设范围后,激活限制功能,根据所述限制功能进行加速度踏板、转向角、横摆角加速度和制动踏板进行弱化处理,具体地,弱化处理微单元建立VDC控制模式中的降级模式的制动踏板和油门踏板的梯度限制,并在VDC控制模式处于降级模式时,对加速度踏板、转向角、横摆角加速度和制动踏板进行弱化处理,在VDC控制模式中的降级模式下,为制动踏板和油门踏板建立梯度限制,具体来说,当VDC控制模式处于降级模式时,若原始信号超过上周期限制值的预设范围后,激活限制功能,根据限制功能进行加速度踏板、转向角、横摆角加速度和制动踏板进行弱化处理,对加速度踏板、转向角、横摆角加速度和制动踏板进行弱化处理,具体来说,当VDC控制模式处于降级模式时,若原始信号超过上周期限制值的预设范围后,激活限制功能,根据限制功能进行加速度踏板、转向角、横摆角加速度和制动踏板进行弱化处理。信号分析微单

元,所述信号分析微单元用于根据目标横摆角速度、目标横摆角速度限制值执行过度转向趋势的信号分析,并判断是否释放过度转向控制。具体地,信号分析微单元获取目标横摆角速度以及目标横摆角速度限制值,计算目标横摆角速度与目标横摆角速度限制值,得到偏差值,根据偏差值以及一些预设的阈值和规则来执行过度转向趋势的信号分析,例如,设定一个正向偏差阈值和一个负向偏差阈值,如果偏差值大于正向偏差阈值,表示有过度转向的趋势,如果偏差值小于负向偏差阈值,表示着特定的转向情况,在进行信号分析后,判断是否释放过度转向控制如果偏差值持续满足过度转向的条件一段时间(可以设定一个时间阈值),或者其他相关参数也指示过度转向情况明确存在,那么就判断需要释放过度转向控制;否则,判断为暂不释放,通过技术方案和分析过程,信号分析微单元能够有效地对过渡转向趋势进行监测和判断,为后续的控制决策提供重要依据。控制决策微单元,所述控制决策微单元用于根据过度转向控制结果和VDC控制模式完成控制决策。具体地,控制决策微单元获取过度转向控制结果,是一个表示是否存在过度转向以及其程度的标志或数值,用变量VDCM来表示,可以是0(表示无过度转向)或1(表示有过度转向)等,获取当前的VDC控制模式,有多种状态,如正常模式、降级模式等,根据过渡转向控制结果和VDCM来完成控制决策,例如:如果过度转向控制结果为0(无过度转向)且VDCM为正常模式,那么可能决定维持当前状态,不进行特殊的控制动作,如果过度转向控制结果为1(有过度转向)且VDCM为正常模式,可能决定启动某些纠正措施,如调整特定车轮的制动压力,如果过度转向控制结果为1(有过度转向)且VDCM为降级模式,可能会采取相对较为缓和的控制策略,比如稍微降低发动机输出功率,通过详细地分析过度转向控制结果和VDC控制模式的各种组合情况,并结合具体的计算过程,控制决策微单元能够做出合适的控制决策,以保障车辆的行驶稳定性和安全性。

[0024] 在一种可能的实现方式中,所述主控制模块30包括:转向趋势判断单元,所述转向趋势判断单元用于执行不足转向趋势判断,公式如下:
$$Un = Gain \cdot \frac{vGi_{Ackermann} - vGi_{Ist}}{vGi_{Ist}}$$
,

其中, $Gain$ 为常系数, vGi_{Ist} 为实际横摆角速度, $vGi_{Ackermann}$ 为Ackermann目标横摆角速度。具体地,转向趋势判断单元主要的任务为进行不足转向趋势判断,在这个过程中,利用特定的公式 $Un = Gain \cdot \frac{vGi_{Ackermann} - vGi_{Ist}}{vGi_{Ist}}$,常系数 $Gain$ 是一个预先设定的固定值,

用于调整计算的权重,获取实际横摆角速度 vGi_{Ist} 和Ackermann目标横摆角速度 $vGi_{Ackermann}$,通过计算,得到一个具体的 Un 值,根据这个值的大小、正负等情况,可以判断不足转向趋势的程度,如果 Un 的值较大且为正值,表示存在较为明显的不足转向趋势,如果值较小或接近零,则表明不足转向趋势不明显或不存在,通过不断地采集和计算实际横摆角速度以及目标横摆角速度,并代入公式进行分析,转向趋势判断单元能够实时、准确地监测车辆的转向趋势,为后续的车辆控制和调整提供关键依据。控制决策完成单元,所述控制决策完成单元用于根据判断结果进行不足转向控制释放分析,根据不足转向控制释放分析结果、过度转向控制结果和VDC控制模式完成控制决策。具体地,控制决策完成单元根据不足转向控制释放分析结果、过渡转向控制结果和VDC控制模式来完成最终的控制决策,通过转向趋势判断单元得到的不足转向趋势判断结果,进行不足转向控制释放分析,分析

