



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116499772 B

(45) 授权公告日 2023. 10. 03

(21) 申请号 202310768870.2

(22) 申请日 2023.06.28

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 116499772 A

(43) 申请公布日 2023.07.28

(73) 专利权人 天津所托瑞安汽车科技有限公司  
地址 300450 天津市滨海新区自贸试验区  
(空港经济区) 东七道2号中兴产业基  
地7号楼301A单元

专利权人 所托(杭州)汽车智能设备有限公  
司

(72) 发明人 徐显杰 袁丹阳

(74) 专利代理机构 河北国维致远知识产权代理  
有限公司 13137  
专利代理师 秦敏华

(51) Int. Cl.

G01M 17/007 (2006.01)

G06F 30/15 (2020.01)

G06F 30/20 (2020.01)

(56) 对比文件

CN 114185332 A, 2022.03.15

CN 115743143 A, 2023.03.07

EP 3578433 A1, 2019.12.11

US 9283945 B1, 2016.03.15

WO 2016028228 A1, 2016.02.25

CN 101127148 A, 2008.02.20

CN 102175463 A, 2011.09.07

CN 107128297 A, 2017.09.05

CN 108896321 A, 2018.11.27

CN 109000935 A, 2018.12.14

CN 111238825 A, 2020.06.05

CN 111469674 A, 2020.07.31

CN 111649955 A, 2020.09.11

CN 113034210 A, 2021.06.25

CN 115649183 A, 2023.01.31

CN 116296427 A, 2023.06.23

DE 102019217431 A1, 2021.05.12

EP 3805139 A1, 2021.04.14

FR 2956639 A1, 2011.08.26

(续)

审查员 李超

权利要求书3页 说明书16页 附图3页

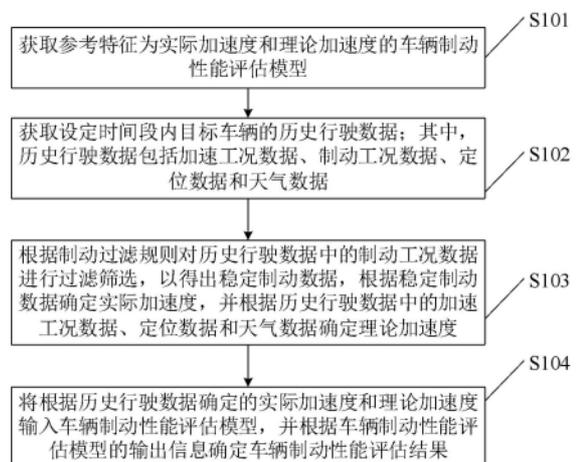
(54) 发明名称

车辆制动性能评估方法、装置、电子设备及  
存储介质

(57) 摘要

本申请提供一种车辆制动性能评估方法、装  
置、电子设备及存储介质。该方法包括:获取参考  
特征为实际加速度和理论加速度的车辆制动性  
能评估模型;获取设定时间段内目标车辆的历史  
行驶数据;对历史制动工况数据进行过滤筛选得  
出稳定制动数据,根据稳定制动数据确定实际加  
速度,并根据历史行驶数据中的加速工况数据、  
定位数据和天气数据确定理论加速度;将根据历  
史行驶数据确定的实际加速度和理论加速度输  
入车辆制动性能评估模型,并根据车辆制动性能  
评估模型的输出确定车辆制动性能评估结果。本  
申请考虑到行驶环境数据对于车辆制动的影  
响,

综合理论加速度和实际加速度进行车辆制动性  
能评估以提高评估结果准确性。



CN 116499772 B

[接上页]

**(56) 对比文件**

US 2021171050 A1, 2021.06.10

US 5299452 A, 1994.04.05

US 8554468 B1, 2013.10.08

WO 2020258513 A1, 2020.12.30

张驰, 孟良等. 高速公路曲线路段小客车制动行为侧滑风险仿真分析. 中国公路学报. 2015, 第28卷(第12期), 134-142.

周文帅. 基于典型测试场景的自动驾驶汽车紧急制动系统测试评价方法研究. 中国优秀硕士学位论文全文数据库(工程科技II辑). 2022,

(第3期), C035-247.

封宇华. 车辆状态在线监控与综合评价技术. 中国优秀硕士学位论文全文数据库(工程科技II辑). 2018, (第4期), C035-415.

Paul Chambon, Scott Curran等  
.Development of a range-extended electric vehicle powertrain for an integrated energy systems research printed utility vehicle. Applied Energy. 2017, 第191卷99-110.

1. 一种车辆制动性能评估方法,其特征在于,包括:

获取参考特征为实际加速度和理论加速度的车辆制动性能评估模型;

获取设定时间段内目标车辆的历史行驶数据;其中,所述历史行驶数据包括加速工况数据、制动工况数据、定位数据和天气数据;

对所述历史行驶数据中的制动工况数据进行过滤筛选,以得出稳定制动数据,根据所述稳定制动数据确定实际加速度,并根据所述历史行驶数据中的加速工况数据、定位数据和天气数据确定理论加速度;其中,所述理论加速度为基于定位数据和天气数据确定道路附着系数估计值,并综合道路附着系数估计值估算出的加速度;

将根据所述历史行驶数据确定的实际加速度和理论加速度输入所述车辆制动性能评估模型,并根据所述车辆制动性能评估模型的输出信息确定车辆制动性能评估结果;

其中,所述将根据所述历史行驶数据确定的实际加速度和理论加速度输入所述车辆制动性能评估模型,包括:

将目标时间段内目标制动压力对应的实际加速度和理论加速度作为参考特征输入车辆制动性能评估模型,输出表征制动性能的评估特征的特征值;其中,所述目标时间段小于所述设定时间段;所述车辆制动性能评估模型基于中心极限定理构造,具体为:

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}} \sim N(0, 1)$$

其中, $Z$ 为评估特征; $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_{i,名义} - a_{i,实际}) / a_{i,名义}$ ;  $n$ 为目标时间段内所述稳定制动数据的采样数量; $\mu_0$ 为基于设定时间段内目标车辆的历史行驶数据确定的 $\bar{x}$ 变量均值; $\sigma$ 为 $\bar{x}$ 的标准差; $N(0, 1)$ 为期望为0标准差为1的标准正态分布; $a_{i,名义}$ 为第*i*个理论加速度; $a_{i,实际}$ 为稳定制动数据中传感器实际测量的实际加速度; $i \leq n$ 。

2. 根据权利要求1所述的车辆制动性能评估方法,其特征在于,所述根据所述历史行驶数据中的加速工况数据、定位数据和天气数据确定理论加速度,包括:

根据所述历史行驶数据中的加速工况数据和车辆动力学公式确定车辆质量估计值,并根据所述历史行驶数据中的定位数据和天气数据确定道路附着系数估计值;

根据所述车辆质量估计值、所述道路附着系数估计值和所述稳定制动数据确定理论加速度。

3. 根据权利要求2所述的车辆制动性能评估方法,其特征在于,所述根据所述车辆质量估计值、所述道路附着系数估计值和所述稳定制动数据确定理论加速度,包括:

根据所述目标车辆的车型获取对应的制动仿真规律表;

根据所述车辆质量估计值、所述道路附着系数估计值、所述稳定制动数据中的车速和制动压力进行查表,并根据对所述制动仿真规律表的查表结果确定理论加速度;

其中,所述制动仿真规律表基于对应车型的车辆模型和仿真软件的仿真结果得出。

4. 根据权利要求1所述的车辆制动性能评估方法,其特征在于,所述根据所述稳定制动数据确定实际加速度,包括:

根据制动压力对所述稳定制动数据中各稳定制动片段数据进行划分获得稳定制动力片段数据;

对应各稳定制动子片段计算加速度平均值,并将加速度平均值作为对应稳定制动子片段的实际加速度;

其中,所述稳定制动数据中包括多个稳定制动片段;各稳定制动片段包括一个或多个稳定制动子片段;各稳定制动子片段数据包括多条数据。

5. 根据权利要求1所述的车辆制动性能评估方法,其特征在于,所述根据所述车辆制动性能评估模型的输出信息确定车辆制动性能评估结果,包括:

根据连续设定数量的目标时间段对应的评估特征的特征值确定车辆制动性能评估结果;

其中,若连续设定数量的目标时间段对应的评估特征的特征值均小于评估特征设定值时,则确定车辆制动性能良好;

若连续设定数量的目标时间段对应的评估特征的特征值均大于所述评估特征设定值时,则确定车辆制动性能差;

若相邻评估特征的特征值之间差值存在波动,且波动值大于设定值,则确定车辆制动性能存在异常。

6. 根据权利要求1所述的车辆制动性能评估方法,其特征在于,基于制动过滤规则对所述历史行驶数据中的制动工况数据进行过滤筛选;

