



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110155168 B

(45) 授权公告日 2021.08.24

(21) 申请号 201910338319.8

(22) 申请日 2019.04.25

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110155168 A

(43) 申请公布日 2019.08.23

(73) 专利权人 吉林大学
地址 130022 吉林省长春市人民大街5988号
吉林大学南岭校区

(72) 发明人 胡宏宇 周晓宇 盛愈欢 高振海

(74) 专利代理机构 北京信诺创成知识产权代理有限公司 11728

代理人 杨仁波

(51) Int. Cl.

B62D 6/00 (2006.01)

B62D 137/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101579232 A, 2009.11.18

US 2005277843 A1, 2005.12.15

CN 108742610 A, 2018.11.06

US 2005080350 A1, 2005.04.14

CN 101282853 A, 2008.10.08

CN 108742609 A, 2018.11.06

Renchengzheng.evaluation of sternocleidomastoid muscle activity of a passenger in response to a car's lateral acceleration while slalom driving. 《Transactions on human-machine systems》. IEEE Xplore, 2013, 第43卷(第4期), 405-415.

审查员 伍世鹏

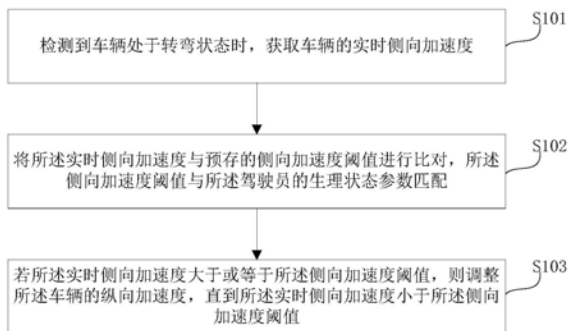
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

基于驾驶员体感的车辆智能转向调节方法和系统

(57) 摘要

本发明提供一种基于驾驶员体感的车辆智能转向调节方法和系统,其中的方法包括如下步骤:检测到车辆处于转弯状态时,获取车辆的实时侧向加速度;将所述实时侧向加速度与预存的侧向加速度阈值进行比对,所述侧向加速度阈值与所述驾驶员的生理状态参数匹配;若所述实时侧向加速度大于或等于所述侧向加速度阈值,则调整所述车辆的转弯纵向加速度,直到所述实时侧向加速度小于所述侧向加速度阈值。本发明提供的以上方案,通过设置侧向加速度阈值的方式,使得车辆在转弯过程中的实时侧向加速度满足小于侧向加速度阈值的条件,从而能够提高车辆转弯行驶过程中驾驶员的舒适度,提升转弯过程中的驾驶体验。



1. 一种基于驾驶员体感的车辆智能转向调节方法,其特征在于,包括如下步骤:

检测到车辆处于转弯状态时,获取车辆的实时侧向加速度;

将所述实时侧向加速度与预存的侧向加速度阈值进行比对,所述侧向加速度阈值与所述驾驶员的生理状态参数匹配,所述生理状态参数包括身高、体重、年龄和性别;

若所述实时侧向加速度大于或等于所述侧向加速度阈值,则调整所述车辆的纵向加速度,直到所述实时侧向加速度小于所述侧向加速度阈值;

通过侧向加速度标定试验获得所述侧向加速度阈值,所述侧向加速度标定试验包括如下步骤:

确定参与标定试验的受试者的生理状态参数;

获取车辆处于转弯状态时,车辆的侧向加速度值的变化过程;

获取所述受试者在车辆处于转弯状态时的肌电信号变化过程;

获取所述受试者在标定试验结束后对于当前标定试验过程中的体验结果;

根据所述侧向加速度值的变化过程、所述肌电信号变化过程和所述体验结果,获得侧向加速度阈值,所述侧向加速度阈值对应于当前生理状态参数;

获取所述受试者在车辆处于转弯状态时的肌电信号变化过程的步骤中:

所述肌电信号通过检测受试者的被测肌肉的肌电信号得到,其中所述被测肌肉位于受试者与车辆转向方向相反的一侧;

获取所述受试者在车辆处于转弯状态时的肌电信号变化过程的步骤包括:

在设定检测周期内,以特定步长采集受试者的被测肌肉的肌电信号作为检测周期内的原始肌电信号值;

获取每一检测周期内的原始肌电信号的均方根值,对每一检测周期内的原始肌电信号的均方根值进行标准化处理得到检测周期内肌电信号的特征值;

获取所述肌电信号的特征值随时间变化的过程作为所述肌电信号变化过程;

获取每一检测周期内的原始肌电信号的均方根值,对每一检测周期内的原始肌电信号的均方根值进行标准化处理得到检测周期内肌电信号的特征值的步骤包括:

