



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107487326 B

(45)授权公告日 2019.11.22

(21)申请号 201710454881.8

(22)申请日 2017.06.15

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107487326 A

(43)申请公布日 2017.12.19

(73)专利权人 宝沃汽车(中国)有限公司  
地址 100102 北京市朝阳区阜通东大街1号  
院2号楼

(72)发明人 郭庆悌 於涛

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限  
责任公司 11240

代理人 赵囡囡 褚敏

(51)Int.Cl.  
B60W 30/18(2012.01)

(56)对比文件

CN 103303157 A,2013.09.18,  
CN 104724113 A,2015.06.24,  
CN 204821554 U,2015.12.02,  
EP 2009329 A1,2008.12.31,  
US 2016/0193916 A1,2016.07.07,  
CN 105774597 A,2016.07.20,

审查员 陈泽鑫

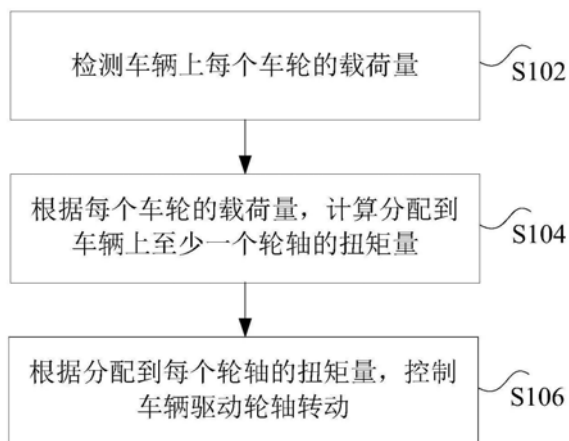
权利要求书5页 说明书12页 附图4页

(54)发明名称

车辆驱动的控制方法和装置

(57)摘要

本发明公开了一种车辆驱动的控制方法和装置。其中,该方法包括:检测车辆上每个车轮的载荷量;根据每个车轮的载荷量,计算分配到车辆上至少一个轮轴的扭矩量;根据分配到每个轮轴的扭矩量,控制车辆驱动轮轴转动。本发明解决了现有技术采用固定的负载质量和质心位置计算得到的车轮载荷量对车辆上每个轮轴上的扭矩量进行分配的方案导致准确度低的技术问题。



1. 一种车辆驱动的控制方法,其特征在于,包括:

检测车辆上每个车轮的载荷量;

根据所述每个车轮的载荷量,计算分配到所述车辆上至少一个轮轴的扭矩量;

根据所述分配到每个轮轴的扭矩量,控制所述车辆驱动所述轮轴转动;

其中,根据所述每个车轮的载荷量,计算分配到所述车辆上至少一个轮轴的扭矩量,包括如下至少之一:根据所述车辆在驱动状态下每个车轮的载荷量,计算所述车辆由于驱动分配到所述至少一个轮轴的第一扭矩量;根据所述车辆在转向状态下每个车轮的载荷量,计算所述车辆由于转向的侧向力分配到所述至少一个轮轴的第二扭矩量;

所述车辆为四驱车,包括:两个前轮和两个后轮,其中,所述两个前轮通过前轮轴驱动,所述两个后轮通过后轮轴驱动,其中,根据所述每个车轮的载荷量,计算所述车辆由于驱动分配到所述至少一个轮轴的第一扭矩量,包括:通过如下公式计算所述车辆由于驱动分配到所述前轮轴和所述后轮轴上的第一扭矩量:

$$\tau_{Rf} = k_f R_f \tau_R;$$

$$\tau_{Rr} = k_r R_r \tau_R;$$

其中,

$$R_f = \frac{F_{z\_fl} + F_{z\_fr}}{F_{z\_fl} + F_{z\_fr} + F_{z\_rl} + F_{z\_rr}};$$

$$R_r = 1 - R_f;$$

其中, $\tau_R$ 为总的扭矩量, $\tau_{Rf}$ 为由于驱动分配到所述前轮轴的扭矩量, $\tau_{Rr}$ 为由于驱动分配到所述后轮轴的扭矩量, $k_f$ 为所述前轮轴的电机扭矩与对应的驱动轴扭矩之比, $k_r$ 为所述后轮轴的电机扭矩与对应的驱动轴扭矩之比, $R_f$ 为由于驱动分配到所述前轮轴上的力矩占比, $R_r$ 为由于驱动分配到所述后轮轴上的力矩占比, $F_{z\_fl}$ 为所述车辆在驱动状态下所述前轮轴上左轮的载荷量, $F_{z\_fr}$ 为所述车辆在驱动状态下所述前轮轴上右轮的载荷量, $F_{z\_rl}$ 为所述车辆在驱动状态下所述后轮轴上左轮的载荷量, $F_{z\_rr}$ 为所述车辆在驱动状态下所述后轮轴上右轮的载荷量;

其中,根据所述每个车轮的载荷量,计算所述车辆由于转向的侧向力分配到所述至少一个轮轴的第二扭矩量,包括:通过如下公式计算所述车辆由于转向的侧向力分配到所述前轮轴和所述后轮轴上的第二扭矩量:

$$\tau_{x\_f} = k_f \frac{F_{x\_f}}{F_{x\_f} + F_{x\_r}} \tau_R;$$

$$\tau_{x\_r} = k_r \frac{F_{x\_r}}{F_{x\_f} + F_{x\_r}} \tau_R;$$

其中,

$$F_{x\_f} = \text{Min}\left(\sqrt{\mu^2 W_{fl}^2 - F_{y\_fl}^2}, \sqrt{\mu^2 W_{fr}^2 - F_{y\_fr}^2}\right);$$

$$F_{x\_r} = \text{Min}\left(\sqrt{\mu^2 W_{rl}^2 - F_{y\_rl}^2}, \sqrt{\mu^2 W_{rr}^2 - F_{y\_rr}^2}\right);$$

其中，

$$F_{y\_fl} = F_{y\_f} \frac{F_{z\_fl}}{F_{z\_fl} + F_{z\_fr}} ;$$

$$F_{y\_fr} = F_{y\_f} \frac{F_{z\_fr}}{F_{z\_fl} + F_{z\_fr}} ;$$

$$F_{y\_rl} = F_{y\_r} \frac{F_{z\_rl}}{F_{z\_rl} + F_{z\_rr}} ;$$

$$F_{y\_rr} = F_{y\_r} \frac{F_{z\_rr}}{F_{z\_rl} + F_{z\_rr}} ;$$

其中，

$$F_{y\_f} = \frac{I_z \dot{\omega} + M_{car} a_y L_r}{(L_f + L_r) \cos(\delta)} ;$$

$$F_{y\_r} = \frac{-I_z \dot{\omega} + M_{car} a_y L_f}{(L_f + L_r) \cos(\delta)} ;$$

$$\text{其中, } L_f = \frac{F_{z\_fl\_o} + F_{z\_fr\_o}}{F_{z\_fl\_o} + F_{z\_fr\_o} + F_{z\_rl\_o} + F_{z\_rr\_o}} L ;$$

$$L_r = \frac{F_{z\_rl\_o} + F_{z\_rr\_o}}{F_{z\_fl\_o} + F_{z\_fr\_o} + F_{z\_rl\_o} + F_{z\_rr\_o}} L ;$$