其中,所述制动过滤规则包括:模拟数据过滤规则、加速过滤规则、速度过滤规则和气压过滤规则。

7. 一种车辆制动性能评估装置,其特征在于,包括:

获取模块,用于获取参考特征为实际加速度和理论加速度的车辆制动性能评估模型和设定时间段内目标车辆的历史行驶数据;其中,所述历史行驶数据包括加速工况数据、制动工况数据、定位数据和天气数据;

数据处理模块,用于对所述历史行驶数据中的制动工况数据进行过滤筛选,以得出稳定制动数据;

加速度计算模块,用于根据所述稳定制动数据确定实际加速度,并根据所述历史行驶数据中的加速工况数据、定位数据和天气数据确定理论加速度;其中,所述理论加速度为基于定位数据和天气数据确定道路附着系数估计值,并综合道路附着系数估计值估算出的加速度;

评估模块,用于将根据所述历史行驶数据确定的实际加速度和理论加速度输入所述车辆制动性能评估模型,并根据所述车辆制动性能评估模型的输出信息确定车辆制动性能评估结果;

其中,所述评估模块,具体用于:

将目标时间段内目标制动压力对应的实际加速度和理论加速度作为参考特征输入车辆制动性能评估模型,输出表征制动性能的评估特征的特征值;其中,所述目标时间段小于所述设定时间段;所述车辆制动性能评估模型基于中心极限定理构造,具体为:

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}} \sim N(0,1)$$

其中, $Z$ 为评估特征; $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_{i,名义} - a_{i,实际}) / a_{i,名义}$ ;  $n$ 为目标时间段内所述稳定制动数

据的采样数量； $\mu_0$ 为基于设定时间段内目标车辆的历史行驶数据确定的 $\bar{x}$ 变量均值； $\sigma$ 为 $\bar{x}$ 的标准差； $N(0,1)$ 为期望为0标准差为1的标准正态分布； $a_{i,名义}$ 为第*i*个理论加速度； $a_{i,实际}$ 为稳定制动数据中传感器实际测量的实际加速度； $i \leq n$ 。

8. 一种电子设备,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时实现如上的权利要求1至6中任一项所述方法的步骤。

9. 一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现如上的权利要求1至6中任一项所述方法的步骤。

## 车辆制动性能评估方法、装置、电子设备及存储介质

### 技术领域

[0001] 本申请涉及智能驾驶技术领域,尤其涉及一种车辆制动性能评估方法、装置、电子设备及存储介质。

### 背景技术

[0002] 目前市面上大多数自动紧急制动(Autonomous Emergency Braking,AEB)系统的设计原理是通过传感器对车辆前方障碍物及驾驶员指令进行监测,测定车辆与前方障碍物的相对距离、相对速度,估算碰撞时间、碰撞距离等指标,评价车辆实际工况与驾驶员意图的误差,根据评价结果分阶段向驾驶员发出制动提醒并对车辆进行不同程度的自主制动。在实现本申请实施例过程中,发现现有技术至少存在如下问题:

[0003] 现有制动评估方案没有考虑车辆运行过程中外部因素对车辆制动过程中加速度的影响,车辆制动性能评估精确度有待提高。

### 发明内容

[0004] 本申请实施例提供了一种车辆制动性能评估方法、装置、电子设备及存储介质,以解决如何提高车辆制动性能评估精确度的问题。

[0005] 第一方面,本申请实施例提供了一种车辆制动性能评估方法,包括:

[0006] 获取参考特征为实际加速度和理论加速度的车辆制动性能评估模型;

[0007] 获取设定时间段内目标车辆的历史行驶数据;其中,所述历史行驶数据包括加速工况数据、制动工况数据、定位数据和天气数据;

[0008] 对所述历史行驶数据中的制动工况数据进行过滤筛选,以得出稳定制动数据,根据所述稳定制动数据确定实际加速度,并根据所述历史行驶数据中的加速工况数据、定位数据和天气数据确定理论加速度;

[0009] 将根据所述历史行驶数据确定的实际加速度和理论加速度输入所述车辆制动性能评估模型,并根据所述车辆制动性能评估模型的输出信息确定车辆制动性能评估结果。

[0010] 在一种可能的实现方式中,所述根据所述历史行驶数据中的加速工况数据、定位数据和天气数据确定理论加速度,包括:

[0011] 根据所述历史行驶数据中的加速工况数据和车辆动力学公式确定车辆质量估计值,并根据所述历史行驶数据中的定位数据和天气数据确定道路附着系数估计值;

[0012] 根据所述车辆质量估计值、所述道路附着系数估计值和所述稳定制动数据确定理论加速度。

[0013] 在一种可能的实现方式中,所述根据所述车辆质量估计值、所述道路附着系数估计值和所述稳定制动数据确定理论加速度,包括:

[0014] 根据所述目标车辆的车型获取对应的制动仿真规律表;

[0015] 根据所述车辆质量估计值、所述道路附着系数估计值、所述稳定制动数据中的车速和制动压力进行查表,并根据对所述制动仿真规律表的查表结果确定理论加速度;

[0016] 其中,所述制动仿真规律表基于对应车型的车辆模型和仿真软件的仿真结果得出。

[0017] 在一种可能的实现方式中,所述根据所述稳定制动数据确定实际加速度,包括:

[0018] 根据制动压力对所述稳定制动数据中各稳定制动片段数据进行划分获得稳定制动子片段数据;

[0019] 对应各稳定制动子片段计算加速度平均值,并将加速度平均值作为对应稳定制动子片段的实际加速度;

[0020] 其中,所述稳定制动数据中包括多个稳定制动片段;各稳定制动片段包括一个或多个稳定制动子片段;各稳定制动子片段数据包括多条数据。

[0021] 在一种可能的实现方式中,所述将根据所述历史行驶数据确定的实际加速度和理论加速度输入所述车辆制动性能评估模型,包括:

[0022] 将目标时间段内目标制动压力对应的实际加速度和理论加速度作为参考特征输入车辆制动性能评估模型,输出表征制动性能的评估特征的特征值;其中,所述目标时间段小于所述设定时间段;所述车辆制动性能评估模型基于中心极限定理构造,具体为:

$$[0023] \quad Z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}} \sim N(0,1)$$

[0024] 其中, $Z$ 为评估特征; $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_{i,名义} - a_{i,实际}) / a_{i,名义}$ ;  $n$ 为目标时间段内所述稳定制动数据的采样数量; $\mu_0$ 为基于设定时间段内目标车辆的历史行驶数据确定的 $\bar{x}$ 变量均值; $\sigma$ 为 $\bar{x}$ 的标准差; $N(0,1)$ 为期望为0标准差为1的标准正态分布; $a_{i,名义}$ 为第*i*个理论加速度; $a_{i,实际}$ 为稳定制动数据中传感器实际测量的实际加速度; $i \leq n$ 。

[0025] 在一种可能的实现方式中,所述根据所述车辆制动性能评估模型的输出信息确定车辆制动性能评估结果,包括:

[0026] 根据连续设定数量的目标时间段对应的评估特征的特征值确定车辆制动性能评估结果;

[0027] 其中,若连续设定数量的目标时间段对应的评估特征的特征值均小于评估特征设定值时,则确定车辆制动性能良好;

[0028] 若连续设定数量的目标时间段对应的评估特征的特征值均大于所述评估特征设定值时,则确定车辆制动性能差;

[0029] 若相邻评估特征的特征值之间差值存在波动,且波动值大于设定值,则确定车辆制动性能存在异常。

[0030] 在一种可能的实现方式中,基于制动过滤规则对所述历史行驶数据中的制动工况数据进行过滤筛选;

[0031] 其中,所述制动过滤规则包括:模拟数据过滤规则、加速过滤规则、速度过滤规则和气压过滤规则。

[0032] 在一种可能的实现方式中,所述模拟数据过滤规则包括:过滤车速在模拟测试速度范围内,制动压力在模拟制动压力范围内,且制动距离在模拟制动距离范围内的数据;

[0033] 所述加速过滤规则包括:过滤油门踏板开度大于设定开度的数据;

[0034] 所述速度过滤规则包括:过滤车速小于设定速度的数据;

[0035] 所述气压过滤规则包括:过滤建压过程第一初始时间段的数据、泄压过程第二初始时间段的数据,以及设定压力范围外的数据;其中,所述第一初始时间段大于所述第二初始时间段。

[0036] 在一种可能的实现方式中,所述设定时间段为3个月~12个月;所述目标时间段为1h~24h。

[0037] 第二方面,本申请实施例提供了一种车辆制动性能评估装置,包括:

[0038] 获取模块,用于获取参考特征为实际加速度和理论加速度的车辆制动性能评估模型和设定时间段内目标车辆的历史行驶数据;其中,所述历史行驶数据包括加速工况数据、制动工况数据、定位数据和天气数据;