过程涉及对车辆状态、驾驶员操作等因素的综合考虑,结合过度转向控制结果和VDC控制模式,共同参与控制决策,VDC控制模式包括正常模式、降级模式等不同的工作状态,假设不足转向控制释放分析结果表明需要增加转向助力,过度转向控制结果显示车辆稳定,VDC控制模式为正常模式,那么控制决策保持当前的转向助力水平,不进行额外的调整,具体控制决策过程涉及,确定不足转向控制释放的程度,考虑过度转向控制的稳定性指标,如横摆角速度等,根据VDC控制模式的要求,确定是否需要调整其他相关参数,如制动压力或发动机输出功率,通过以上的分析和计算,控制决策完成单元能够做出综合的决策,以实现车辆的稳定控制和安全行驶,具体的决策算法和参数设置可能会根据车辆的特性和设计要求进行调整和优化。

[0025] 在一种可能的实现方式中,所述主控制模块30包括:比例系数计算单元,所述比例系数计算单元用于计算横摆扭矩增量的比例系数,所述比例系数通过车辆载荷状态、不足转向值、VDC控制模式、后轴侧偏角饱和值计算获得。具体地,比例系数计算单元通过综合考虑车辆载荷状态、不足转向值、VDC控制模式以及后轴侧偏角饱和值来精确计算横摆扭矩增量的比例系数,车辆载荷状态反映了车辆当前所承载的重量情况,对车辆的操控性能产生影响,通过传感器或相关检测手段获取车辆载荷状态的具体数据,不足转向值则体现了车辆转向特性,其大小表明了转向不足的程度,不同的VDC控制模式对横摆扭矩的调整策略产生影响,在某些模式下需要更积极地调整横摆扭矩以确保稳定性,后轴侧偏角饱和值与车辆后轴的运动状态密切相关,反映了后轴可能达到的极限状态,综合计算比例系数,将车辆载荷状态、不足转向值、VDC控制模式和后轴侧偏角饱和值等作为输入变量,通过设定不同变量的权重,计算所有变量的权重乘积的乘积,通过计算,得到横摆扭矩增量的比例系数,系数反映了各种因素对横摆扭矩增量比例的综合影响,为后续的控制决策提供了重要依据。基础横摆扭矩增量计算单元,所述基础横摆扭矩增量计算单元用于计算基础横摆扭矩增量,根据基础扭矩增量和比例系数完成控制决策。具体地,基础横摆扭矩增量计算单元接收来自车辆传感器和其他相关系统的信息,包括车辆载荷状态、不足转向值、VDC控制模式和后轴侧偏角饱和值等,其中,车辆载荷状态值通过传感器数据综合计算得出,不足转向值通过转向系统的相关参数计算,VDC控制模式值有几种离散状态,如1、2、3等,后轴侧偏角饱和值,范围为0到90度,通过计算系统信息对应的权重乘积和得到比例系数,接着计算基础扭矩增量与比例系数乘积,得到基础横摆扭矩增量,结合实时参数,如车速、方向盘转角等进一步确定最终的控制决策,如果基础横摆扭矩增量大于一定阈值且车速在特定范围内且方向盘转角满足某些条件时,执行对应控制策略,调整特定车轮的驱动力分配或施加特定大小的制动力等,在实际应用中公式和规则会经过大量的实验和调试来不断优化和精确,以确保系统在各种工况下都能实现良好的控制效果。

[0026] 在一种可能的实现方式中,所述主控制模块30包括:轮胎实际工作点单元,所述轮胎实际工作点单元用于根据动力矩、制动力矩、车辆质量信号、滑移率、路面附着系数计算轮胎的实际工作点和横摆力矩增量。具体地,轮胎实际工作点单元首先获取动力矩、制动力矩、车辆质量信号,计算动力矩与制动力矩的差值与车辆质量信号的比值,计算得出车辆的加速度,结合滑移率和路面附着系数,计算轮胎的实际纵向力量和横向力,根据轮胎的实际纵向力和横向力,确定轮胎的实际工作点,横摆力矩增量根据轮胎的横向力分布、轮距等进行积分求和运算得出。制动力分配单元,所述制动力分配单元用于根据目标横摆力矩增量