对每一检测周期内的原始肌电信号进行滤波处理以滤除干扰值;

对于经过滤波处理的原始肌电信号,计算得到每一检测周期的均方根值:

$$\text{RMS}(k) = \left(\frac{1}{T} \int_{(k-1)T}^{kT} e^2(t + \tau) d\tau \right)^{\frac{1}{2}};$$

其中, $e(t)$ 是检测周期内实时采集到的原始肌电信号, T 是检测周期时长, $[(k-1)T, kT]$ 为第 k 个检测周期, τ 为采样步长;

获取受试者在静态时的肌电信号均方根值 RMS_s ;

每一检测周期内肌电信号的特征值为: $\text{RMS} = \text{RMS}(k) - \text{RMS}_s$ 。

2. 根据权利要求1所述的基于驾驶员体感的车辆智能转向调节方法,其特征在于,根据所述侧向加速度值的变化过程、所述肌电信号变化过程和所述体验结果,获得侧向加速度阈值的步骤包括:

获取设定检测周期内侧向加速度的平均值;

将同一检测周期内的侧向加速度平均值和肌电信号的特征值一一对应,得到二者的关

系拟合曲线；

根据所述体验结果确定舒适度阈值范围；

在所述拟合曲线中确定与所述舒适度阈值范围相对应的曲线点/段，选择所述曲线点/段中的最大侧向加速度作为所述侧向加速度阈值。

3. 根据权利要求1或2所述的基于驾驶员体感的车辆智能转向调节方法，其特征在于，检测到车辆处于转弯状态时，获取车辆的实时侧向加速度的步骤中，通过如下方式获得所述实时侧向加速度：

获取车辆的实时方向盘转角 δ 和实时行驶速度 V ；

$$\text{所述实时侧向加速度 } G_y = Q * \frac{\delta}{iL} V^2;$$

其中， Q 为速度系数， Q 的取值与车辆属性有关，根据历史经验值或者通过实验测量得到； i 为转向系角传动比； L 为轴距。

4. 根据权利要求3所述的基于驾驶员体感的车辆智能转向调节方法，其特征在于，若所述实时侧向加速度大于或等于所述侧向加速度阈值，则调整所述车辆的纵向加速度，直到所述实时侧向加速度小于所述侧向加速度阈值的步骤中，通过如下方法调整所述车辆的纵向加速度：

$$G_x = \text{sign}(G_y, \dot{G}_y) \frac{C_{xy} \dot{G}_y}{1+T} + G_{x_DC}$$

其中， G_x 为纵向加速度； C_{xy} 为标定模型参数； G_{x_DC} 为合加速度理想变化圆的圆心加速度的纵向分量； \dot{G}_y 为侧向加速度的导数， $\frac{C_{xy}}{1+T}$ 为一阶惯性环节拉普拉斯变换的表现形式，其中 T 为惯性时间常数。

5. 一种存储介质，其特征在于，所述存储介质为计算机可读存储介质，所述存储介质中存储有程序信息，计算机读取所述程序信息后执行权利要求1-4任一项所述的基于驾驶员体感的车辆智能转向调节方法。

6. 一种基于驾驶员体感的车辆智能转向调节系统，其特征在于，包括至少一个处理器和至少一个存储器，至少一个所述存储器中存储有程序信息，至少一个所述处理器读取所述程序信息后执行权利要求1-4任一项所述的基于驾驶员体感的车辆智能转向调节方法。

基于驾驶员体感的车辆智能转向调节方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及智能汽车辅助驾驶领域,具体涉及一种基于驾驶员体感的车辆智能转向调节方法和系统。

背景技术

[0002] 近年来,随着汽车自动驾驶技术的日渐成熟,越来越多的汽车及互联网公司竞相开发智能汽车技术,一款款自动驾驶试验车相继面世。近两年,随着自动驾驶汽车已经开始逐步应用于市场,人们更加在意自动驾驶汽车的乘坐舒适性。通过对用户体验进行调查发现,目前的自动驾驶汽车在乘坐体验比不上一些驾驶经验丰富的驾驶员,特别是在转向行驶过程中,相当一部分人觉得还是由丰富驾驶经验的驾驶员驾驶汽车或者干脆认为自己驾驶汽车更加舒适。

[0003] 目前自动驾驶汽车在转向上的控制算法更多地关注汽车前轮转向角或横摆力矩的控制上以保证汽车转向行驶过程中满足一定的稳定性和舒适性要求,而在汽车转向时车速的控制上更多地考虑汽车转向安全性要求(如不与汽车碰撞)。发明人在实现本发明的过程中发现,汽车转向时侧向加速度的大小直接作用于驾驶员的身体,这在一些肌肉(胸锁乳突肌、上斜方肌等)上反应十分明显。另一方面,侧向加速度也是影响驾驶员的驾驶体验的重要因素。现有技术中的自动驾驶过程单纯从安全角度考虑转向速度会给驾驶员带来较强的不适感,因此现有技术中的自动驾驶过程中汽车的转向控制依然存在很大的改进空间。