[0039] 数据处理模块,用于对所述历史行驶数据中的制动工况数据进行过滤筛选,以得出稳定制动数据;

[0040] 加速度计算模块,用于根据所述稳定制动数据确定实际加速度,并根据所述历史行驶数据中的加速工况数据、定位数据和天气数据确定理论加速度;

[0041] 评估模块,用于将根据所述历史行驶数据确定的实际加速度和理论加速度输入所述车辆制动性能评估模型,并根据所述车辆制动性能评估模型的输出信息确定车辆制动性能评估结果。

[0042] 在一种可能的实现方式中,所述加速度计算模块,具体用于:

[0043] 根据所述历史行驶数据中的加速工况数据和车辆动力学公式确定车辆质量估计值,并根据所述历史行驶数据中的定位数据和天气数据确定道路附着系数估计值;

[0044] 根据所述车辆质量估计值、所述道路附着系数估计值和所述稳定制动数据确定理论加速度。

[0045] 在一种可能的实现方式中,所述加速度计算模块,具体用于:

[0046] 根据所述目标车辆的车型获取对应的制动仿真规律表;

[0047] 根据所述车辆质量估计值、所述道路附着系数估计值、所述稳定制动数据中的车速和制动压力进行查表,并根据对所述制动仿真规律表的查表结果确定理论加速度;

[0048] 其中,所述制动仿真规律表基于对应车型的车辆模型和仿真软件的仿真结果得出。

[0049] 在一种可能的实现方式中,所述加速度计算模块,具体用于:

[0050] 根据制动压力对所述稳定制动数据中各稳定制动片段数据进行划分获得稳定制动子片段数据;

[0051] 对应各稳定制动子片段计算加速度平均值,并将加速度平均值作为对应稳定制动子片段的实际加速度;

[0052] 其中,所述稳定制动数据中包括多个稳定制动片段;各稳定制动片段包括一个或多个稳定制动子片段;各稳定制动子片段数据包括多条数据。

[0053] 在一种可能的实现方式中,所述评估模块,具体用于:

[0054] 将目标时间段内目标制动压力对应的实际加速度和理论加速度作为参考特征输入车辆制动性能评估模型,输出表征制动性能的评估特征的特征值;其中,所述目标时间段小于所述设定时间段;所述车辆制动性能评估模型基于中心极限定理构造,具体为:

$$[0055] \quad Z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}} \sim N(0,1)$$

[0056] 其中,  $Z$  为评估特征;  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_1^n (a_{i,名义} - a_{i,实际}) / a_{i,名义}$ ;  $n$  为目标时间段内所述稳定制动数据的采样数量;  $\mu_0$  为基于设定时间段内目标车辆的历史行驶数据确定的  $\bar{x}$  变量均值;  $\sigma$  为  $\bar{x}$  的标准差;  $N(0,1)$  为期望为0标准差为1的标准正态分布;  $a_{i,名义}$  为第  $i$  个理论加速度;  $a_{i,实际}$  为稳定制动数据中传感器实际测量的实际加速度;  $i \leq n$ 。

[0057] 在一种可能的实现方式中,所述评估模块,具体用于:

[0058] 根据连续设定数量的目标时间段对应的评估特征的特征值确定车辆制动性能评估结果;

[0059] 其中,其中,若连续设定数量的目标时间段对应的评估特征的特征值均小于评估特征设定值时,则确定车辆制动性能良好;

[0060] 若连续设定数量的目标时间段对应的评估特征的特征值均大于所述评估特征设定值时,则确定车辆制动性能差;

[0061] 若相邻评估特征的特征值之间差值存在波动,且波动值大于设定值,则确定车辆制动性能存在异常。

[0062] 在一种可能的实现方式中,基于制动过滤规则对所述历史行驶数据中的制动工况数据进行过滤筛选;

[0063] 其中,制动过滤规则包括:模拟数据过滤规则、加速过滤规则、速度过滤规则和气压过滤规则。

[0064] 在一种可能的实现方式中,所述模拟数据过滤规则包括:过滤车速在模拟测试速度范围内,制动压力在模拟制动压力范围内,且制动距离在模拟制动距离范围内的数据;

[0065] 所述加速过滤规则包括:过滤油门踏板开度大于设定开度的数据;

[0066] 所述速度过滤规则包括:过滤车速小于设定速度的数据;

[0067] 所述气压过滤规则包括:过滤建压过程第一初始时间段的数据、泄压过程第二初始时间段的数据,以及设定压力范围外的数据;其中,所述第一初始时间段大于所述第二初始时间段。

[0068] 在一种可能的实现方式中,所述设定时间段为3个月~12个月;所述目标时间段为1h~24h。

[0069] 第三方面,本申请实施例提供了一种电子设备,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现如上第一方面或第一方面的任一种可能的实现方式所述方法的步骤。

[0070] 第四方面,本申请实施例提供了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如上第一方面或第一方面的任一种可能的实现方式所述方法的步骤。

[0071] 本申请实施例提供一种车辆制动性能评估方法、装置、电子设备及存储介质,通过获取设定时间段内包括加速工况数据、制动工况数据、定位数据和天气数据多项信息的目标车辆的历史行驶数据,基于过滤筛选后的制动工况数据确定实际加速度,并综合历史行

驶数据中的加速工况数据、定位数据和天气数据确定理论加速度。将计算得出的实际加速度和理论加速度输入提前构建的车辆制动性能评估模型,并根据车辆制动性能评估模型输出的车辆质量评估值确定车辆制动性能评估结果。其中,构建车辆制动性能评估模型时,考虑到外部因素对车辆制动过程中加速度的影响,主要以车辆行驶环境信息确定理论加速度,并综合理论加速度和实际加速度对车辆制动性能进行评估,避免因车辆驾驶环境造成实测加速度反映出的制动能力与车辆自身制动能力存在偏差,能够提高车辆制动性能结果准确性。

### 附图说明

[0072] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0073] 图1是本申请一实施例提供的车辆制动性能评估方法的实现流程图;

[0074] 图2是本申请一实施例提供的制动工况数据过滤筛选的实现流程图;

[0075] 图3是本申请另一实施例提供的车辆制动性能评估方法的实现流程图;

[0076] 图4是本申请一实施例提供的车辆制动性能评估装置的结构示意图;

[0077] 图5是本申请一实施例提供的电子设备的结构示意图。

### 具体实施方式

[0078] 以下描述中,为了说明而不是为了限定,提出了诸如特定系统结构、技术之类的具体细节,以便透彻理解本申请实施例。然而,本领域的技术人员应当清楚,在没有这些具体细节的其它实施例中也可以实现本申请。在其它情况中,省略对众所周知的系统、装置、电路以及方法的详细说明,以免不必要的细节妨碍本申请的描述。

[0079] 本申请中使用的用词仅用于描述实施例并且不用于限制权利要求。如在实施例以及权利要求的描述中使用的,除非上下文清楚地表明,否则单数形式的“一个”(a)、“一个”(an)和“所述”(the)旨在同样包括复数形式。类似地,如在本申请中所使用的术语“和/或”是指包含一个或一个以上相关联的列出的任何以及所有可能的组合。另外,当用于本申请中时,术语“包括”(comprise)及其变型“包括”(comprises)和/或包括(comprising)等指陈述的特征、整体、步骤、操作、元素,和/或组件的存在,但不排除一个或一个以上其它特征、整体、步骤、操作、元素、组件和/或这些的分组的存在或添加。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个…”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法或者设备中还存在另外的相同要素。本申请中,每个实施例重点说明的可以是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分可以互相参见。对于实施例公开的方法、产品等而言,如果其与实施例公开的方法部分相对应,那么相关之处可以参见方法部分的描述。

[0080] 在具体实施过程中,影响AEB性能的关键因素除制动器健康程度外,车辆行驶环境也会影响车辆制动性能。本申请实施例综合考虑影响AEB性能的关键因素,通过对车辆行驶的云端数据特征分析实现车辆制动性能评估和监测,可以更好地辅助和推动AEB产品的功能扩展与应用。

[0081] 为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图通过具体实施例来进行说明。

[0082] 图1是本申请一实施例提供的车辆制动性能评估方法的实现流程图。该方法应用于商用车,本实施例对此并不进行任何限定。如图1所示,该方法包括如下步骤:

[0083] S101,获取参考特征为实际加速度和理论加速度的车辆制动性能评估模型。

[0084] S102,获取设定时间段内目标车辆的历史行驶数据;其中,历史行驶数据包括加速工况数据、制动工况数据、定位数据和天气数据。

[0085] 本申请中车辆制动性能评估方法的执行主体为服务器。服务器能够接收来自同一车型或同一品牌的所有车型的行驶数据,以提高数据的关联性,并为产品服务优化提供针对性服务。在本实施例中,针对目标车辆进行车辆制动性能评估时,鉴于每辆车的具体使用数据和车辆健康状况不同,需要基于目标车辆的标识ID信息获取目标车辆本车的历史行驶数据。