其中， $\tau_{x\_f}$ 为由于转向的侧向力分配到所述前轮轴的扭矩量， $\tau_{x\_r}$ 为由于转向的侧向力分配到所述后轮轴的扭矩量， $k_f$ 为所述前轮轴的电机扭矩与对应的驱动轴扭矩之比， $k_r$ 为所述后轮轴的电机扭矩与对应的驱动轴扭矩之比， $F_{x\_f}$ 为由于转向的侧向力分配到所述前轮轴上的力矩量， $F_{x\_r}$ 为由于转向的侧向力分配到所述后轮轴上的力矩量， $\mu$ 为路面摩擦系数， $W_{fl}$ 为所述车辆在转向状态下所述前轮轴上左轮的载荷量， $W_{fr}$ 为所述车辆在转向状态下所述前轮轴上右轮的载荷量， $W_{rl}$ 为所述车辆在转向状态下所述后轮轴上左轮的载荷量， $W_{rr}$ 为所述车辆在转向状态下所述后轮轴上右轮的载荷量， $F_{y\_fl}$ 为由于转向的侧向力分配到所述前轮轴左轮上的力矩， $F_{y\_fr}$ 为由于转向的侧向力分配到所述前轮轴左轮上的力矩， $F_{y\_rl}$ 为由于转向的侧向力分配到所述前轮轴左轮上的力矩， $F_{y\_rr}$ 为由于转向的侧向力分配到所述前轮轴左轮上的力矩， $F_{y\_f}$ 为由于转向的侧向力分配到所述前轮轴上的力矩， $F_{y\_r}$ 为由于转向的侧向力分配到所述后轮轴上的力矩， $\delta$ 为前轮转向角， $M_{car}$ 为汽车质量， $I_z$ 为横摆转动惯量， $a_y$ 为横向加速度， $\dot{\omega}$ 横摆加速度， $L_f$ 和 $L_r$ 分别为所述车辆的前轮轴和后轮轴距离质心的距离， $L$ 为所述前轮轴和所述后轮轴之间的距离， $F_{z\_fl\_o}$ 为所述车辆在无加速状态下所述前轮轴上左轮的载荷量， $F_{z\_fr\_o}$ 为所述车辆在无加速状态下所述前轮轴上右轮的载荷量， $F_{z\_rl\_o}$ 为所述车辆在无加速状态下所述后轮轴上左轮的载荷量， $F_{z\_rr\_o}$ 为所述车辆在无加速状态下所述后轮轴上右轮的载荷量。

2. 根据权利要求1所述的控制方法,其特征在于,检测车辆上每个车轮的载荷量,包括:通过安装在所述车辆的每个车轮上力传感器检测所述车轮的垂向载荷量。

3. 根据权利要求1所述的控制方法,其特征在于,检测车辆上每个车轮的载荷量,包括:检测所述车辆在至少一种行驶状态下每个车轮的载荷量,其中,所述行驶状态包括:无加速状态、驱动状态和转向状态。

4. 根据权利要求3所述的控制方法,其特征在于,在根据所述每个车轮的载荷量,计算分配到所述车辆上至少一个轮轴的扭矩量之前,所述方法还包括:

根据所述车辆在无加速状态下每个车轮的载荷量,确定所述车辆的质心位置。

5. 根据权利要求1所述的控制方法,其特征在于,在根据所述每个车轮的载荷量,计算分配到所述车辆上至少一个轮轴的扭矩量之后,所述方法还包括:

比较每个轮轴的第一扭矩量和第二扭矩量的大小;

如果所述第一扭矩量大于所述第二扭矩量,则将所述第二扭矩量作为分配到所述轮轴的扭矩量;

如果所述第一扭矩量小于或等于所述第二扭矩量,则将所述第一扭矩量作为分配到所述轮轴的扭矩量。

6. 一种车辆驱动的控制装置,其特征在于,包括:

检测单元,用于检测车辆上每个车轮的载荷量;

计算单元,用于根据所述每个车轮的载荷量,计算分配到所述车辆上至少一个轮轴的扭矩量;

控制单元,用于根据所述分配到每个轮轴的扭矩量,控制所述车辆驱动所述轮轴进行转动;

其中,根据所述每个车轮的载荷量,计算分配到所述车辆上至少一个轮轴的扭矩量,包括如下至少之一:根据所述车辆在驱动状态下每个车轮的载荷量,计算所述车辆由于驱动分配到所述至少一个轮轴的第一扭矩量;根据所述车辆在转向状态下每个车轮的载荷量,计算所述车辆由于转向的侧向力分配到所述至少一个轮轴的第二扭矩量;

所述车辆为四驱车,包括:两个前轮和两个后轮,其中,所述两个前轮通过前轮轴驱动,所述两个后轮通过后轮轴驱动,其中,根据所述每个车轮的载荷量,计算所述车辆由于驱动分配到所述至少一个轮轴的第一扭矩量,包括:通过如下公式计算所述车辆由于驱动分配到所述前轮轴和所述后轮轴上的第一扭矩量:

$$\tau_{Rf} = k_f R_f \tau_R;$$

$$\tau_{Rr} = k_r R_r \tau_R;$$

其中,

$$R_f = \frac{F_{z\_fl} + F_{z\_fr}}{F_{z\_fl} + F_{z\_fr} + F_{z\_rl} + F_{z\_rr}};$$

$$R_r = 1 - R_f;$$

其中, $\tau_R$ 为总的扭矩量, $\tau_{Rf}$ 为由于驱动分配到所述前轮轴的扭矩量, $\tau_{Rr}$ 为由于驱动分配到所述后轮轴的扭矩量, $k_f$ 为所述前轮轴的电机扭矩与对应的驱动轴扭矩之比, $k_r$ 为所述后轮轴的电机扭矩与对应的驱动轴扭矩之比, $R_f$ 为由于驱动分配到所述前轮轴上的力矩占比, $R_r$ 为由于驱动分配到所述后轮轴上的力矩占比, $F_{z\_fl}$ 为所述车辆在驱动状态下所述前轮

轴上左轮的载荷量,  $F_{z\_fr}$  为所述车辆在驱动状态下所述前轮轴上右轮的载荷量,  $F_{z\_rl}$  为所述车辆在驱动状态下所述后轮轴上左轮的载荷量,  $F_{z\_rr}$  为所述车辆在驱动状态下所述后轮轴上右轮的载荷量;

其中, 根据所述每个车轮的载荷量, 计算所述车辆由于转向的侧向力分配到所述至少一个轮轴的第二扭矩量, 包括: 通过如下公式计算所述车辆由于转向的侧向力分配到所述前轮轴和所述后轮轴上的第二扭矩量:

$$\tau_{x\_f} = k_f \frac{F_{x\_f}}{F_{x\_f} + F_{x\_r}} \tau_R;$$

$$\tau_{x\_r} = k_r \frac{F_{x\_r}}{F_{x\_f} + F_{x\_r}} \tau_R;$$

其中,

$$F_{x\_f} = \text{Min}\left(\sqrt{\mu^2 W_{fl}^2 - F_{y\_fl}^2}, \sqrt{\mu^2 W_{fr}^2 - F_{y\_fr}^2}\right);$$

$$F_{x\_r} = \text{Min}\left(\sqrt{\mu^2 W_{rl}^2 - F_{y\_rl}^2}, \sqrt{\mu^2 W_{rr}^2 - F_{y\_rr}^2}\right);$$

其中,

$$F_{y\_fl} = F_{y\_f} \frac{F_{z\_fl}}{F_{z\_fl} + F_{z\_fr}};$$

$$F_{y\_fr} = F_{y\_f} \frac{F_{z\_fr}}{F_{z\_fl} + F_{z\_fr}};$$

$$F_{y\_rl} = F_{y\_r} \frac{F_{z\_rl}}{F_{z\_rl} + F_{z\_rr}};$$

$$F_{y\_rr} = F_{y\_r} \frac{F_{z\_rr}}{F_{z\_rl} + F_{z\_rr}};$$

其中,

$$F_{y\_f} = \frac{I_z \omega + M_{car} a_y L_r}{(L_f + L_r) \cos(\delta)};$$

$$F_{y\_r} = \frac{-I_z \omega + M_{car} a_y L_f}{(L_f + L_r) \cos(\delta)};$$

$$\text{其中, } L_f = \frac{F_{z\_fl\_o} + F_{z\_fr\_o}}{F_{z\_fl\_o} + F_{z\_fr\_o} + F_{z\_rl\_o} + F_{z\_rr\_o}} L;$$

$$L_r = \frac{F_{z\_rl\_o} + F_{z\_rr\_o}}{F_{z\_fl\_o} + F_{z\_fr\_o} + F_{z\_rl\_o} + F_{z\_rr\_o}} L;$$