和横摆力矩增量、轮胎的实际工作点进行控制横摆力矩分配,计算每个轮胎的目标制动扭矩和目标滑移率,生成制动力分配结果。具体地,目标横摆力矩增量与计算得到的横摆力矩增量进行比较和分析,根据轮胎的实际工作点以及两者的差异,计算每个轮胎的目标制动扭矩和目标滑移率,考虑各个轮胎对横摆力矩的贡献程度以及车辆的动态特性等因素,例如,轮胎位置。驱动力分配单元,所述驱动力分配单元用于根据目标横摆角速度进行驱动力分配,生成驱动力分配结果,基于制动力分配结果和/或驱动力分配结果完成控制决策。具体地,驱动力分配单元获取目标横摆角速度,目标横摆角速度通常是根据车辆的行驶需求、驾驶员意图以及当前的行驶状况等因素综合确定的,假设车辆有四个车轮,分别为前轮左轮、前轮右轮、后轮左轮和后轮右轮,计算每个车轮对横摆角速度的贡献度,考虑车轮的位置、转动惯量、与车辆质心的距离等因素,例如,对于前轮左轮,其贡献度通过计算位置、转动惯量、距离计算得出,其他车轮同理,根据目标横摆角速度和各个车轮的贡献度,计算每个车轮所需的驱动力增量,结合当前每个车轮的实际驱动力,计算出调整后的驱动力,通过相同的计算,得到其他车轮的调整后驱动力,生成了驱动力分配结果,其中包含了每个车轮的具体驱动力值,基于制动力分配结果和/或驱动力分配结果,综合考虑车辆的稳定性、操控性、动力性能等多方面因素,完成控制决策,例如,决定是否调整发动机输出扭矩、是否启用特定的驱动模式等,以确保车辆能够按照预期的目标横摆角速度行驶,同时保持良好的操控和稳定性能。

[0027] 信号输出模块40,用于根据控制分析结果进行信号输出,执行车辆行驶动态控制。具体而言,信号输出模块40将控制分析结果转化为实际信号并执行车辆行驶动态控制,接收到来自控制分析模块的具体控制分析结果后,对结果进行解读和分类,例如,控制分析结果可能包括需要调整发动机输出功率的信息、需要改变制动系统压力的信息、需要调整转向角度的信息等,如果分析结果表明需要增加发动机输出功率以提升车辆加速性能,信号输出模块40会根据预先设定的功率调整算法,计算出具体的功率增加量,信号输出模块40将这个新的功率设定值转化为相应的电信号,如电压信号或电流信号,对于制动系统压力的调整,需要增加某个车轮的制动压力以实现特定的动态控制效果,信号输出模块40会根据要求的压力增量和当前压力值,计算出实际要输出的压力信号值,在转向角度的调整方面,若控制分析结果指示需要微调转向角度,信号输出模块40会根据角度调整量和当前转向角度,通过精确的计算得出新的转向角度设定值,并将其转化为控制转向系统的电信号,完成具体信号的计算和转化后,信号输出模块40将这些信号准确地输出到相应的执行机构,如发动机控制系统、制动系统和转向系统等,执行机构接收到信号后,会按照指令进行精确的动作,从而实现对车辆行驶动态的有效控制,确保车辆按照期望的行驶状态和性能表现运行,整个过程需要高度的准确性和实时性,以保障车辆在各种复杂路况下的安全性和稳定性,信号输出模块40必须能够快速、准确地处理和输出各种不同类型的控制信号,以适应不同的控制需求和车辆动态变化,还需要与其他系统模块紧密配合,形成一个高效、协调的整体控制系统,共同完成车辆行驶动态的精确控制。

[0028] 本申请实施例采用获取输入信号,采集车辆的自身信号,根据自身信号、输入信号进行控制分析,生成控制分析结果,控制分析包括动态状态分析、信号计算、目标计算、转向分析、制动驱动分配分析,生成控制分析结果,进行控制决策,根据控制分析结果进行信号输出,执行车辆行驶动态控制,通过采用先进的传感器与智能的控制算法,实现对车辆状态