[0086] 本申请方案适用于商用车制动性能评估。商用车相较于乘用车有长途行驶的需求,驾驶员更容易存在驾驶疲劳或在极端天气环境下出行的现象。因此,提高车辆制动性能评估准确性对于商用的制动辅助产品或AEB产品的功能扩展有更良好的推动作用。

[0087] 一般情况下,存储数据量大一定程度上会影响服务器的运行速度,另一方面会增大数据存储开支,在存储车辆的历史行驶数据时往往会忽略掉天气数据以及定位数据。而在本申请中,为了提高车辆制动性能评估的准确性,综合分析道路附着系数对制动性能的影响,在云端服务器存储数据时,将历史行驶过程中的定位数据和天气数据作为历史行驶数据进行存储。

[0088] 其中,获取设定时间段内数据需要考虑与车辆当前的制动性能相关度,例如,车辆购买或驾驶时间为三年,车辆性能相较于新车有所降低,在进行车辆制动性能评估时,近一年内的行驶数据相较于两年前的行驶数据与车辆当前的制动性能相关度更高,具有更高参考价值。因此,在步骤S102中获取设定时间段内目标车辆的历史行驶数据。在一种可能的实现方式中,设定时间段为当前时间之前的设定时间段。设定时间段为3个月~12个月。

[0089] 在具体实施例中,设定时间段基于车辆类型、车辆使用用途或车辆行驶里程确定。

[0090] 可选的,车辆类型为商用车且车辆用途为长途行驶车辆时,对应设定时间段越短;车辆类型为商用车且车辆用途为短途或市区行驶车辆时,对应设定时间段越长。

[0091] 可选的,车辆行驶里程越大,对应设定时间段越短;车辆行驶里程越小,对应设定时间段越长。其中,车辆行驶里程为总里程或设定周期内的里程。其中,设定周期大于或等于设定时间段。

[0092] 其中,长途商用车相较于普通商用车存在使用时间长、使用频次高或载重大等情况,长途商用车的性能损耗比普通商用车快,根据具体应用场景,选用较短时间段内的数据进行制动性能评估,能够提高评估精确度。

[0093] S103,对历史行驶数据中的制动工况数据进行过滤筛选,以得出稳定制动数据,根据稳定制动数据确定实际加速度,并根据历史行驶数据中的加速工况数据、定位数据和天气数据确定理论加速度。

[0094] 其中,制动工况数据存在不同制动操作和制动阶段的数据,因此,在分析车辆稳定制动能力时存在许多噪声数据,综合制动过滤规则对制动工况数据进行过滤筛选,提高数

据对于制动评估的参考性,提高车辆制动性能评估结果精确度。另外,车辆制动过程中加速度大小受道路附着系数的影响,因此,综合加速工况数据、定位数据和天气数据确定理论加速度能够进一步提高车辆制动性能评估结果精确度。

[0095] S104,将根据历史行驶数据确定的实际加速度和理论加速度输入车辆制动性能评估模型,并根据车辆制动性能评估模型的输出信息确定车辆制动性能评估结果。

[0096] 通过获取设定时间段内包括加速工况数据、制动工况数据、定位数据和天气数据多项信息的目标车辆的历史行驶数据,基于过滤筛选后的制动工况数据确定实际加速度,并综合历史行驶数据中的加速工况数据、定位数据和天气数据确定理论加速度。将计算得出的实际加速度和理论加速度输入提前构建的车辆制动性能评估模型,并根据车辆制动性能评估模型输出的车辆质量评估值确定车辆制动性能评估结果。其中,构建车辆制动性能评估模型时,考虑到外部因素对车辆制动过程中加速度的影响,主要以车辆行驶环境信息确定理论加速度,并综合理论加速度和实际加速度对车辆制动性能进行评估,避免因车辆驾驶环境造成实测加速度反映出的制动能力与车辆自身制动能力存在偏差,能够提高车辆制动性能结果准确性。

[0097] 在一种可能的实现方式中,步骤S103中根据历史行驶数据中的加速工况数据、定位数据和天气数据确定理论加速度,包括:

[0098] S1031,根据历史行驶数据中的加速工况数据和车辆动力学公式确定车辆质量估计值,并根据历史行驶数据中的定位数据和天气数据确定道路附着系数估计值;

[0099] S1032,根据车辆质量估计值、道路附着系数估计值和稳定制动数据确定理论加速度。

[0100] 在具体实施过程中,影响AEB性能的关键因素除制动器健康程度外,至少还包括实时路面环境信息(附着系数、坡度)和车辆质量等关键因素。路面环境信息和车辆质量等会影响车辆制动时间和制动距离。其中,路面附着系数主要与地理位置和天气信息有关。本申请主要基于车辆行驶的云端数据中的定位数据和天气数据确定道路附着系数估计值,并综合道路附着系数估计值实现车辆制动性能评估和监测。

[0101] 在一种可能的实现方式中,步骤S1032中根据车辆质量估计值、道路附着系数估计值和稳定制动数据确定理论加速度,包括:

[0102] 根据目标车辆的车型获取对应的制动仿真规律表;

[0103] 根据车辆质量估计值、道路附着系数估计值、稳定制动数据中的车速和制动压力进行查表,并根据对制动仿真规律表的查表结果确定理论加速度;

[0104] 其中,制动仿真规律表基于对应车型的车辆模型和仿真软件的仿真结果得出。

[0105] 在本实施例中,考虑道路附着系数对制动性能的影响时,相同路段和天气条件下,车辆质量不同,道路附着系数有所不同,从而在相同制动压力条件下,车辆制动过程中加速度不同。其中,车辆质量、道路附着系数估计值、稳定制动数据与理论加速度之间的关系能够基于仿真软件得出。该仿真过程与制动评估过程非同时进行,基于仿真结果构建制动仿真规律表,以便于在车辆制动性能评估时进行查表。另外,本实施例中通过查表的方式确定理论加速度能够提高评估效率。

[0106] 在一种可能的实现方式中,步骤S103中根据稳定制动数据确定实际加速度,包括:

[0107] S1031',根据制动压力对稳定制动数据中各稳定制动片段数据进行划分获得稳定

制动子片段数据；

[0108] S1032', 对应各稳定制动子片段计算加速度平均值, 并将加速度平均值作为对应稳定制动子片段的实际加速度；

[0109] 其中, 稳定制动数据中包括多个稳定制动片段; 各稳定制动片段包括一个或多个稳定制动子片段; 各稳定制动子片段数据包括多条数据。

[0110] 在实际驾驶过程中, 根据车辆行驶路段红绿灯、路障、超车或会车灯情况, 车辆某一完整行驶过程中会存在多次制动, 则制动工况数据由多个制动片段组成。在对制动工况数据进行过滤筛选后, 难免有部分制动片段被过滤掉, 且保留下来的制动片段为对应完整制动片段中部分数据, 即稳定制动数据。另外, 在稳定制动过程中, 制动压力并非固定不变的, 在不同制动压力下加速度不同。则根据制动压力可以对稳定制动片段进一步划分, 并将稳定制动片段划分为一个或多个稳定制动子片段。

[0111] 具体的, 在一些实施例中, 当稳定制动片段中仅包含相同制动压力的数据时, 则稳定制动片段包含一个稳定制动子片段, 且该稳定制动子片段数据与稳定制动片段数据一致。

[0112] 在另一些实施例中, 当稳定制动片段中存在多个制动压力的数据, 且各制动压力的数据占比相对平均时, 根据不同制动压力将稳定制动片段划分为多个稳定制动子片段。

[0113] 在另一些实施例中, 当稳定制动片段中存在多个制动压力的数据, 但存在部分制动压力的数据占比很小时, 对稳定制动片段进一步进行过滤筛选, 保留占比较大的制动压力的数据, 即保留一个或多个有效稳定制动片段作为稳定制动子片段。以便于基于保留数据计算加速度平均值, 并作为对应稳定制动子片段的实际加速度。

[0114] 在本实施例中, 根据制动压力对稳定制动数据中各稳定制动片段数据进行进一步划分, 以获得稳定制动子片段数据, 便于基于相同制动压力作为评估基础, 提高车辆制动性能结果准确性。另外, 基于稳定制动子片段中多条采样数据计算加速度平均值, 能够减低采样数据的误差对车辆制动性能评估结果准确性的影响。

[0115] 在一种可能的实现方式中, 步骤S104中将根据历史行驶数据确定的实际加速度和理论加速度输入车辆制动性能评估模型, 包括:

[0116] 将目标时间段内目标制动压力对应的实际加速度和理论加速度作为参考特征输入车辆制动性能评估模型, 输出表征制动性能的评估特征的特征值; 其中, 目标时间段小于设定时间段; 车辆制动性能评估模型基于中心极限定理构造, 具体为:

$$[0117] \quad Z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}} \sim N(0, 1)$$