其中,  $\tau_{x_f}$  为由于转向的侧向力分配到所述前轮轴的扭矩量,  $\tau_{x_r}$  为由于转向的侧向力分配到所述后轮轴的扭矩量,  $k_f$  为所述前轮轴的电机扭矩与对应的驱动轴扭矩之比,  $k_r$  为所述后轮轴的电机扭矩与对应的驱动轴扭矩之比,  $F_{x_f}$  为由于转向的侧向力分配到所述前轮轴上的力矩量,  $F_{x_r}$  为由于转向的侧向力分配到所述后轮轴上的力矩量,  $\mu$  为路面摩擦系数,  $W_{f1}$  为所述车辆在转向状态下所述前轮轴上左轮的载荷量,  $W_{fr}$  为所述车辆在转向状态下所述前轮轴上右轮的载荷量,  $W_{r1}$  为所述车辆在转向状态下所述后轮轴上左轮的载荷量,  $W_{rr}$  为所述车辆在转向状态下所述后轮轴上右轮的载荷量,  $F_{y_{f1}}$  为由于转向的侧向力分配到所述前轮轴左轮上的力矩,  $F_{y_{fr}}$  为由于转向的侧向力分配到所述前轮轴右轮上的力矩,  $F_{y_{r1}}$  为由于转向的侧向力分配到所述后轮轴左轮上的力矩,  $F_{y_{rr}}$  为由于转向的侧向力分配到所述后轮轴右轮上的力矩,  $F_{y_f}$  为由于转向的侧向力分配到所述前轮轴上的力矩,  $F_{y_r}$  为由于转向的侧向力分配到所述后轮轴上的力矩,  $\delta$  为前轮转向角,  $M_{car}$  为汽车质量,  $I_z$  为横摆转动惯量,  $a_y$  为横向加速度,  $\dot{\omega}$  横摆加速度,  $L_f$  和  $L_r$  分别为所述车辆的前轮轴和后轮轴距离质心的距离,  $L$  为所述前轮轴和所述后轮轴之间的距离,  $F_{z_{f1_0}}$  为所述车辆在无加速状态下所述前轮轴上左轮的载荷量,  $F_{z_{fr_0}}$  为所述车辆在无加速状态下所述前轮轴上右轮的载荷量,  $F_{z_{r1_0}}$  为所述车辆在无加速状态下所述后轮轴上左轮的载荷量,  $F_{z_{rr_0}}$  为所述车辆在无加速状态下所述后轮轴上右轮的载荷量。

7. 一种存储介质, 其特征在于, 所述存储介质包括存储的程序, 其中, 所述程序执行权利要求1至5中任意一项所述的车辆驱动的控制方法。

8. 一种处理器, 其特征在于, 所述处理器用于运行程序, 其中, 所述程序运行时执行权利要求1至5中任意一项所述的车辆驱动的控制方法。

## 车辆驱动的控制方法和装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及车辆控制领域,具体而言,涉及一种车辆驱动的控制方法和装置。

### 背景技术

[0002] 目前,汽车的驱动方式主要有前驱、后驱和四驱三种类型。传统的汽车驱动车驱动和制动策略主要是使用固定的质量和质心位置计算汽车的车轮载荷,并根据计算出的车轮载荷分配各个轴的扭矩,以四驱车为例,主要基于踏板开度、车速、转向角等信号来计算每个车轮的载荷,然后根据计算出的载荷分配四驱车前后轴的扭矩。

[0003] 众所周知,由于汽车质量受负载质量的影响比较大,随着汽车上负载质量的变换,汽车质量和质心位置也在实时变化,传统的驱动策略无法准确地根据汽车的实时质量和质心位置来计算汽车上各个车轮的车轮载荷量,并根据实时的车轮载荷量分配汽车上各个轮轴的扭矩量。

[0004] 针对上述的问题,目前尚未提出有效的解决方案。

### 发明内容

[0005] 本发明实施例提供了一种车辆驱动的控制方法和装置,以至少解决现有技术采用固定的负载质量和质心位置计算得到的车轮载荷量对车辆上每个轮轴上的扭矩量进行分配的方案导致准确度低的技术问题。

[0006] 根据本发明实施例的一个方面,提供了一种车辆驱动的控制方法,包括:检测车辆上每个车轮的载荷量;根据每个车轮的载荷量,计算分配到车辆上至少一个轮轴的扭矩量;根据分配到每个轮轴的扭矩量,控制车辆驱动轮轴转动。

[0007] 根据本发明实施例的另一方面,还提供了一种车辆驱动的控制装置,包括:检测单元,用于检测车辆上每个车轮的载荷量;计算单元,用于根据每个车轮的载荷量,计算分配到车辆上至少一个轮轴的扭矩量;控制单元,用于根据分配到每个轮轴的扭矩量,控制车辆驱动轮轴进行转动。

[0008] 根据本发明实施例的另一方面,还提供了一种存储介质,其特征在于,存储介质包括存储的程序,其中,程序执行上述的车辆驱动的控制方法。

[0009] 根据本发明实施例的另一方面,还提供了一种处理器,处理器用于运行程序,其中,程序运行时执行上述的车辆驱动的控制方法。

[0010] 在本发明实施例中,通过检测车辆上每个车轮的载荷量;根据每个车轮的载荷量,计算分配到车辆上至少一个轮轴的扭矩量;根据分配到每个轮轴的扭矩量,控制车辆驱动轮轴转动,达到了满足不同负载质量的车辆准确地进行自动驱动控制的目的,从而实现了提高车辆操控性能和轮胎使用寿命的技术效果,进而解决了现有技术采用固定的负载质量和质心位置计算得到的车轮载荷量对车辆上每个轮轴上的扭矩量进行分配的方案导致准确度低的技术问题。

## 附图说明

[0011] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0012] 图1是根据本发明实施例的一种车辆驱动的控制方法流程图;

[0013] 图2是根据本发明实施例的一种可选的车辆驱动的控制方法流程图;

[0014] 图3是根据本发明实施例的一种可选的车辆驱动的控制方法流程图;

[0015] 图4是根据本发明实施例的一种四驱汽车的扭矩分配控制策略示意图;以及

[0016] 图5是根据本发明实施例的一种车辆驱动的控制装置示意图。

## 具体实施方式

[0017] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分的实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,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他实施例,都应当属于本发明保护的范围。

[0018] 需要说明的是,本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,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、产品或设备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、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0019] 实施例1

[0020] 根据本发明实施例,提供了一种车辆驱动的控制方法实施例,需要说明的是,在附图的流程图示出的步骤可以在诸如一组计算机可执行指令的计算机系统中执行,并且,虽然在流程图中示出了逻辑顺序,但是在某些情况下,可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤。

[0021] 图1是根据本发明实施例的一种车辆驱动的控制方法流程图,如图1所示,该方法包括如下步骤:

[0022] 步骤S102,检测车辆上每个车轮的载荷量。

[0023] 具体地,在上述步骤中,上车辆可以是通过两个以上轮轴驱动车辆行驶的任意一种机动车(例如,各种类型的客车或货车),由于车辆上负载质量的不同,车辆的整体质量和质心位置也会发生变化,使得车辆上每个车轮所承受载荷也不同。因而,为了准确地根据车轮载荷确定分配到每个轮轴上的扭矩,需要实时测量车辆在不同状态下每个车轮的载荷量。

[0024] 此处需要说明的是,一般的车辆都有前、后两排车轮,其中,直接由发动机驱动转动进而推动(或拉动)车辆前进的车轮是驱动轮,根据驱动轮的位置不同,车辆的驱动方式通常分为两大类:两轮驱动和四轮驱动,其中,两轮驱动可以是前轮驱动,也可以是后轮驱动。如果车辆的前两个车轮是驱动轮,则该车辆属于前驱车;如果车辆的后两个车轮是驱动



轮,则该车辆属于后驱车;如果车辆的前、后两排车轮均是驱动轮,则该车辆属于四驱车;对于四驱车,可以将发动机输出的扭矩按不同比例分配到前、后两个轮轴上,从而提高车辆的形式能力。

[0025] 作为一种可选的实施方式,可以通过安装在车辆的每个车轮上力传感器检测车轮的垂向载荷量。

[0026] 作为另一种可选的实施方式,还可以通过安装在车辆的每个车轮上的垂向测力仪(例如,六分力测力仪)来测量车辆上每个车轮的载荷量。

[0027] 步骤S104,根据每个车轮的载荷量,计算分配到车辆上至少一个轮轴的扭矩量。

[0028] 具体地,在上述步骤中,扭矩是指使轮轴发生转动的力矩,对于两轮驱动的车辆,发动机输出的扭矩全部输出至连接驱动轮的轮轴上,例如,前驱车的前轴或后驱车的后轴;对于四驱车辆,发动机输出的扭矩可以按照一定比例分配到前、后两个轮轴上,其中,分配比例对于车辆的轮胎寿命以及车辆的使用性能具有十分重要的影响。由于车辆每个轮轴上扭矩量的分配是根据车轮的载荷量确定的,而载荷量受车辆负载质量影响较大,因而,直接根据当前测量的车轮载荷量计算车辆上每个轮轴的分配的扭矩量,可以准确地确定车辆上各个轮轴分配的扭矩量。