发明内容

[0004] 本发明实施例旨在提供一种基于驾驶员体感的车辆智能转向调节方法和系统,以解决现有技术中自动驾驶过程中在车辆转弯时由于速度控制不适当是驾驶员感觉不舒适,影响驾驶体验的技术问题。

[0005] 为此,本发明提供一种基于驾驶员体感的车辆智能转向调节方法,包括如下步骤:

[0006] 检测到车辆处于转弯状态时,获取车辆的实时侧向加速度;

[0007] 将所述实时侧向加速度与预存的侧向加速度阈值进行比对,所述侧向加速度阈值与所述驾驶员的生理状态参数匹配,所述生理状态参数包括身高、体重、年龄和性别;

[0008] 若所述实时侧向加速度大于或等于所述侧向加速度阈值,则调整所述车辆的纵向加速度,直到所述实时侧向加速度小于所述侧向加速度阈值。

[0009] 可选地,上述的基于驾驶员体感的车辆智能转向调节方法中,通过侧向加速度标定试验获得所述侧向加速度阈值,所述侧向加速度标定试验包括如下步骤:

[0010] 确定参与标定试验的受试者的生理状态参数;

[0011] 获取车辆处于转弯状态时,车辆的侧向加速度值的变化过程;

[0012] 获取所述受试者在车辆处于转弯状态时的肌电信号变化过程;

[0013] 获取所述受试者在标定试验结束后对于当前标定试验过程中的体验结果;

[0014] 根据所述侧向加速度值的变化过程、所述肌电信号变化过程和所述体验结果,获

得侧向加速度阈值,所述侧向加速度阈值对应于当前生理状态参数。

[0015] 可选地,上述的基于驾驶员体感的车辆智能转向调节方法中,获取所述受试者在车辆处于转弯状态时的肌电信号变化过程的步骤中:

[0016] 所述肌电信号通过检测受试者的被测肌肉的肌电信号得到,其中所述被测肌肉位于受试者与车辆转向方向相反的一侧。

[0017] 可选地,上述的基于驾驶员体感的车辆智能转向调节方法中,获取所述受试者在车辆处于转弯状态时的肌电信号变化过程的步骤包括:

[0018] 在设定检测周期内,以特定步长采集受试者的被测肌肉的肌电信号作为检测周期内的原始肌电信号值;

[0019] 获取每一检测周期内的原始肌电信号的均方根值,对每一检测周期内的原始肌电信号的均方根值进行标准化处理得到检测周期内肌电信号的特征值;

[0020] 获取所述肌电信号的特征值随时间变化的过程作为所述肌电信号变化过程。

[0021] 可选地,上述的基于驾驶员体感的车辆智能转向调节方法中,获取每一检测周期内的原始肌电信号的均方根值,对每一检测周期内的原始肌电信号的均方根值进行标准化处理得到检测周期内肌电信号的特征值的步骤包括:

[0022] 对每一检测周期内的原始肌电信号进行滤波处理以滤除干扰值;

[0023] 对于经过滤波处理的原始肌电信号,计算得到每一检测周期的均方根值:

$$[0024] \quad \text{RMS}(k) = \left(\frac{1}{T} \int_{(k-1)T}^{kT} e^2 (t + \tau) dt \right)^{\frac{1}{2}};$$

[0025] 其中, $e(t)$ 是检测周期内实时采集到的原始肌电信号, T 是检测周期时长, $[(k-1)T, kT]$ 为第 k 个检测周期, τ 为采样步长;

[0026] 获取受试者在静态时的肌电信号均方根值 RMS_s ;

[0027] 每一检测周期内肌电信号的特征值为: $\text{RMS} = \text{RMS}(k) - \text{RMS}_s$ 。

[0028] 可选地,上述的基于驾驶员体感的车辆智能转向调节方法中,根据所述侧向加速度值的变化过程、所述肌电信号变化过程和所述体验结果,获得侧向加速度阈值的步骤包括:

[0029] 获取设定检测周期内侧向加速度的平均值;

[0030] 将同一检测周期内的侧向加速度平均值和肌电信号的特征值一一对应,得到二者的关系拟合曲线;

[0031] 根据所述体验结果确定舒适度阈值范围和所述舒适度阈值范围;