[0118] 其中,  $Z$  为评估特征;  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_1^n (a_{i, \text{名义}} - a_{i, \text{实际}}) / a_{i, \text{名义}}$ ;  $n$  为目标时间段内稳定制动数据的采样数量;  $\mu_0$  为基于设定时间段内目标车辆的历史行驶数据确定的  $\bar{x}$  变量均值;  $\sigma$  为  $\bar{x}$  的标准差;  $N(0, 1)$  为期望为 0 标准差为 1 的标准正态分布;  $a_{i, \text{名义}}$  为第  $i$  个理论加速度;  $a_{i, \text{实际}}$  为稳定制动数据中传感器实际测量的实际加速度;  $i \leq n$ 。

[0119] 在该实施例中, 目标制动压力为指定压力。一般制动过程中, 制动压力包括 100kPa、200kPa 和 300kPa。可选的, 目标制动压力为 100kPa、200kPa 和 300kPa 中一项或多项。

[0120] 在其他实施例中,目标制动压力基于对应稳定制动子片段的数量确定,以增加在车辆制动性能评估时的样本数量。

[0121] 可选的,目标制动压力为目标时间段内包含对应稳定制动子片段的数量最多的制动压力,或者,目标制动压力为连续多个目标时间段内包含对应稳定制动子片段的数量最多的制动压力。

[0122] 其中,当Z值越小,即实际加速度和理论加速度之间的差值越小,实际加速度和理论加速度越相近,制动性能越好;Z值越大,即实际加速度和理论加速度之间的差值越大,实际加速度和理论加速度越不相符,制动性能越好制动性能越差。而当Z值有较大幅度波动时,具体由驾驶员的不当操作或不同驾驶员驾驶行为习惯不同导致制动数据存在波动。

[0123] 可选的,设定时间段为3个月~12个月。目标时间段为1h~24h。可选的,目标时间段为1h、3h、6h、8h、12h或24h。具体的,根据车辆类型或车辆使用用途确定目标时间段。其中,可选的,车辆类型为商用车且车辆用途为长途行驶车辆时,对应目标时间段越长;车辆类型为商用车且车辆用途为短途或市区行驶车辆时,对应目标时间段越短。

[0124] 其中,车辆为长途商用车时,单程行驶距离远,行驶路段为高速公路或专用车道,道路附着系数相对稳定,而车辆为普通商用车时,车辆穿梭在不同的街道内,不同街道的道路情况不同,道路附着系数不同,且制动频率相对较高。因此,对于普通商用车采用较短目标时间段内的稳定制动数据,以确定目标时间段内若干个自动紧急制动AEB系统制动过程的加速度平均值,能够降低加速度平均值与真实加速度之间的误差。

[0125] 在本实施例中,基于小于设定时间段的目标时间段内稳定制动子片段数据确定加速度平均值,并将加速度平均值作为对应目标时间段的实际加速度,能够降低计算的实际加速度与真实加速度之间的误差,提高车辆制动性能评估结果的精确度。

[0126] 在一种可能的实现方式中,步骤S104中根据车辆制动性能评估模型的输出信息确定车辆制动性能评估结果,包括:

[0127] 根据连续设定数量的目标时间段对应的评估特征的特征值确定车辆制动性能评估结果;

[0128] 其中,若连续设定数量的目标时间段对应的评估特征的特征值均小于评估特征设定值时,则确定车辆制动性能良好;

[0129] 若连续设定数量的目标时间段对应的评估特征的特征值均大于评估特征设定值时,则确定车辆制动性能差;

[0130] 若相邻评估特征的特征值之间差值存在波动,且波动值大于设定值,则确定车辆制动性能存在异常。

[0131] 在一具体实施例中,以目标时间段为1h,连续设定数量为6为例进行说明,当连续确定出6个小时内评估特征值小于评估特征设定值时,实际加速度和理论加速度之间的差值越小,实际加速度和理论加速度越相近,确定车辆制动性能良好。而当连续确定出6个小时内评估特征值大于评估特征设定值时,实际加速度和理论加速度之间的差值越大,实际加速度和理论加速度越不相符,则确定车辆制动性能较差。而当6个小时内评估特征值有较大幅度波动时,则判定由于驾驶员的不当操作或更换驾驶员导致制动数据存在波动。

[0132] 在一种可能的实现方式中,基于制动过滤规则对历史行驶数据中的制动工况数据进行过滤筛选;

[0133] 其中,制动过滤规则包括:模拟数据过滤规则、加速过滤规则、速度过滤规则和气压过滤规则。

[0134] 其中,车辆在出厂前、定期保养或车检过程中需要进行制动模拟,而制动模拟情形下的制动工况数据并非车辆真实运行数据,作为噪声数据会影响实际驾驶过程中车辆制动性能评估结果精确度。因此,需要从制动工况数据中过滤掉模拟数据。

[0135] 一方面,车辆处于起步阶段逐渐加速过程时,该阶段内的数据对制动评估没有参考价值。另一方面,在制动过程中,存在驾驶员因紧张误操作等行为,导致在制动过程中错误执行加速操作。因此,需要从制动工况数据中过滤掉加速数据。

[0136] 在具体实施过程中,车辆制动系统在制动时分为建压、保压和泄压3个过程,其中,在建压和泄压前期阶段处于非稳态阶段,在此时间段的压力值对制动性能分析精确度有较大影响。因此,需要从制动工况数据中过滤掉非稳态数据。

[0137] 对于有防抱死制动系统(Anti-locked Braking System,ABS)的车辆,正常刹车的时候ABS不会介入,当急刹车车轮抱死之前ABS会介入,防止车轮被抱死,使车轮处于边打滑边滚动的状态,在此过程中,车辆会以较低的速度运次,而ABS介入控制过程中的数据对车辆制动性能评估产生影响,因此,针对有ABS的车辆,需要基于速度过滤规则过滤掉相关数据。

[0138] 因此,在其他可能的实现方式中,制动过滤规则包括:模拟数据过滤规则、加速过滤规则和气压过滤规则。其中,目标车辆不具备ABS系统。

[0139] 可选的,目标车辆不具备ABS系统时,制动过滤规则包括速度过滤规则,或者,不包括速度过滤规则。

[0140] 在本实施例中,考虑到车辆制动模拟、驾驶员误操作、ABS系统介入控制及非稳态制动数据作为噪声数据会影响车辆制动性能评估的精确度,针对性设立了模拟数据过滤规则、加速过滤规则、速度过滤规则和气压过滤规则,提高了制动工况数据过滤筛选的精确度,以保证过滤后的数据提高车辆制动性能评估的精确度。

[0141] 在一种可能的实现方式中,模拟数据过滤规则包括:过滤车速在模拟测试速度范围内,制动压力在模拟制动压力范围内,且制动距离在模拟制动距离范围内的数据;

[0142] 加速过滤规则包括:过滤油门踏板开度大于设定开度的数据;

[0143] 速度过滤规则包括:过滤车速小于设定速度的数据;

[0144] 气压过滤规则包括:过滤建压过程第一初始时间段的数据、泄压过程第二初始时间段的数据,以及设定压力范围外的数据;其中,第一初始时间段大于第二初始时间段。

[0145] 其中,在对车辆进行制动模拟测试时往往在车辆位置固定的情况下进行模拟测试,会指定车辆的模拟制动压力范围、模拟测试速度范围和模拟制动距离范围,以上数据是理想工况数据,基于各项的数值范围或三者数值范围的对应关系可以明确的识别出模拟数据。可选的,模拟测试速度范围为 $V_{test}-0.5\text{km/h}<V<V_{test}+0.5\text{km/h}$ ,其中, $V_{test}$ 为模拟测试车速; $V$ 为历史行驶数据中车辆速度。模拟制动距离范围 $d_{test}-0.1\text{m}<d<d_{test}+0.1\text{m}$ 。其中, $d_{test}$ 为模拟制动距离; $d$ 为历史行驶数据中车辆制动距离。

[0146] 其次,通过监测油门的状态,过滤掉油门踏板开度大于设定开度的数据,避免加速状态或者误操作状态下的数据对车辆制动性能评估的精确度产生影响。可选的,设定开度为10%。

[0147] 另外,通过速度过滤规则过滤掉可能存在ABS系统介入控制的低速运行数据。其中,速度过滤规则包括:过滤车速小于设定速度的数据。可选的,设定速度为1m/s。

[0148] 最后,气压过滤规则包括:过滤建压过程第一初始时间段的数据、泄压过程第二初始时间段的数据,以及设定压力范围外的数据,具体的,可以过滤掉减压和泄压初期的非稳态数据。根据具体车型不同,或者减压或泄压过程中驾驶员干预控制导致减压或泄压数据过滤不准确,进一步,基于设定压力范围进一步进行噪声数据过滤。另外,基于减压或泄压过程中压力值变化不同,对应的第一初始时间段和第二初始时间段时长不同。具体的,第一初始时间段大于第二初始时间段。