[0029] 以四驱车为例,在四驱车的四个车轮上安装的垂向测力仪来检测每个车轮的垂向载荷量,在测量并获取到四驱车上前轴左轮、前轴右轮、后轴左轮和后轴右轮四个车轮上的垂向载荷量后,根据这四个车轮的载荷量来计算分配到四驱车前轴和后轴的扭矩量。

[0030] 步骤S106,根据分配到每个轮轴的扭矩量,控制车辆驱动轮轴转动。

[0031] 具体地,在上述步骤中,根据当前测量的车辆上每个车轮的载荷量计算得到分配到每个轮轴上的扭矩量后,控制车辆按照每个轮轴上分配的扭矩量将发动机输出的扭矩量分配到每个轮轴上,并控制每个轮轴按照所分配的扭矩量进行转动。

[0032] 此处需要说明的是,可以测量车辆在不同行驶状态下的车轮载荷量,并根据实时测量的车轮载荷量计算分配到各个轮轴上的扭矩量,从而达到设置车辆不同行驶状态下分配到车辆各个轮轴上的扭矩的目的。

[0033] 此处还需要说明的是,在根据当前检测到的车轮载荷量确定各个轮上的扭矩分配量,并控制车辆驱动各个轮轴按照该扭矩分配量进行转动后,继续检测下一时间段或下一行驶状态的车辆载荷量,并确定下一时间段或下一行驶状态各个轮轴分配的扭矩量,从而实现了动态分配扭矩的目的。

[0034] 由上可知,在本申请上述实施例,通过实时测量车辆上每个车轮的载荷量,并根据实时测量的车轮载荷量确定车辆的各个轮轴上分配的扭矩量,进而控制每个轮轴根据分配的扭矩量进行转动,达到了满足不同负载质量的车辆准确地进行自动驱动控制的目的,从而实现了提高车辆操控性能和轮胎使用寿命的技术效果,进而解决了现有技术采用固定的负载质量和质心位置计算得到的车轮载荷量对车辆上每个轮轴上的扭矩量进行分配的方案导致准确度低的技术问题。

[0035] 作为一种可选的实施例,如图2所示,检测车辆上每个车轮的载荷量,可以包括:

[0036] 步骤S202,检测车辆在至少一种行驶状态下每个车轮的载荷量,其中,行驶状态包括:无加速状态、驱动状态和转向状态。

[0037] 具体地,在上述实施例中,由于车辆处于不同的行驶状态,其每个车轮上的载荷量

会发生变化,因而,通过检测车辆在各个行驶状态下的每个车轮的载荷量,进而根据各个行驶状态下每个车轮的载荷量来计算车辆处于各个行驶状态下分配到各个轮轴的扭矩量,可以大大提高车辆进行自动驱动控制的准确度。

[0038] 作为一种可选的实施例,如图2所示,在根据每个车轮的载荷量,计算分配到车辆上至少一个轮轴的扭矩量之前,上述方法还可以包括如下步骤:

[0039] 步骤S204,根据车辆在无加速状态下每个车轮的载荷量,确定车辆的质心位置。

[0040] 具体地,在上述实施例中,由于车辆质心位置对于车辆的转向特性来说,是一个很重要的参数,且车辆在不同载荷状态下,质心位置实时变化,因而,根据车辆在无加速状态下每个车轮的载荷量,来确定车辆的质心位置,可以确保质心位置的准确性,以便根据该质心位置计算车辆由于转向的侧向力分配到每个轮轴的扭矩量。

[0041] 需要说明的是,上述车辆的无加速状态可以是车辆油门踏板没有被踩下时的状态,即刚启动、加速前的状态。

[0042] 基于上述实施例,如图2所示,一种可选的实施例方式中,根据每个车轮的载荷量,计算分配到车辆上至少一个轮轴的扭矩量,可以包括如下至少之一:

[0043] 步骤S206a,根据车辆在驱动状态下每个车轮的载荷量,计算车辆由于驱动分配到至少一个轮轴的第一扭矩量;

[0044] 步骤S206b,根据车辆在转向状态下每个车轮的载荷量,计算车辆由于转向的侧向力分配到至少一个轮轴的第二扭矩量。

[0045] 具体地,在上述实施例中,车辆在行驶过程中主要会产生两方面的力,一种是由于驱动力(即由于加速踏板决定的力),另一种是由转向而产生的侧向力。因而,在计算分配到每个轮轴上的扭矩量的过程中,可以分别考虑这两方面的力,分配到每个轮轴上的扭矩量。

[0046] 此处需要说明的是,在计算由于驱动分配到每个轮轴上的第一扭矩量的情况下,测量的车轮载荷量可以是在车辆处于加速状态下测量的;在计算车辆由于转向的侧向力分配到至少一个轮轴的第二扭矩量的情况下,测量的车轮载荷量可以是在车辆处于转向状态下测量的。

[0047] 通过上述实施例,根据车辆在不同行驶状态下的车轮载荷量计算出对应的行驶状态下分配每个轮轴上的扭矩量,使得计算出的扭矩量更加准确。

[0048] 容易注意的是,如果车辆处于有驱动无转向状态,则将计算得到的车辆由于驱动分配到每个轴第一扭矩量作为当前车辆上每个轴上的扭矩量;如果车辆处于无驱动有转向状态,则将计算得到的每个轮轴上的第一扭矩量和车辆由于转向产生的侧向力分配的第二扭矩量作为当前车辆上每个轴上的扭矩量;如果车辆处于有驱动有转向状态,则根据每个轮轴上的第一扭矩量和第二扭矩量确定当前车辆上每个轴上的扭矩量。

[0049] 作为一种可选的实施例,在根据每个车轮的载荷量,计算分配到车辆上每个轮轴的第一扭矩量和第二扭矩量之后,如图3所示,上述方法还可以包括如下步骤:

[0050] 步骤S302,比较每个轮轴的第一扭矩量和第二扭矩量的大小;

[0051] 步骤S304,如果第一扭矩量大于第二扭矩量,则将第二扭矩量作为分配到轮轴的扭矩量;

[0052] 步骤S306,如果第一扭矩量小于或等于第二扭矩量,则将第一扭矩量作为分配到轮轴的扭矩量。

[0053] 具体地,在上述实施例中,为了防止车辆在驱动并转向的情况下车轮打滑,将每个轮轴上由于驱动而分配到的第一扭矩量和由于转向产生的侧向力分配到的第二扭矩量中比较小的那个扭矩量作为当前车辆上每个轴上的扭矩量。

[0054] 通过上述实施例,可以降低防止车轮打滑的概率。

[0055] 一种可选的实施例中,以上述车辆为四驱车为例,该四驱车包括:两个前轮和两个后轮,其中,两个前轮通过前轮轴驱动,两个后轮通过后轮轴驱动。

[0056] 基于上述四驱车实施例,根据每个车轮的载荷量,计算车辆由于驱动分配到每个轮轴的第一扭矩量,可以包括:

[0057] 通过如下公式计算车辆由于驱动分配到前轮轴和后轮轴上的第一扭矩量:

$$[0058] \quad \tau_{Rf} = k_f R_f \tau_R;$$

$$[0059] \quad \tau_{Rr} = k_r R_r \tau_R;$$

[0060] 其中, $\tau_R$ 为总的扭矩量, $\tau_{Rf}$ 为由于驱动分配到前轮轴的扭矩量, $\tau_{Rr}$ 为由于驱动分配到后轮轴的扭矩量, $k_f$ 为前轮轴的电机扭矩与对应的驱动轴扭矩之比, $k_r$ 为后轮轴的电机扭矩与对应的驱动轴扭矩之比, $R_f$ 为由于驱动分配到前轮轴上的力矩占比, $R_r$ 为由于驱动分配到后轮轴上的力矩占比。