的精准感知和实时动态调整,达到了提升车辆行驶的稳定性的目的,保障了行车的安全与舒适的技术效果。

[0029] 在上文中,参照图1详细描述了根据本发明实施例的一种车辆行驶动态控制系统。接下来,将参照图2描述根据本发明实施例的一种车辆行驶动态控制方法。

[0030] 基于一种车辆行驶动态控制方法,如图2所示,所述方法包括:S100:获取输入信号,输入信号包括动力信号、轮速信号、纵向加速度信号、横向加速度信号、横摆角信号、方向盘转角信号;S200:采集车辆的自身信号,所述自身信号包括车辆状态估计信号、车辆质量信号;S300:根据所述自身信号、输入信号进行控制分析,生成控制分析结果,控制分析包括动态状态分析、信号计算、目标计算、转向分析、制动驱动分配分析,生成控制分析结果包括根据动态状态分析中的VDC控制模式进行控制决策;S400:根据控制分析结果进行信号输出,执行车辆行驶动态控制。

[0031] 在一种可能的实现方式中,所述一种车辆行驶动态控制方法还包括:对动态状态分析中的VDC控制模式进行判断,当动态状态分析中的VDC控制模式处于开启模式时,执行信号计算,包括:根据车辆质量信号执行轴载荷系数计算,生成轴载荷系数计算结果;根据输入信号进行车辆动态指标计算,计算如下: $f_{dynamics} = k_{\delta} \max\left(0, \frac{d\|\delta\|}{dt}\right) + k_{\psi} \|\ddot{\psi}\|$;

其中, δ 为方向盘转角信号, k_{δ} 为转向系数, k_{ψ} 为横摆系数, $\ddot{\psi}$ 为横摆角信号;计算路面附着系数,并执行驾驶员意图分析,根据轴载荷系数计算结果、车辆动态指标计算结果、路面附着系数和驾驶员意图分析结果完成信号计算,根据信号计算结果生成控制分析结果。

[0032] 在一种可能的实现方式中,所述一种车辆行驶动态控制方法还包括:执行目标计算,如下:根据输入信号获取前轮转角,将所述前轮转角输入至车辆模型,生成目标横摆角速度;根据纵向加速度信号、横向加速度信号和车辆质量信号、安全裕量进行整车合力计算;根据轮端制动扭矩计算纵向力,根据目标横摆角速度计算横向力,根据所述纵向力和所述横向力生成期望合力;根据整车合力计算结果和期望合力计算目标横摆角速度限制值;根据目标横摆角速度、目标横摆角速度限制值计算车辆状态系数,根据车辆状态系数和信号计算结果生成控制分析结果。

[0033] 在一种可能的实现方式中,所述一种车辆行驶动态控制方法还包括:建立VDC控制模式中的降级模式的制动踏板和油门踏板的梯度限制,当VDC控制模式处于降级模式时,若原始信号超过上周期限制值的预设范围后,激活限制功能,根据所述限制功能进行加速度踏板、转角、横摆角加速度和制动踏板进行弱化处理;根据目标横摆角速度、目标横摆角速度限制值执行过度转向趋势的信号分析,并判断是否释放过度转向控制;根据过度转向控制结果和VDC控制模式完成控制决策。

[0034] 在一种可能的实现方式中,所述一种车辆行驶动态控制方法还包括:执行不足转向趋势判断,公式如下: $Un = Gain \cdot \frac{vGi_{Ackermann} - vGi_{Ist}}{vGi_{Ist}}$;其中, $Gain$ 为常系数, vGi_{Ist} 为实际横摆角速度, $vGi_{Ackermann}$ 为Ackermann目标横摆角速度;根据判断结果进行不足转向控制释放分析,根据不足转向控制释放分析结果、过度转向控制结果和VDC控制模式完成控制决策。

[0035] 在一种可能的实现方式中,所述一种车辆行驶动态控制方法还包括:计算横摆扭

矩增量的比例系数,所述比例系数通过车辆载荷状态、不足转向值、VDC控制模式、后轴侧偏角饱和值计算获得;计算基础横摆扭矩增量,根据基础扭矩增量和比例系数完成控制决策。

[0036] 在一种可能的实现方式中,所述一种车辆行驶动态控制方法还包括:根据动力矩、制动力矩、车辆质量信号、滑移率、路面附着系数计算轮胎的实际工作点和横摆力矩增量;根据目标横摆力矩增量和横摆力矩增量、轮胎的实际工作点进行控制横摆力矩分配,计算每个轮胎的目标制动扭矩和目标滑移率,生成制动力分配结果;根据目标横摆角速度进行驱动力分配,生成驱动力分配结果,基于制动力分配结果和/或驱动力分配结果完成控制决策。