[0149] 可选的,第一初始时间段为0.8s,第二初始时间段为0.6s,其中,第一初始时间段大于第二初始时间段。设定压力范围为 $0\text{kPa} < P_{thr1} \leq P_{real} \leq P_{thr2} < 800\text{kPa}$ ,其中, $P_{thr1}$ 为设定压力范围下限值; $P_{thr2}$ 为设定压力范围上限值; $P_{real}$ 为历史行驶数据中制动压力。

[0150] 在不同实施例中,基于上述各项制动过滤规则对制动工况数据进行过滤筛选时的顺序不同。可选的,基于部分或全部制动过滤规则同时制动工况数据进行过滤筛选处理。可选的,依次基于各项制动过滤规则对初始制动工况数据或对前序制动过滤规则过滤后的数据进行过滤筛选处理。

[0151] 图2是本申请一实施例提供的制动工况数据过滤筛选的实现流程图,如图2所示,包括如下步骤:

[0152] S201,过滤模拟测试数据;

[0153] 具体的,基于模拟数据过滤规则,过滤车速在模拟测试速度范围内,制动压力在模拟制动压力范围内,且制动距离在模拟制动距离范围内的数据。

[0154] S202,划分制动片段,过滤停车和加速数据;

[0155] 在车辆行驶过程中,会在不同时间段执行制动,因此,从车辆完整的行驶数据记录中可以分为多个片段,例如:加速片段、稳定行驶片段和制动片段。其中,对于过滤掉模拟测试数据后的数据进行制动片段划分。基于速度过滤规则过滤车速小于设定速度的数据,即过滤停车数据,并基于加速过滤规则过滤油门踏板开度大于设定开度的数据。

[0156] 在具体实施过程中,对车辆行驶数据进行采集时,采样时间间隔不同,在检测到制动启动信号时,会减小采样时间间隔,以提高对制动数据的采样频率。因此,在划分制动片段时,具体根据相邻两帧制动数据的时间差值 $\Delta t$ 与预设制动采样时间间隔 $T_{thr}$ 的大小关系划分成多个制动片段,即根据相邻采样数据的时间间隔确定车辆历史行驶数据是否为制动数据。

[0157] 另外,在一具体实施例中,速度过滤规则为过滤车速小于设定速度的数据,设定速度为1m/s,且加速过滤规则为过滤油门踏板开度大于设定开度的数据,设定开度为10%时,步骤S202中,过滤停车和加速数据具体包括:

[0158] 对于每个制动片段,若第一帧车速 $V \leq 1\text{m/s}$ 或者油门踏板开度 $> 10\%$ ,则舍弃整个片段;若第二帧车速 $V \leq 1\text{m/s}$ 或者油门踏板开度 $> 10\%$ ,则舍弃整个片段中第二帧及以后数据。

[0159] 其中,第一帧车速 $V \leq 1\text{m/s}$ 对应实际驾驶场景存在ABS系统介入控制的可能,因此,对应的整个制动片段数据噪声较大。第一帧油门踏板开度 $> 10\%$ 时,存在驾驶员在制动过程中因慌乱误操作踩踏油门的操作,对应制动片段数据为非正常制动过程数据,对于车辆制

动评价参考性较差。而对于 $V \leq 1\text{m/s}$ 或者油门踏板开度 $>10\%$ 的数据非制动片段首帧数据时,则保留对应过滤条件前的一帧或多帧数据。

[0160] S203,对各制动子片段过滤建压和泄压过程数据;

[0161] 其中,基于步骤S201和步骤S202过滤后的制动数据,进一步过滤非稳态数据。具体的,过滤建压过程第一初始时间段的数据和泄压过程第二初始时间段的数据。

[0162] 另外,步骤S202中存在制动子片段保留部分帧数据的情况,基于步骤S203进行过滤后,能够进一步的过滤掉部分不完整的制动子片段对应的数据。

[0163] S204,过滤实际气压超过一定范围的数据。

[0164] 其中,步骤S203之后,还存在气压过小或过大的噪声数据,进一步过滤掉。

[0165] 在本实施例中,按照模拟数据过滤规则、加速过滤规则及速度过滤规则、气压过滤规则按序对制动工况数据进行处理,保证经过逐层过滤筛选的方式,获取到稳定的制动数据,以准确的体现车辆的制动情况,提高对于车辆制动性能评估的参考性,从而提高车辆制动性能评估精确度。

[0166] 以上实施例从不同角度对车辆制动性能评估方法进行介绍。图3是本申请另一实施例提供的车辆制动性能评估方法的实现流程图。如图3所示,包括如下步骤:

[0167] S301,获取多个车辆行驶的云端数据;

[0168] S302,根据ID划分得到每一辆车的行驶数据;

[0169] S303,根据目标车辆ID获取目标车辆的行驶数据;

[0170] S304,对原始数据清洗和筛选,划分制动片段,获取制动工况下稳态的制动数据;

[0171] S305,计算稳定制动子片段内的平均加速度,以此表征某一制动压力对应的实际加速度;

[0172] S306,利用加速工况的行驶数据结合车辆动力学估计质量;

[0173] S307,利用全球定位系统(Global Positioning System,GPS)和天气应用编程接口(Application Programming Interface,API)估计道路附着系数;

[0174] S308,为筛选后稳态的制动数据添加对应的估计质量和估计道路附着系数;

[0175] S309,读取车型、车速、制动压力、质量和路面附着系数,查询制动仿真规律表确定每一帧数据对应的理论加速度;其中,仿真规律表基于步骤S312提前确定并预置在服务器系统中;

[0176] S310,根据实际加速度与理论加速度的偏差分布情况,构造制动性能评估特征;

[0177] S311,通过实际制动性能评估特征与预设阈值判断确定车辆制动性能情况;

[0178] S312,通过对不同车型实际参数和数据分析建立车辆模型,利用仿真软件得到不同质量不同路面附着系数不同制动压力下的车辆制动仿真规律。

[0179] 在本实施例中,通过获取设定时间段内目标车辆的历史行驶数据,其中,历史行驶数据至少包括定位数据和天气数据,以根据定位数据和天气数据确定道路附着系数估计值,并基于道路附着系数估计值和稳定制动数据确定理论加速度,基于理论加速度对车辆制动性能进行评估,主要实现在车辆制动性能评估过程中考虑道路附着系数对制动性能的影响,提高制动性能评估精确度。其中,对目标车辆的行驶数据进行不同数据处理,一方面用于道路附着系数估计值确定,一方面用于车辆质量估计,一方面用于实际加速度的确定,综合多方面数据处理结果进行车辆制动性能估计,整体提高车辆制动性能估计的精确度。

[0180] 应理解,上述实施例中各步骤的序号的大小并不意味着执行顺序的先后,各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定,而不应对本申请实施例的实施过程构成任何限定。

[0181] 以下为本申请的装置实施例,对于其中未详尽描述的细节,可以参考上述对应的方法实施例。

[0182] 图4是本申请一实施例提供的车辆制动性能评估装置的结构示意图,如图4所示,为了便于说明,仅示出了与本申请实施例相关的部分,如图4所示,该装置包括:获取模块401、数据处理模块402、加速度计算模块403和评估模块404。

[0183] 获取模块401,用于获取参考特征为实际加速度和理论加速度的车辆制动性能评估模型和设定时间段内目标车辆的历史行驶数据;其中,历史行驶数据包括加速工况数据、制动工况数据、定位数据和天气数据;

[0184] 数据处理模块402,用于根据制动过滤规则对历史行驶数据中的制动工况数据进行过滤筛选,以得出稳定制动数据;

[0185] 加速度计算模块403,用于根据稳定制动数据确定实际加速度,并根据历史行驶数据中的加速工况数据、定位数据和天气数据确定理论加速度;

[0186] 评估模块404,用于将根据历史行驶数据确定的实际加速度和理论加速度输入车辆制动性能评估模型,并根据车辆制动性能评估模型的输出信息确定车辆制动性能评估结果。

[0187] 在一种可能的实现方式中,加速度计算模块403,具体用于:

[0188] 根据历史行驶数据中的加速工况数据和车辆动力学公式确定车辆质量估计值,并根据历史行驶数据中的定位数据和天气数据确定道路附着系数估计值;

[0189] 根据车辆质量估计值、道路附着系数估计值和稳定制动数据确定理论加速度。

[0190] 在一种可能的实现方式中,加速度计算模块403,具体用于:

[0191] 根据目标车辆的车型获取对应的制动仿真规律表;

[0192] 根据车辆质量估计值、道路附着系数估计值、稳定制动数据中的车速和制动压力进行查表,并根据对制动仿真规律表的查表结果确定理论加速度;