[0061] 其中,由于驱动分配到前轮轴上的力矩占比 $R_f$ 和后轮轴上的力矩占比 $R_r$ 可以分别通过如下公式计算:

$$[0062] \quad R_f = \frac{F_{z\_fl} + F_{z\_fr}}{F_{z\_fl} + F_{z\_fr} + F_{z\_rl} + F_{z\_rr}};$$

$$[0063] \quad R_r = 1 - R_f;$$

[0064] 其中, $F_{z\_fl}$ 为车辆在驱动状态下前轮轴上左轮的载荷量, $F_{z\_fr}$ 为车辆在驱动状态下前轮轴上右轮的载荷量, $F_{z\_rl}$ 为车辆在驱动状态下后轮轴上左轮的载荷量, $F_{z\_rr}$ 为车辆在驱动状态下后轮轴上右轮的载荷量。

[0065] 基于上述四驱车实施例,根据每个车轮的载荷量,计算车辆由于转向的侧向力分配到每个轮轴的第二扭矩量,包括:

[0066] 通过如下公式计算车辆由于转向的侧向力分配到前轮轴上的第二扭矩量 $\tau_{x\_f}$ 和后轮轴上的第二扭矩量 $\tau_{x\_r}$ :

$$[0067] \quad \tau_{x\_f} = k_f \frac{F_{x\_f}}{F_{x\_f} + F_{x\_r}} \tau_R;$$

$$[0068] \quad \tau_{x\_r} = k_r \frac{F_{x\_r}}{F_{x\_f} + F_{x\_r}} \tau_R;$$

[0069] 其中, $\tau_{x\_f}$ 为由于转向的侧向力分配到前轮轴的扭矩量, $\tau_{x\_r}$ 为由于转向的侧向力分配到后轮轴的扭矩量, $k_f$ 为前轮轴的电机扭矩与对应的驱动轴扭矩之比, $k_r$ 为后轮轴的电机扭矩与对应的驱动轴扭矩之比, $F_{x\_f}$ 为由于转向的侧向力分配到前轮轴上的力矩量, $F_{x\_r}$ 为由于转向的侧向力分配到后轮轴上的力矩量。

[0070] 可选地,作为一种可选的实施方式,由于转向的侧向力分配到前轮轴上的力矩量 $F_{x\_f}$ 和后轮轴上的力矩量 $F_{x\_r}$ 可以通过如下公式计算:

$$[0071] \quad F_{x\_f} = \text{Min}\left(\sqrt{\mu^2 W_{fl}^2 - F_{y\_fl}^2}, \sqrt{\mu^2 W_{fr}^2 - F_{y\_fr}^2}\right);$$

$$[0072] \quad F_{x\_r} = \text{Min}\left(\sqrt{\mu^2 W_{rl}^2 - F_{y\_rl}^2}, \sqrt{\mu^2 W_{rr}^2 - F_{y\_rr}^2}\right);$$

[0073] 其中,  $\mu$ 为路面摩擦系数,  $W_{fl}$ 为车辆在转向状态下前轮轴上左轮的载荷量,  $W_{fr}$ 为车辆在转向状态下前轮轴上右轮的载荷量,  $W_{rl}$ 为车辆在转向状态下后轮轴上左轮的载荷量,  $W_{rr}$ 为车辆在转向状态下后轮轴上右轮的载荷量,  $F_{y\_fl}$ 为由于转向的侧向力分配到前轮轴左轮上的力矩,  $F_{y\_fr}$ 为由于转向的侧向力分配到前轮轴右轮上的力矩,  $F_{y\_rl}$ 为由于转向的侧向力分配到后轮轴左轮上的力矩,  $F_{y\_rr}$ 为由于转向的侧向力分配到后轮轴右轮上的力矩。

[0074] 可选地, 作为一种可选的实施方式, 由于转向的侧向力分配到车辆的前轮轴左轮上的力矩  $F_{y\_fl}$ 、前轮轴右轮上的力矩  $F_{y\_fr}$ 、后轮轴左轮上的力矩  $F_{y\_rl}$  和后轮轴右轮上的力矩  $F_{y\_rr}$ , 可以通过如下公式计算:

$$[0075] \quad F_{y\_fl} = F_{y\_f} \frac{F_{z\_fl}}{F_{z\_fl} + F_{z\_fr}};$$

$$[0076] \quad F_{y\_fr} = F_{y\_f} \frac{F_{z\_fr}}{F_{z\_fl} + F_{z\_fr}};$$

$$[0077] \quad F_{y\_rl} = F_{y\_r} \frac{F_{z\_rl}}{F_{z\_rl} + F_{z\_rr}};$$

$$[0078] \quad F_{y\_rr} = F_{y\_r} \frac{F_{z\_rr}}{F_{z\_rl} + F_{z\_rr}};$$

[0079] 其中,

$$[0080] \quad F_{y\_f} = \frac{I_z \dot{\omega} + M_{car} a_y L_r}{(L_f + L_r) \cos(\delta)};$$

$$[0081] \quad F_{y\_r} = \frac{-I_z \dot{\omega} + M_{car} a_y L_f}{(L_f + L_r) \cos(\delta)};$$

[0082] 其中,  $F_{y\_f}$ 为由于转向的侧向力分配到前轮轴上的力矩,  $F_{y\_r}$ 为由于转向的侧向力分配到后轮轴上的力矩,  $\delta$ 为前轮转向角,  $M_{car}$ 为汽车质量,  $I_z$ 为横摆转动惯量,  $a_y$ 为横向加速度,  $\dot{\omega}$ 横摆角的加速度,  $L_f$ 和  $L_r$ 分别为车辆的前轮轴和后轮轴距离质心的距离。

[0083] 可选地, 作为一种可选的实施方式, 通过如下公式计算车辆前轮轴距离质心的距离  $L_f$  和后轮轴距离质心的距离  $L_r$ :

$$[0084] \quad L_f = \frac{F_{z\_fl\_o} + F_{z\_fr\_o}}{F_{z\_fl\_o} + F_{z\_fr\_o} + F_{z\_rl\_o} + F_{z\_rr\_o}} L;$$

$$[0085] \quad L_r = \frac{F_{z\_rl\_o} + F_{z\_rr\_o}}{F_{z\_fl\_o} + F_{z\_fr\_o} + F_{z\_rl\_o} + F_{z\_rr\_o}} L;$$

[0086] 其中,  $L$ 为前轮轴和后轮轴之间的距离,  $F_{z\_fl\_o}$ 为车辆在无加速状态下前轮轴上左轮的载荷量,  $F_{z\_fr\_o}$ 为车辆在无加速状态下前轮轴上右轮的载荷量,  $F_{z\_rl\_o}$ 为车辆在无加速状态下后轮轴上左轮的载荷量,  $F_{z\_rr\_o}$ 为车辆在无加速状态下后轮轴上右轮的载荷量。

[0087] 作为一种优选的实施方式, 图4是根据本发明实施例的一种四驱汽车的扭矩分配控制策略示意图, 该四驱汽车的驱动扭矩分配比例策略由四个车轮的负载仿真计算得到质心位置, 弥补未安装车轮负载测量设备下质心位置随汽车负载变化而无法得知的缺陷。如图4所示, 根据四驱汽车在无加速状态(汽车启动后, 加速前)下测量的每个车轮的载荷, 确定该四驱汽车的质心位置; 在车辆行驶过程中, 实时检测四驱汽车每个车轮的载荷, 并根据每个车轮的载荷计算车辆由于加速产生的驱动力分配到前、后轴上的扭矩, 并控制前、后轴按照确定的扭矩分配量进行转动, 转动之后, 继续检测四驱汽车每个车轮的载荷, 构成一个循环, 从而可以实现动态分配前、后轴扭矩量的目的。计算四驱汽车在行驶过程中前、后轴上的扭矩分配的具体方法如下:

[0088] 首先, 计算加速踏板(即由驱动分配到每个轴的力矩)决定的力矩分配。行驶中四驱汽车前轴的力矩分配比例为:

[0089]

$$R_f = \frac{F_{z\_fl} + F_{z\_fr}}{F_{z\_fl} + F_{z\_fr} + F_{z\_rl} + F_{z\_rr}} \quad (1)$$

[0090] 四驱汽车后轴的力矩分配为  $R_r = 1 - R_f$ 。

[0091] 其中,  $F_{z\_ji}$ 为前后轴左右车轮的垂向载荷。  $j = f: \text{front}, r: \text{rear}$ 。  $i = f: \text{left}, r: \text{right}$ 。

[0092] 其次, 计算由于转向所需的侧向力决定的前后力矩分配比例。

[0093] 四驱汽车前轮轴距离质心的距离  $L_f$  和后轮轴距离质心的距离  $L_r$  由无加速时(汽车启动后, 加速前)的载荷决定, 如公式(2)和(3)所示。其中  $o$  代表车辆启动, 但是踏板位置为零的时候。