[0037] 本发明实施例所提供的一种车辆行驶动态控制系统可执行本发明任意实施例所提供的一种车辆行驶动态控制方法,具备执行方法相应的功能模块和有益效果。

[0038] 虽然本申请对根据本申请的实施例的系统中的某些模块做出了各种引用,然而,任何数量的不同模块可以被使用并运行在用户终端和/或服务器上,所包括的各个单元和模块只是按照功能逻辑进行划分的,但并不局限于上述的划分,只要能够实现相应的功能即可;另外,各功能单元的具体名称也只是为了便于相互区分,并不用于限制本发明的保护范围。

[0039] 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、组合和替代。任何在本申请的精神和原则之内所做的修改、等同替换和改进等,均应包含在本申请保护范围之内。在一些情况下,在本申请中记载的动作或步骤可以按照不同于实施例中的顺序来执行并且仍然可以实现期望的结果。另外,在附图中描绘的过程不一定要求示出的特定顺序或者连续顺序才能实现期望的结果。在某些实施方式中,多任务处理和并行处理也是可以的或者可能是有利的。



图 1

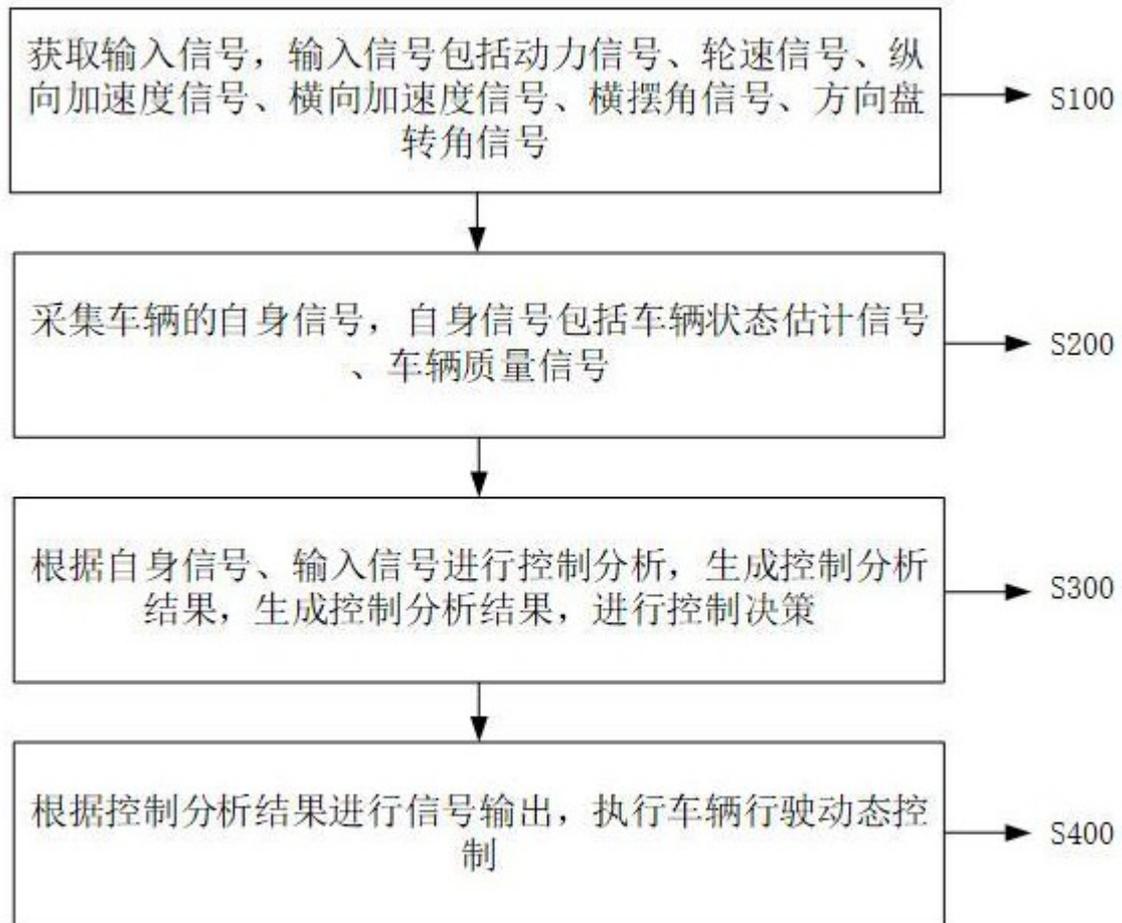


图 2