[0032] 在所述拟合曲线中确定与所述舒适度阈值范围相对应的曲线点/段,选择所述曲线点/段中的最大侧向加速度作为所述侧向加速度阈值。

[0033] 可选地,上述的基于驾驶员体感的车辆智能转向调节方法中,检测到车辆处于转弯状态时,获取车辆的实时侧向加速度的步骤中,通过如下方式获得所述实时侧向加速度:

[0034] 获取车辆的实时方向盘转角 δ 和实时行驶速度 V ;

$$[0035] \quad \text{所述实时侧向加速度 } G_y = Q * \frac{\delta}{iL} V^2;$$

[0036] 其中, Q 为速度系数, Q 的取值与车辆属性有关,根据历史经验值或者通过实验测量得到; i 为转向系角传动比; L 为轴距。

[0037] 可选地,上述的基于驾驶员体感的车辆智能转向调节方法中,若所述实时侧向加速度大于或等于所述侧向加速度阈值,则调整所述车辆的纵向加速度,直到所述实时侧向加速度小于所述侧向加速度阈值的步骤中,通过如下方法调整所述车辆的纵向加速度:

$$[0038] \quad G_x = \text{sign}(G_y, \dot{G}_y) \frac{C_{xy} \dot{G}_y}{1+T} + G_{x_DC}$$

[0039] 其中, G_x 为纵向加速度; C_{xy} 为标定模型参数; G_{x_DC} 为合加速度理想变化圆圆心加速度的纵向分量; \dot{G}_y 为侧向加速度的导数, $\frac{C_{xy}}{1+T}$ 为一阶惯性环节拉普拉斯变换的表现形式,

其中T为惯性时间常数。上式说明, G_x 与 \dot{G}_y 为之间的传递为一阶惯性传递。

[0040] 本发明还提供一种存储介质,所述存储介质为计算机可读存储介质,所述存储介质中存储有程序信息,计算机读取所述程序信息后执行以上任一项所述的基于驾驶员体感的车辆智能转向调节方法。

[0041] 本发明还提供一种基于驾驶员体感的车辆智能转向调节系统,其特征在于,包括至少一个处理器和至少一个存储器,至少一个所述存储器中存储有程序信息,至少一个所述处理器读取所述程序信息后执行以上任一项所述的基于驾驶员体感的车辆智能转向调节方法。

[0042] 与现有技术相比,本发明实施例提供的上述技术方案至少具有以下

[0043] 有益效果:

[0044] 本发明实施例提供的基于驾驶员体感的车辆智能转向调节方法和系统,其中的方法包括如下步骤:检测到车辆处于转弯状态时,获取车辆的实时侧向加速度;将所述实时侧向加速度与预存的侧向加速度阈值进行比对,所述侧向加速度阈值与所述驾驶员的生理状态参数匹配;若所述实时侧向加速度大于或等于所述侧向加速度阈值,则调整所述车辆的纵向加速度,直到所述实时侧向加速度小于所述侧向加速度阈值。本发明提供的以上方案,通过设置侧向加速度阈值的方式,使得车辆在转弯过程中的实时侧向加速度满足小于侧向加速度阈值的条件,从而能够提高车辆转弯行驶过程中驾驶员的舒适度,提升转弯过程中的驾驶体验。

附图说明

[0045] 图1为本发明一个实施例所述基于驾驶员体感的车辆智能转向调节方法的流程图;

[0046] 图2为本发明一个实施例所述侧向加速度标定试验流程图;

[0047] 图3为本发明一个实施例所述基于驾驶员体感的车辆智能转向调节系统的硬件连接关系示意图。

具体实施方式

[0048] 下面将结合附图进一步说明本发明实施例。在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明的简化描述,而不是指示或暗

示所指的装置或组件必需具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。其中,术语“第一位置”和“第二位置”为两个不同的位置。

[0049] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个组件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0050] 实施例1

[0051] 本实施例提供一种基于驾驶员体感的车辆智能转向调节方法,可应用于智能车辆的自动驾驶系统、辅助驾驶系统或者车身控制系统中,如图1所示,包括如下步骤:

[0052] S101:检测到车辆处于转弯状态时,获取车辆的实时侧向加速度;智能车辆在行驶过程中,车辆上安装的多种类型的传感器能够对车辆的行驶状态进行实时监测,从而可以判断车辆是否行驶在转弯状态,例如可以通过车辆上设置的摄像头对于车道的直线度进行检测,通过车辆上的速度传感器对车辆的侧向加速度进行检测,通过方向盘上设置的传感器对方向盘转角进行检测等。当检测到车辆处于转弯状态时,通过车辆上设置的传感器对车辆的侧向加速度进行检测。