[0094]

$$L_f = \frac{F_{z\_fl\_o} + F_{z\_fr\_o}}{F_{z\_fl\_o} + F_{z\_fr\_o} + F_{z\_rl\_o} + F_{z\_rr\_o}} L \quad (2)$$

$$L_r = \frac{F_{z\_rl\_o} + F_{z\_rr\_o}}{F_{z\_fl\_o} + F_{z\_fr\_o} + F_{z\_rl\_o} + F_{z\_rr\_o}} L \quad (3)$$

[0096] 转向时的侧向力决定前后轴力矩分配如公式(4)-(13)。其中  $\delta$  为前轮转向角,  $M_{car}$  为汽车质量,  $I_z$  为横摆转动惯量,  $a_y$  为横向加速度,  $\dot{\omega}$  横摆角的加速度 ( $\omega$  为横摆角的速度),  $\mu$  为路面摩擦系数,  $W_{ji}$  为第  $j, i$  车轮的载荷,  $\tau_R$  为总的扭矩需求。

[0097] 由于转向的侧向力分配到四驱汽车前轴上的力矩  $F_{y\_f}$  和后轴上的力矩  $F_{y\_r}$  分别为:

$$F_{y\_f} = \frac{I_z \dot{\omega} + M_{car} a_y L_r}{(L_f + L_r) \cos(\delta)} \quad (4)$$

$$[0099] \quad F_{y-r} = \frac{-I_z \dot{\omega} + M_{car} a_y L_f}{(L_f + L_r) \cos(\delta)} \quad (5)$$

[0100] 其中,由于转向力决定的每个车轮上的力矩分别为:

$$[0101] \quad F_{y-fl} = F_{y-f} \frac{F_{z-fl}}{F_{z-fl} + F_{z-fr}} \quad (6)$$

$$[0102] \quad F_{y-fr} = F_{y-f} \frac{F_{z-fr}}{F_{z-fl} + F_{z-fr}} \quad (7)$$

$$[0103] \quad F_{y-rl} = F_{y-f} \frac{F_{z-rl}}{F_{z-rl} + F_{z-rf}} \quad (8)$$

$$[0104] \quad F_{y-rf} = F_{y-f} \frac{F_{z-rf}}{F_{z-rl} + F_{z-rf}} \quad (9)$$

[0105] 前后轴实际分配的力矩不发生打滑的最大值为:

$$[0106] \quad F_{x-j\_max} = \text{Min}(\sqrt{\mu^2 W_{jl}^2 - F_{y-j-l}^2}, \sqrt{\mu^2 W_{jr}^2 - F_{y-j-r}^2}) \quad (10)$$

[0107] 因此,由于转向力决定的前后轴分配的扭矩:

$$[0108] \quad \tau_{x-j} = k_j \frac{F_{x-j}}{F_{x-f} + F_{x-r}} \tau_R \quad (11)$$

[0109] 由于驱动决定的前后轴分配的扭矩:

$$[0110] \quad \tau_{Rf} = k_f R_f \tau_R \quad (12)$$

$$[0111] \quad \tau_{Rr} = k_r R_r \tau_R \quad (13)$$

[0112]  $k_j$ 是j电机扭矩与相应的驱动轴的扭矩比。

[0113] 最终,汽车的前后扭矩分配由公式(14)-(15)决定,计算每个轴的两个扭矩中最小的扭矩为实际的扭矩。

$$[0114] \quad \tau_{Rf}^* = \min(\tau_{Rf}, \tau_{x-f}) \quad (14)$$

$$[0115] \quad \tau_{Rr}^* = \min(\tau_{Rr}, \tau_{x-r}) \quad (15)$$

[0116]  $\tau_{Rf}^*, \tau_{Rr}^*$ 为最终决定的扭矩分配策略。

[0117] 通过上述实施例,可以适应不同负载下扭矩的分配策略。具体地,可以达到如下技术效果:

[0118] ①质心位置实时监测,控制输入更加准确,控制效果增加;

[0119] ②实时调控不同质心位置下的汽车转向特性,尽量保持汽车的中性转向,增加汽车的操控性能。

[0120] 实施例2

[0121] 根据本发明实施例,还提供了一种用于实现上述车辆驱动的控制方法的装置实施例,图5是根据本发明实施例的一种车辆驱动的控制装置示意图,如图5所示,该装置包括:检测单元501、计算单元503和控制单元505。

[0122] 其中,检测单元501,用于检测车辆上每个车轮的载荷量;

[0123] 计算单元503,用于根据每个车轮的载荷量,计算分配到车辆上至少一个轮轴的扭矩量;

[0124] 控制单元505,用于根据分配到每个轮轴的扭矩量,控制车辆驱动轮轴进行转动。

[0125] 由上可知,在本申请上述实施例中,通过检测单元501实时检测并测量车辆上每个车轮的载荷量,并通过计算单元503根据实时测量的车轮载荷量确定车辆的各个轮轴上分配的扭矩量,进而通过控制单元505控制每个轮轴根据分配的扭矩量进行转动,达到了满足不同负载质量的车辆准确地进行自动驱动控制的目的,从而实现了提高车辆操控性能和轮胎使用寿命的技术效果,进而解决了现有技术采用固定的负载质量和质心位置计算得到的车轮载荷量对车辆上每个轮轴上的扭矩量进行分配的方案导致准确度低的技术问题。

[0126] 在一种可选的实施例中,上述检测单元501还用于通过安装在车辆的每个车轮上力传感器检测车轮的垂向载荷量。

[0127] 在一种可选的实施例中,上述检测单元501包括:检测模块,用于检测车辆在至少一种行驶状态下每个车轮的载荷量,其中,行驶状态包括:无加速状态、驱动状态和转向状态。

[0128] 在一种可选的实施例中,上述装置还包括:确定模块,用于根据车辆在无加速状态下每个车轮的载荷量,确定车辆的质心位置。

[0129] 在一种可选的实施例中,上述计算单元503至少包括如下任意一个模块:第一计算模块,用于根据车辆在驱动状态下每个车轮的载荷量,计算车辆由于驱动分配到至少一个轮轴的第一扭矩量;第二计算模块,用于根据车辆在转向状态下每个车轮的载荷量,计算车辆由于转向的侧向力分配到至少一个轮轴的第二扭矩量。

[0130] 在一种可选的实施例中,上述装置还包括:比较单元,用于比较每个轮轴的第一扭矩量和第二扭矩量的大小;第一执行单元,用于如果第一扭矩量大于第二扭矩量,则将第二扭矩量作为分配到轮轴的扭矩量;第二执行单元,用于如果第一扭矩量小于或等于第二扭矩量,则将第一扭矩量作为分配到轮轴的扭矩量。

[0131] 在一种可选的实施例中,上述车辆可以为四驱车,包括:两个前轮和两个后轮,其中,两个前轮通过前轮轴驱动,两个后轮通过后轮轴驱动。

[0132] 在一种可选的实施例中,上述第一计算模块还用于通过如下公式计算车辆由于驱动分配到前轮轴和后轮轴上的第一扭矩量:

$$[0133] \quad \tau_{Rf} = k_f R_f \tau_R;$$

$$[0134] \quad \tau_{Rr} = k_r R_r \tau_R;$$

[0135] 其中, $\tau_R$ 为总的扭矩量, $\tau_{Rf}$ 为由于驱动分配到前轮轴的扭矩量, $\tau_{Rr}$ 为由于驱动分配到后轮轴的扭矩量, $k_f$ 为前轮轴的电机扭矩与对应的驱动轴扭矩之比, $k_r$ 为后轮轴的电机扭矩与对应的驱动轴扭矩之比, $R_f$ 为由于驱动分配到前轮轴上的力矩占比, $R_r$ 为由于驱动分配到后轮轴上的力矩占比。

[0136] 在一种可选的实施例中,上述第一计算模块还用于通过如下公式计算由于驱动分配到前轮轴和后轮轴上的力矩占比:

$$[0137] \quad R_f = \frac{F_{z\_fl} + F_{z\_fr}}{F_{z\_fl} + F_{z\_fr} + F_{z\_rl} + F_{z\_rr}};$$

[0138]  $R_r = 1 - R_f$ ;