[0193] 其中,制动仿真规律表基于对应车型的车辆模型和仿真软件的仿真结果得出。

[0194] 在一种可能的实现方式中,加速度计算模块403,具体用于:

[0195] 根据制动压力对稳定制动数据中各稳定制动片段数据进行划分获得稳定制动子片段数据;

[0196] 对应各稳定制动子片段计算加速度平均值,并将加速度平均值作为对应稳定制动子片段的实际加速度;

[0197] 其中,稳定制动数据中包括多个稳定制动片段;各稳定制动片段包括一个或多个稳定制动子片段;各稳定制动子片段数据包括多条数据。

[0198] 在一种可能的实现方式中,评估模块404,具体用于:

[0199] 将目标时间段内目标制动压力对应的实际加速度和理论加速度作为参考特征输入车辆制动性能评估模型,输出表征制动性能的评估特征的特征值;其中,目标时间段小于设定时间段;车辆制动性能评估模型基于中心极限定理构造,具体为:

$$[0200] \quad Z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}} \sim N(0,1)$$

[0201] 其中,  $Z$  为评估特征;  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_{i,名义} - a_{i,实际}) / a_{i,名义}$ ;  $n$  为目标时间段内稳定制动数据的采样数量;  $\mu_0$  为基于设定时间段内目标车辆的历史行驶数据确定的  $\bar{x}$  变量均值;  $\sigma$  为  $\bar{x}$  的标准差;  $N(0,1)$  为期望为0标准差为1的标准正态分布;  $a_{i,名义}$  为第  $i$  个理论加速度;  $a_{i,实际}$  为稳定制动数据中传感器实际测量的实际加速度;  $i \leq n$ 。

[0202] 在一种可能的实现方式中, 评估模块404, 具体用于:

[0203] 根据连续设定数量的目标时间段对应的评估特征的特征值确定车辆制动性能评估结果;

[0204] 其中, 若连续设定数量的目标时间段对应的评估特征的特征值均小于评估特征设定值时, 则确定车辆制动性能良好;

[0205] 若连续设定数量的目标时间段对应的评估特征的特征值均大于评估特征设定值时, 则确定车辆制动性能差;

[0206] 若相邻评估特征的特征值之间差值存在波动, 且波动值大于设定值, 则确定车辆制动性能存在异常。

[0207] 在一种可能的实现方式中, 基于制动过滤规则对历史行驶数据中的制动工况数据进行过滤筛选;

[0208] 其中, 制动过滤规则包括: 模拟数据过滤规则、加速过滤规则、速度过滤规则和气压过滤规则。

[0209] 在一种可能的实现方式中, 模拟数据过滤规则包括: 过滤车速在模拟测试速度范围内, 制动压力在模拟制动压力范围内, 且制动距离在模拟制动距离范围内的数据;

[0210] 加速过滤规则包括: 过滤油门踏板开度大于设定开度的数据;

[0211] 速度过滤规则包括: 过滤车速小于设定速度的数据;

[0212] 气压过滤规则包括: 过滤建压过程第一初始时间段的数据、泄压过程第二初始时间段的数据, 以及设定压力范围外的数据; 其中, 第一初始时间段大于第二初始时间段。

[0213] 在一种可能的实现方式中, 设定时间段为3个月~12个月; 目标时间段为1h~24h。

[0214] 在本实施例中, 通过获取设定时间段内包括加速工况数据、制动工况数据、定位数据和天气数据多项信息的目标车辆的历史行驶数据, 基于过滤筛选后的制动工况数据确定实际加速度, 并综合历史行驶数据中的加速工况数据、定位数据和天气数据确定理论加速度。将计算得出的实际加速度和理论加速度输入提前构建的车辆制动性能评估模型, 并根据车辆制动性能评估模型输出的车辆质量评估值确定车辆制动性能评估结果。其中, 构建车辆制动性能评估模型时, 考虑到外部因素对车辆制动过程中加速度的影响, 主要以车辆行驶环境信息确定理论加速度, 并综合理论加速度和实际加速度对车辆制动性能进行评估, 避免因车辆驾驶环境造成实测加速度反映出的制动能力与车辆自身制动能力存在偏差, 能够提高车辆制动性能结果准确性。

[0215] 图5是本申请一实施例提供的电子设备的结构示意图。如图5所示, 该实施例的电子设备5包括: 处理器50、存储器51以及存储在所述存储器51中并可在所述处理器50上运行

的计算机程序52。所述处理器50执行所述计算机程序52时实现上述各个车辆制动性能评估方法实施例中的步骤，例如图1所示的步骤S101至步骤S104。或者，所述处理器50执行所述计算机程序52时实现上述各装置实施例中各模块/单元的功能，例如图4所示各模块的功能。

[0216] 示例性的，所述计算机程序52可以被分割成一个或多个模块/单元，所述一个或者多个模块/单元被存储在所述存储器51中，并由所述处理器50执行，以完成本申请。所述一个或多个模块/单元可以是能够完成特定功能的一系列计算机程序指令段，该指令段用于描述所述计算机程序52在所述电子设备5中的执行过程。例如，所述计算机程序52可以被分割成图4所示各模块。

[0217] 所述电子设备5可以是桌上型计算机、笔记本、掌上电脑及云端服务器等计算设备。所述电子设备5可包括，但不仅限于，处理器50、存储器51。本领域技术人员可以理解，图5仅仅是电子设备5的示例，并不构成对电子设备5的限定，可以包括比图示更多或更少的部件，或者组合某些部件，或者不同的部件，例如所述电子设备还可以包括输入输出设备、网络接入设备、总线等。

[0218] 所称处理器50可以是中央处理单元(Central Processing Unit,CPU),还可以是其他通用处理器、数字信号处理器(Digital Signal Processor,DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC)、现场可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。

[0219] 所述存储器51可以是所述电子设备5的内部存储单元，例如电子设备5的硬盘或内存。所述存储器51也可以是所述电子设备5的外部存储设备，例如所述电子设备5上配备的插接式硬盘，智能存储卡(Smart Media Card,SMC),安全数字(Secure Digital,SD)卡，闪存卡(Flash Card)等。进一步地，所述存储器51还可以既包括所述电子设备5的内部存储单元也包括外部存储设备。所述存储器51用于存储所述计算机程序以及所述电子设备所需的其他程序和数据。所述存储器51还可以用于暂时地存储已经输出或者将要输出的数据。

[0220] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为了描述的方便和简洁，仅以上述各功能单元、模块的划分进行举例说明，实际应用中，可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能单元、模块完成，即将所述装置的内部结构划分成不同的功能单元或模块，以完成以上描述的全部或者部分功能。实施例中的各功能单元、模块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。另外，各功能单元、模块的具体名称也只是为了便于相互区分，并不用于限制本申请的保护范围。上述系统中单元、模块的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

[0221] 在上述实施例中，对各个实施例的描述都各有侧重，某个实施例中未详述或记载的部分，可以参见其它实施例的相关描述。

[0222] 本领域普通技术人员可以意识到，结合本申请中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以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。专业技术人

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申请的范围。

[0223] 在本申请所提供的实施例中,应该理解到,所揭露的装置/电子设备和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置/电子设备实施例仅仅是示意性的,例如,所述模块或单元的划分,仅仅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讯连接可以通过一些接口,装置或单元的间接耦合或通讯连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0224] 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网络单元上。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。

[0225] 另外,在本申请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。

[0226] 所述集成的模块/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。根据这样的理解,本申请实现上述实施例方法中的全部或部分流程,也可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成,所述的计算机程序可存储于一计算机可读存储介质中,该计算机程序在被处理器执行时,可实现上述各个车辆制动性能评估方法实施例的步骤。其中,所述计算机程序包括计算机程序代码,所述计算机程序代码可以为源代码形式、对象代码形式、可执行文件或某些中间形式等。所述计算机可读介质可以包括:能够携带所述计算机程序代码的任何实体或装置、记录介质、U盘、移动硬盘、磁碟、光盘、计算机存储器、只读存储器(Read-Only Memory,ROM)、随机存取存储器(Random Access Memory,RAM)、电载波信号、电信信号以及软件分发介质等。

[0227] 以上所述实施例仅用以说明本申请的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本申请进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的精神和范围,均应包含在本申请的保护范围之内。