[0053] S102:将所述实时侧向加速度与预存的侧向加速度阈值进行比对,所述侧向加速度阈值与所述驾驶员的生理状态参数匹配,所述生理状态参数包括身高、体重、年龄和性别;在自动驾驶系统、辅助驾驶系统或者车身控制系统中能够存储侧向加速度阈值与生理状态参数的关系,可以通过表格的方式进行存储。可以理解,由于车辆型号不同,不同车型中存储的数据可能会有所差异。优选地,在本步骤实现之前,还可以包括接收驾驶员输入的生理状态参数信息的步骤。当驾驶员开启车辆时,可以在中控屏幕上弹出对话窗口,请驾驶员输入其真实的生理状态参数,当接收到生理状态参数数据后,可以与数据表中存储的数据进行一一比对,以确定匹配的侧向加速度阈值。侧向加速度阈值是能够确保驾驶员具有舒适感受的阈值,在每一车辆出厂之前通过不同性别、身高、体重、年龄和驾龄的受试者进行大量试验获得。

[0054] S103:若所述实时侧向加速度大于或等于所述侧向加速度阈值,则调整所述车辆的纵向加速度,直到所述实时侧向加速度小于所述侧向加速度阈值。当实时侧向加速度大于或等于所述侧向加速度阈值时,说明驾驶员可能会感到不适,此时即可自动对车辆行驶速度进行调节,以降低侧向加速度,提高驾驶员的驾驶体验。由于车辆在行驶过程中,侧向加速度和纵向加速度具有相关性,彼此之间的具有特定的换算关系,因此本步骤中通过调整车辆的纵向加速度能够同时调整车辆的侧向加速度,进而提高驾驶员的舒适度。

[0055] 本实施例中,通过侧向加速度标定试验获得所述侧向加速度阈值,所述侧向加速度标定试验包括如下步骤:

[0056] S201:确定参与标定试验的受试者的生理状态参数;选择若干驾驶员作为试验受试者进行侧向加速度标定试验,受试者性别、身高、体重、年龄和驾龄应该分布均匀,且在实验前无疲劳、饮酒等行为。本实施例采用肌电信号来反映驾驶员生理体感。试验前,给每位受试者粘贴上电极片并将肌电信号传输模块佩戴在颈部。在试验中,所述肌电信号通过检

测受试者的被测肌肉的肌电信号得到,其中所述被测肌肉位于受试者与车辆转向方向相反的一侧,因为通常与汽车转向方向相反的那侧肌肉响应更加明显,当汽车左转弯时选取受试者右侧肌肉的肌电信号做处理,当汽车右转弯时选取受试者左侧肌肉的肌电信号做处理。。具体地每位受试者测试两块肌肉,左胸锁乳突肌和右胸锁乳突肌。采用差分放大的原理,将两个电极粘贴在相距约20mm的每个肌肉上。参考电极粘贴在锁骨上,因为在锁骨的皮肤下面有一块骨骼肌。标定过程进行大量试验,尽量使各次试验的侧向加速度不同并且分布均匀,每次试验选取一个不同转弯半径(20-35m)的U-turn路线,入弯速度为(30-60km/h)。为获得驾驶员的较好驾驶体验,入弯后要求驾驶员按照舒适自由驾驶状态进行转弯通过。在实际测试中,车速和转向半径均无法保持不变,因此每次试验测得的是一系列波动的侧向加速度数据。试验中包括如下步骤:

[0057] S301:在设定检测周期内,以特定步长采集受试者的被测肌肉的肌电信号作为检测周期内的原始肌电信号值;设定检测周期可以选择0.05秒,步长可以选择0.005秒等。

[0058] S302:获取每一检测周期内的原始肌电信号的均方根值,对每一检测周期内的原始肌电信号的均方根值进行标准化处理得到检测周期内肌电信号的特征值;其包括:

[0059] 对每一检测周期内的原始肌电信号进行滤波处理以滤除干扰值,本步骤是为了滤除干扰信号,滤波处理可采用带通滤波,通带截止频率上下限为30Hz和120Hz,阻带截止频率上下限为20Hz和130Hz。对于经过滤波处理的原始肌电信号,计算得到每一检测周期的均方根值:

$$[0060] \quad \text{RMS}(k) = \left(\frac{1}{T} \int_{(k-1)T}^{kT} e^2(t + \tau) dt \right)^{\frac{1}{2}};$$

[0061] 其中, $e(t)$ 是检测周期内实时采集到的原始肌电信号, T 是检测周期时长, $[(k-1)T, kT]$ 为第 k 个检测周期, τ 为采样步长;

[0062] S303:获取受试者在静态时的肌电信号均方根值 RMS_s ,该过程与步骤S301和步骤S302中的采集方式相同,只是受试者处于静态。

[0063] S304:每一检测周期内肌电信号的特征值为: $\text{RMS} = \text{RMS}(k) - \text{RMS}_s$ 。采用标准化处理之后,能够滤除由于个体间皮肤电阻的差异导致的误差。