[0139] 其中,  $F_{z\_fl}$  为车辆在驱动状态下前轮轴上左轮的载荷量,  $F_{z\_fr}$  为车辆在驱动状态下前轮轴上右轮的载荷量,  $F_{z\_rl}$  为车辆在驱动状态下后轮轴上左轮的载荷量,  $F_{z\_rr}$  为车辆在驱动状态下后轮轴上右轮的载荷量。

[0140] 在一种可选的实施例中, 上述第二计算模块用于通过如下公式计算车辆由于转向的侧向力分配到前轮轴和后轮轴上的第二扭矩量:

$$[0141] \quad \tau_{x\_f} = k_f \frac{F_{x\_f}}{F_{x\_f} + F_{x\_r}} \tau_R;$$

$$[0142] \quad \tau_{x\_r} = k_r \frac{F_{x\_r}}{F_{x\_f} + F_{x\_r}} \tau_R;$$

[0143] 其中,  $\tau_{x\_f}$  为由于转向的侧向力分配到前轮轴的扭矩量,  $\tau_{x\_r}$  为由于转向的侧向力分配到后轮轴的扭矩量,  $k_f$  为前轮轴的电机扭矩与对应的驱动轴扭矩之比,  $k_r$  为后轮轴的电机扭矩与对应的驱动轴扭矩之比,  $F_{x\_f}$  为由于转向的侧向力分配到前轮轴上的力矩量,  $F_{x\_r}$  为由于转向的侧向力分配到后轮轴上的力矩量。

[0144] 在一种可选的实施例中, 上述第二计算模块还用于通过如下公式计算由于转向的侧向力分配到前轮轴和后轮轴上的力矩量:

$$[0145] \quad F_{x\_f} = \text{Min}\left(\sqrt{\mu^2 W_{fl}^2 - F_{y\_fl}^2}, \sqrt{\mu^2 W_{fr}^2 - F_{y\_fr}^2}\right);$$

$$[0146] \quad F_{x\_r} = \text{Min}\left(\sqrt{\mu^2 W_{rl}^2 - F_{y\_rl}^2}, \sqrt{\mu^2 W_{rr}^2 - F_{y\_rr}^2}\right);$$

[0147] 其中,  $\mu$  为路面摩擦系数,  $W_{fl}$  为车辆在转向状态下前轮轴上左轮的载荷量,  $W_{fr}$  为车辆在转向状态下前轮轴上右轮的载荷量,  $W_{rl}$  为车辆在转向状态下后轮轴上左轮的载荷量,  $W_{rr}$  为车辆在转向状态下后轮轴上右轮的载荷量,  $F_{y\_fl}$  为由于转向的侧向力分配到前轮轴左轮上的力矩,  $F_{y\_fr}$  为由于转向的侧向力分配到前轮轴左轮上的力矩,  $F_{y\_rl}$  为由于转向的侧向力分配到前轮轴左轮上的力矩,  $F_{y\_rr}$  为由于转向的侧向力分配到前轮轴左轮上的力矩。

[0148] 在一种可选的实施例中, 上述第二计算模块还用于通过如下公式计算由于转向的侧向力分配到车辆的前轮轴左轮、前轮轴右轮、后轮轴左轮和后轮轴右轮上的力矩:

$$[0149] \quad F_{y\_fl} = F_{y\_f} \frac{F_{z\_fl}}{F_{z\_fl} + F_{z\_fr}};$$

$$[0150] \quad F_{y\_fr} = F_{y\_f} \frac{F_{z\_fr}}{F_{z\_fl} + F_{z\_fr}};$$

$$[0151] \quad F_{y\_rl} = F_{y\_r} \frac{F_{z\_rl}}{F_{z\_rl} + F_{z\_rr}};$$

$$[0152] \quad F_{y\_rr} = F_{y\_r} \frac{F_{z\_rr}}{F_{z\_rl} + F_{z\_rr}};$$

[0153] 其中,



$$[0154] \quad F_{y-f} = \frac{I_z \dot{\omega} + M_{car} a_y L_r}{(L_f + L_r) \cos(\delta)} ;$$

$$[0155] \quad F_{y-r} = \frac{-I_z \dot{\omega} + M_{car} a_y L_f}{(L_f + L_r) \cos(\delta)} ;$$

[0156] 其中,  $F_{y-f}$  为由于转向的侧向力分配到前轮轴上的力矩,  $F_{y-r}$  为由于转向的侧向力分配到后轮轴上的力矩,  $\delta$  为前轮转向角,  $M_{car}$  为汽车质量,  $I_z$  为横摆转动惯量,  $a_y$  为横向加速度,  $\dot{\omega}$  横摆加速度,  $L_f$  和  $L_r$  分别为车辆的前轮轴和后轮轴距离质心的距离。

[0157] 在一种可选的实施例中, 上述第二计算模块还用于通过如下公式计算车辆前轮轴和后轮轴距离质心的距离:

$$[0158] \quad L_f = \frac{F_{z-fl_o} + F_{z-fr_o}}{F_{z-fl_o} + F_{z-fr_o} + F_{z-rl_o} + F_{z-rr_o}} L ;$$

$$[0159] \quad L_r = \frac{F_{z-rl_o} + F_{z-rr_o}}{F_{z-fl_o} + F_{z-fr_o} + F_{z-rl_o} + F_{z-rr_o}} L ;$$

[0160] 其中,  $L$  为前轮轴和后轮轴之间的距离,  $F_{z-fl_o}$  为车辆在无加速状态下前轮轴上左轮的载荷量,  $F_{z-fr_o}$  为车辆在无加速状态下前轮轴上右轮的载荷量,  $F_{z-rl_o}$  为车辆在无加速状态下后轮轴上左轮的载荷量,  $F_{z-rr_o}$  为车辆在无加速状态下后轮轴上右轮的载荷量。

[0161] 实施例3

[0162] 根据本发明实施例, 还提供了一种存储介质, 存储介质包括存储的程序, 其中, 程序执行实施例1中任意一项可选的或优选的车辆驱动的控制方法。

[0163] 实施例4

[0164] 根据本发明实施例, 还提供了一种处理器, 处理器用于运行程序, 其中, 程序运行时执行实施例1中任意一项可选的或优选的车辆驱动的控制方法。

[0165] 上述本发明实施例序号仅仅为了描述, 不代表实施例的优劣。

[0166] 在本发明的上述实施例中, 对各个实施例的描述都各有侧重, 某个实施例中并没有详述的部分, 可以参见其他实施例的相关描述。

[0167] 在本申请所提供的几个实施例中, 应该理解到, 所揭露的技术内容, 可通过其它的方式实现。其中, 以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的, 例如所述单元的划分, 可以为一种逻辑功能划分, 实际实现时可以有另外的划分方式, 例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统, 或一些特征可以忽略, 或不执行。另一点, 所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口, 单元或模块的间接耦合或通信连接, 可以是电性或其它的形式。

[0168] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的, 作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元, 即可以位于一个地方, 或者也可以分布到多个单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0169] 另外, 在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中, 也可以是各个单元单独物理存在, 也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单

元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能单元的形式实现。

[0170] 所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可为个人计算机、服务器或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、移动硬盘、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0171] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