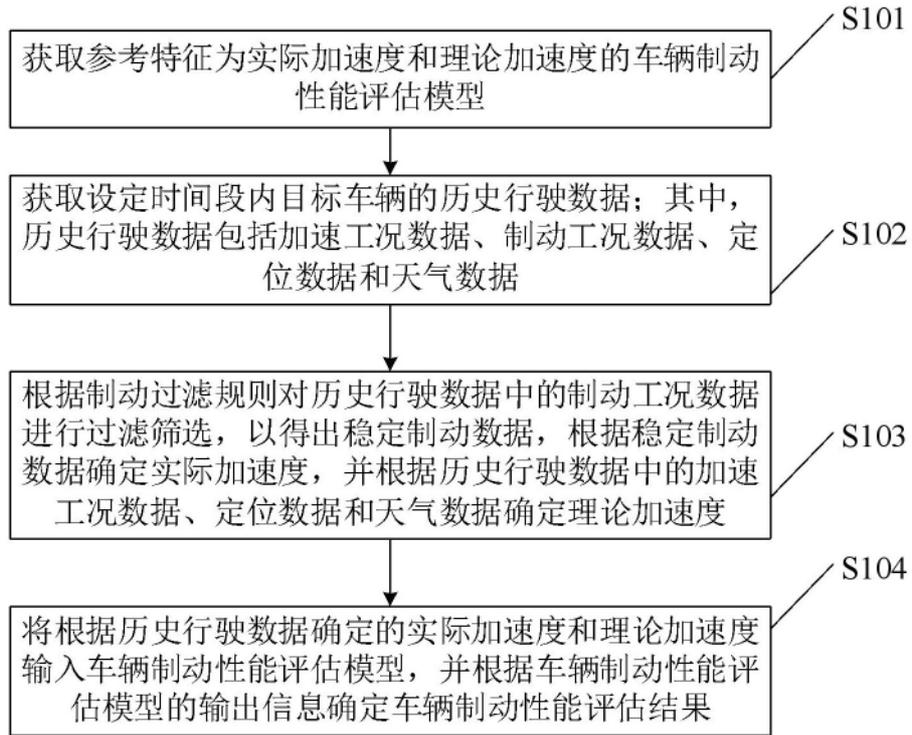


图1

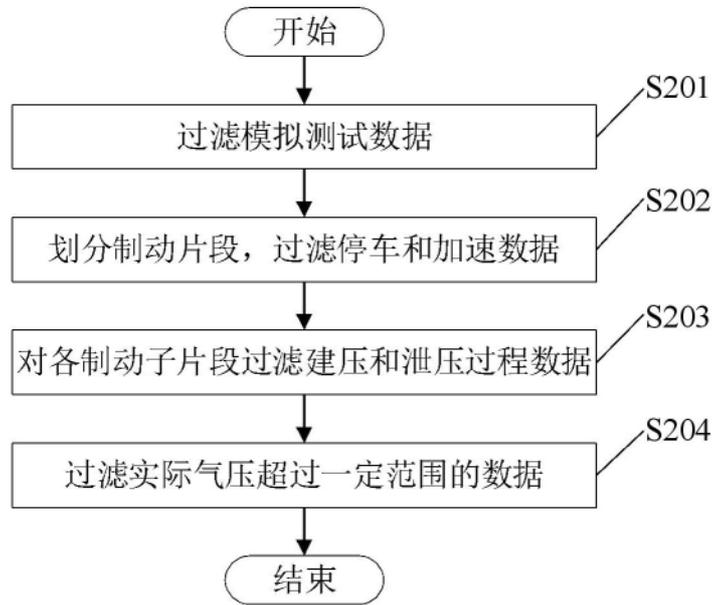


图2

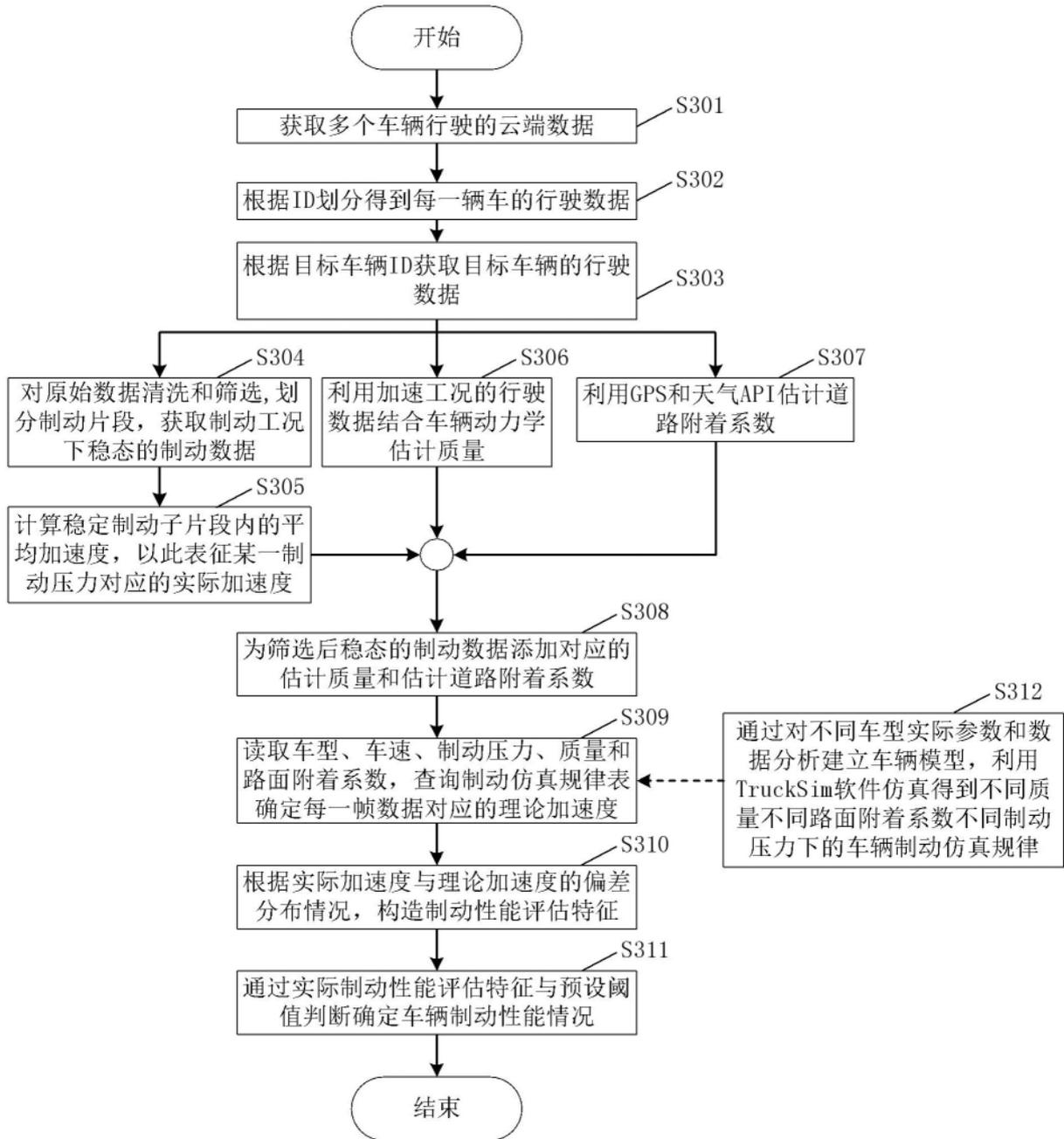


图3

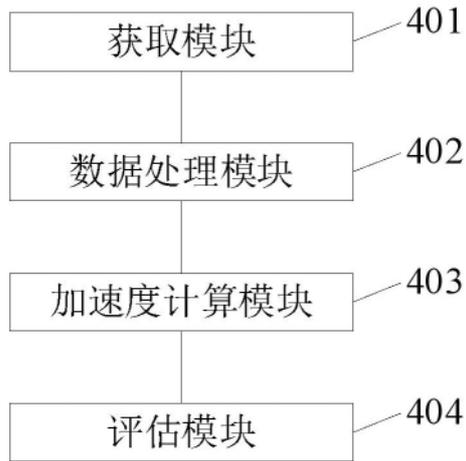


图4

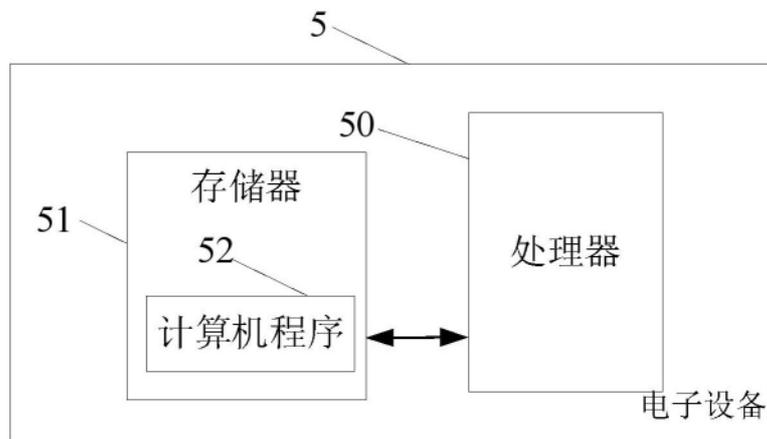


图5