[0064] S305:获取所述肌电信号的特征值随时间变化的过程作为所述肌电信号变化过程。

[0065] S202:获取车辆处于转弯状态时,车辆的侧向加速度值的变化过程;

[0066] S203:获取所述受试者在车辆处于转弯状态时的肌电信号变化过程;

[0067] S204:获取所述受试者在标定试验结束后对于当前标定试验过程中的体验结果;在受试者在标定试验过程中可以实时给出驾驶体验结果,驾驶体验结果和时间也是具有对应关系的,例如可以提供评分供受试者选择,如将驾驶体验分为5个等级,分别是1不舒适,2较不舒适,3一般,4较舒适,5舒适等。

[0068] S205:根据所述侧向加速度值的变化过程、所述肌电信号变化过程和所述体验结果,获得侧向加速度阈值,所述侧向加速度阈值对应于当前生理状态参数。具体包括:

[0069] S401:获取设定检测周期内侧向加速度的平均值;由于受各种实际因素影响,每次试验转向过程中侧向加速度会有波动,因此可以求取每次试验过程中测得的一系列侧向加速度的平均值,本步骤中的设定周期的起始节点和终止节点与步骤S301中的设定检测周期

的起始节点和终止节点相同。

[0070] S402:将同一检测周期内的侧向加速度平均值和肌电信号的特征值一一对应,得到二者的关系拟合曲线。两条曲线绘制在同一坐标系内,其中的横坐标为时间,纵坐标分别为侧向加速度平均值、标准化后的肌电信号的均方根值。

[0071] S403:根据所述体验结果确定舒适度阈值范围和所述舒适度阈值范围;如前所述,受试者在标定试验过程中随时给出驾驶体验结果,驾驶体验结果给出时间和驾驶体验评分具有对应关系。也即,在同一时间能够获得受试者给出的驾驶体验结果、侧向加速度平均值、标准化后的肌电信号的均方根值。如果将驾驶体验结果也绘制在同一坐标系下,即可得到三条曲线。

[0072] S404:在所述拟合曲线中确定与所述舒适度阈值范围相对应的曲线点/段,选择所述曲线点/段中的最大侧向加速度作为所述侧向加速度阈值。也即确定受试者主观评价为较舒适和舒适两个等级所对应的所有经过标准化后的肌电信号均方根值,在侧向加速度的曲线上作出其集中区间,选取该区间所对应的最大侧向加速度值作为离线侧向加速度标定阈值。本实施例提供的以上标定试验过程可以汇总为图2所示流程。

[0073] 可以理解,对于侧向加速度标定试验可以进行很多次,针对不同的生理状态参数的受试者、针对不同的转弯状态等。而且每一情况下的标定试验均可以进行多次,可以求取多次试验的平均值作为试验结果。这样的试验可以针对不同车型进行,当得到试验结果之后即可存储在车辆的控制系统中。在车辆自动驾驶或者辅助驾驶过程中,当检测到车辆进入转弯状态,则可直接提取对应的侧向加速度阈值以实现调整,确保驾驶员驾驶体验。

[0074] 进一步地,检测到车辆处于转弯状态时,获取车辆的实时侧向加速度的步骤中,通过如下方式获得所述实时侧向加速度:获取车辆的实时方向盘转角 δ 和实时行驶速度 V ;所

述实时侧向加速度 $G_y = Q * \frac{\delta}{iL} V^2$;

[0075] 其中, Q 为速度系数, i 为转向系角传动比; L 为轴距。 Q 的取值与车辆属性有关,根据历史经验值或者通过实验测量得到,具体通过一个很简单的向心加速度(侧向加速度)公式来得到: $a = V^2/R$,其中转向半径 R 由方向盘转角 δ 决定,知道方向盘转角通过转向系传动比 i 就能求出车轮转角 δ/i ,进而根据三角关系 $R = L/\sin(\delta/i)$,因为车轮转角一般较小 $\sin(\delta/i)$ 近似等于 δ/i ,原公式可证,该公式是理论上的,实际应用中还要考虑轮胎侧偏角等因素,需要一个修正系数来使结果尽量贴近真实值,简单点可以通过历史经验根据不同的车型进行选取,复杂点可以在实验场地中让汽车以不同的车速转向行驶,实验环境中可以很容易地对车辆进行高精度定位,获取车辆的轨迹和速度,计算每一小段车辆轨迹的曲率可以得出车辆的转向半径,根据 $a = V^2/R$ 计算出侧向加速度 a ,从而与公式计算结果对比,通过可变的修正系数 Q 进行修正,注意 Q 是可以变化的。