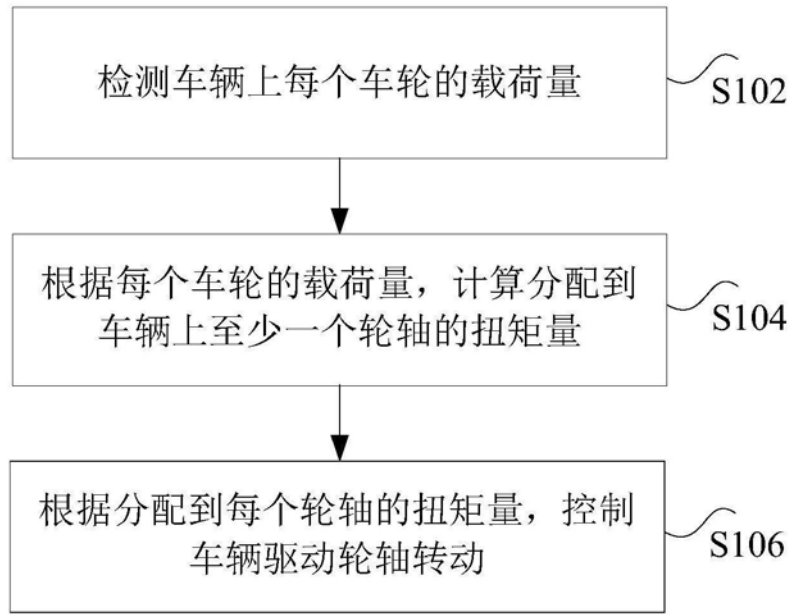


图1

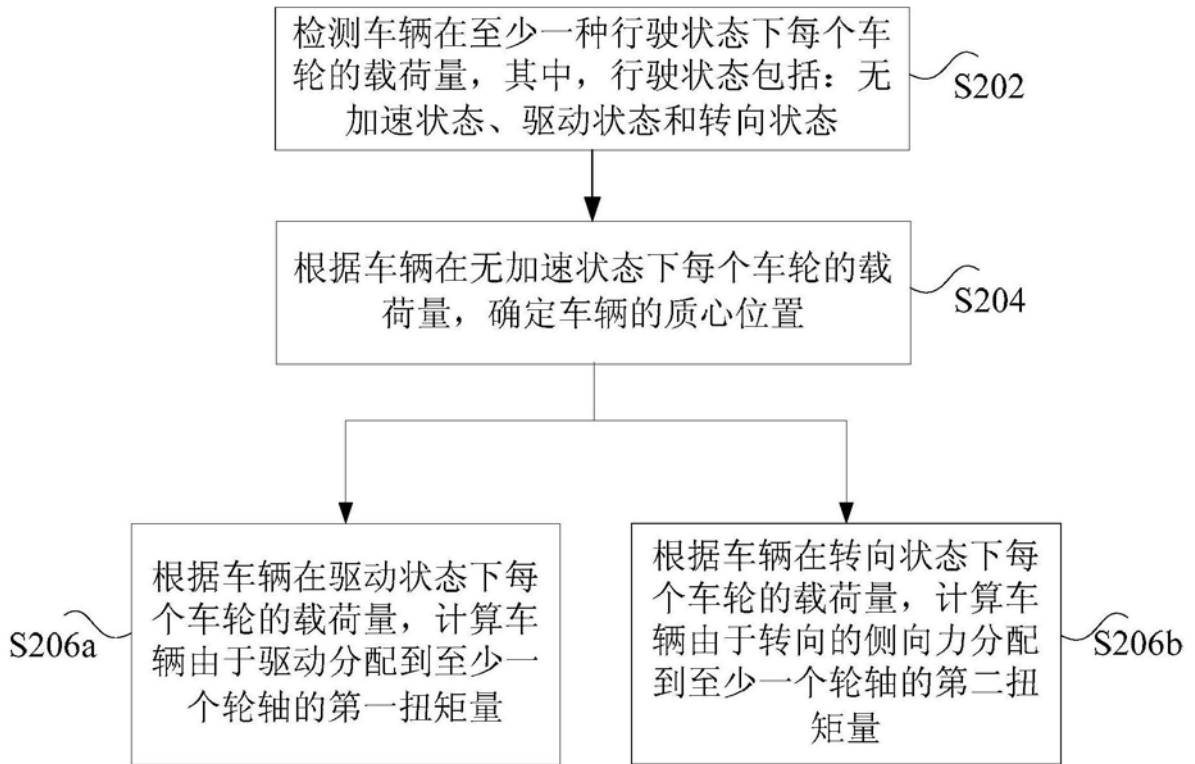


图2

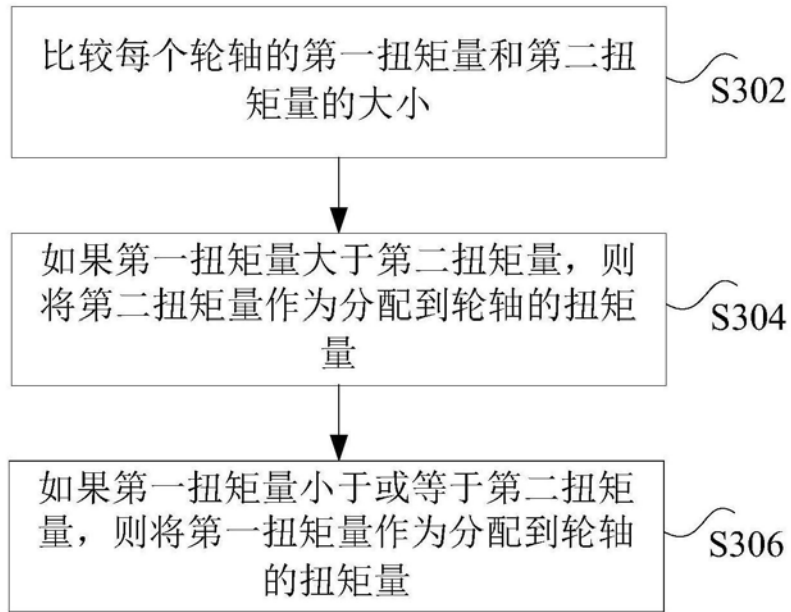


图3

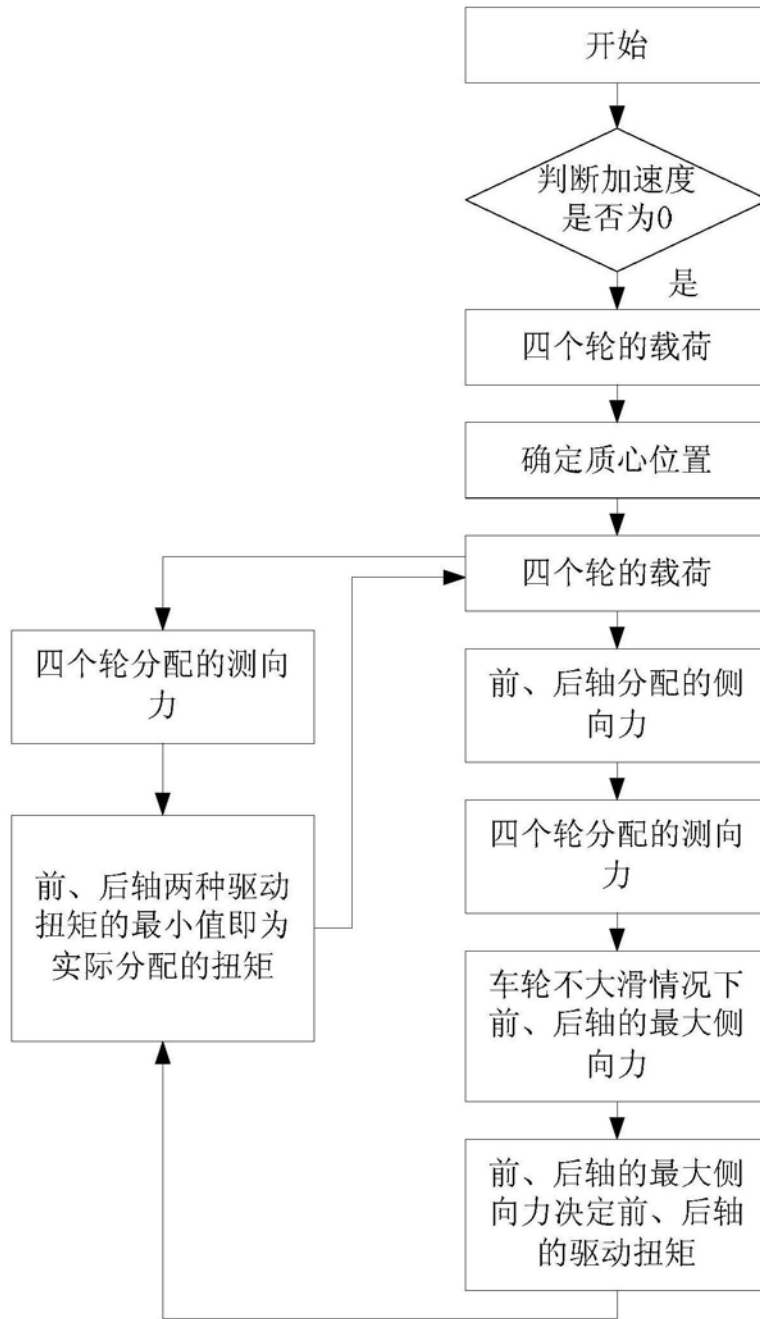


图4



图5