[0076] 优选地,通过如下方法调整所述车辆的纵向加速度:

$$[0077] \quad G_x = \text{sign}(G_y, \dot{G}_y) \frac{C_{xy} \dot{G}_y}{1 + T} + G_{x_DC}$$

[0078] 其中, G_x 为纵向加速度; C_{xy} 为标定模型参数,通过试验选取; G_{x_DC} 为合加速度理想

变化圆圆心加速度的纵向分量,在实际应用中常取为0。 \dot{G}_y 为侧向加速度的导数, $\frac{C_{xy}}{1+T}$ 为一阶惯性环节拉普拉斯变换的表现形式,其中T为惯性时间常数;sign表示对该参数取正负号,正数取正号,负数取符号:上式说明, G_x 与 \dot{G}_y 为之间的传递为一阶惯性传递。通过调整 G_x 直到所述实时侧向加速度小于所述侧向加速度阈值以满足过弯舒适体验。

$$[0079] \quad \text{sign}(G_y, \dot{G}_y) = -\text{sign}(G_y) * \text{sign}(\dot{G}_y)$$

[0080] C_{xy} 根据经验进行模型参数标定,以驾驶员舒适度评价选取一个适当的值。

[0081] 通过上述方案,汽车转向过程中,如果侧向加速度超过侧向加速度阈值,则系统自动对车辆施加一个制动减速度,使汽车车速降低,从而使汽车侧向加速度变小,再次进入侧向加速度判定过程,重复以上步骤直到实时侧向加速度小于侧向加速度阈值。

[0082] 实施例2

[0083] 本实施例提供一种可读存储介质,所述存储介质中存储有计算机程序,所述计算机程序被计算机执行后实现实施例1中任一技术方案所述的基于驾驶员体感的车辆智能转向调节方法。

[0084] 实施例3

[0085] 本实施例提供一种基于驾驶员体感的车辆智能转向调节系统,如图3所示,包括至少一个处理器301和至少一个存储器302,至少一个所述存储器302中存储有指令信息,至少一个所述处理器301读取所述程序指令后可执行实施例1中任一方案所述的基于驾驶员体感的车辆智能转向调节方法。

[0086] 另外,本实施例中的基于驾驶员体感的车辆智能转向调节系统中,还可以包括智能汽车中配置的各类传感器,本系统能够接受各类传感器发送的检测信号,根据检测信号确定方向盘转角、行驶速度、车辆是否转弯等。在进行侧向加速度标定试验时,标定过程中还用到检测受试者肌电信号的生理信息检测仪等。

[0087] 除此之外,上述基于驾驶员体感的车辆智能转向调节系统还可以包括:输入装置303和输出装置304。处理器301、存储器302、输入装置303和输出装置304可以通过总线或者其他方式连接。上述基于驾驶员体感的车辆智能转向调节系统可执行本申请实施例所提供的方法,具备执行方法相应的功能模块和有益效果。未在本实施例中详尽描述的技术细节,可参见本申请实施例1所提供的方法。

[0088] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,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发明各实施例技术方案的精神和范围。

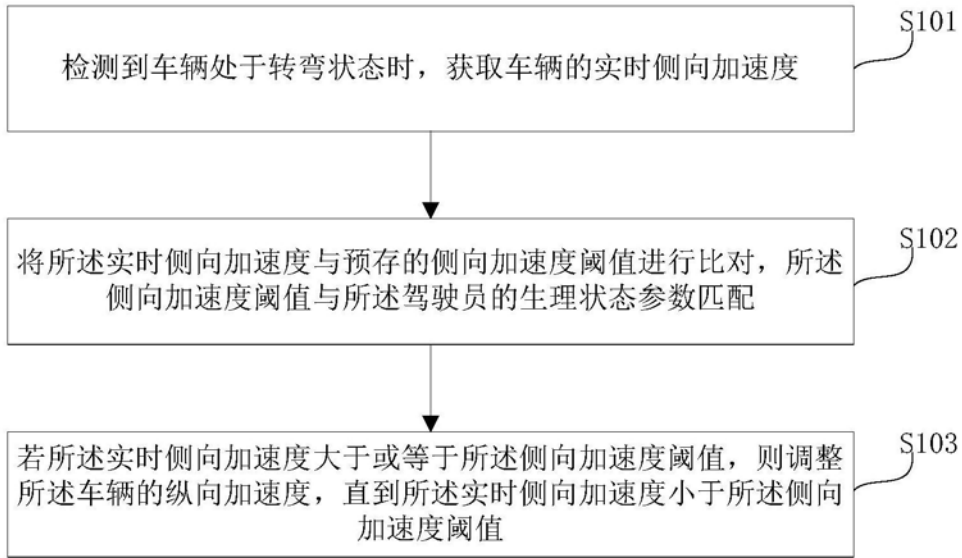


图1

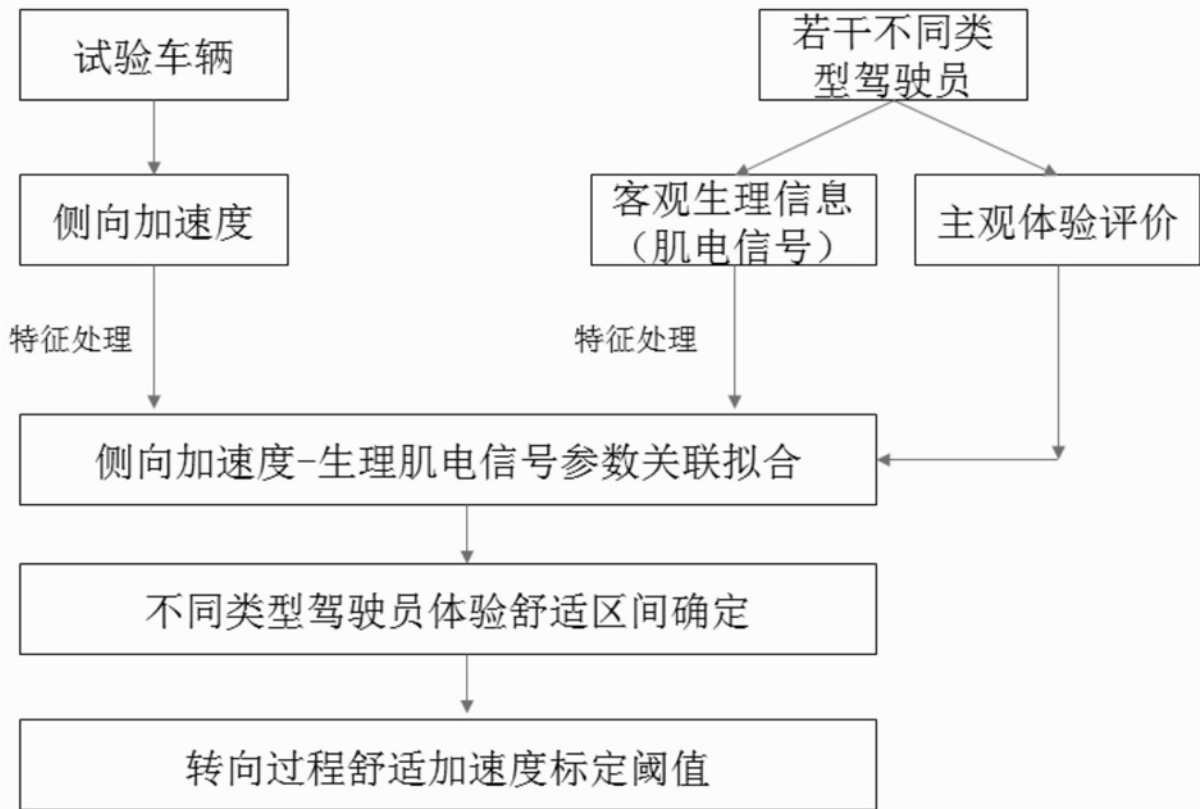


图2

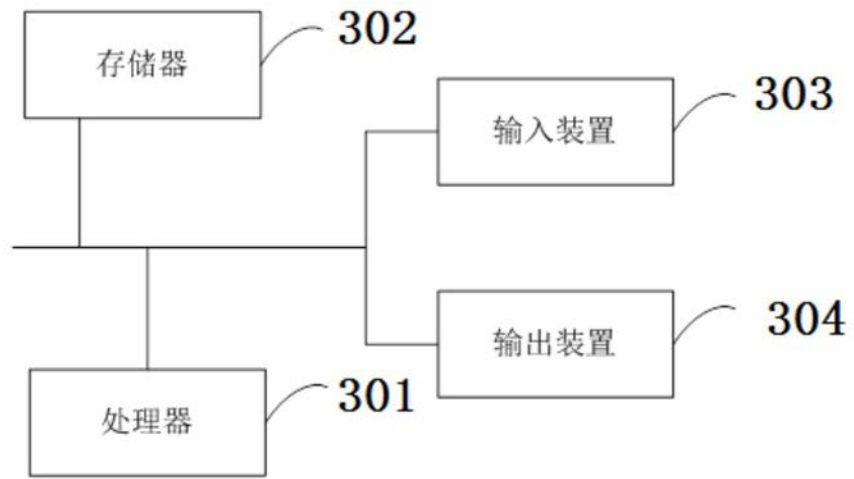


图3