



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102788704 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 05

(21) 申请号 201210219920. 3

(22) 申请日 2012. 06. 29

(73) 专利权人 北京理工大学

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街 5 号

(72) 发明人 毕路拯 甘国栋 杨学瑞

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司 11286

代理人 韩明星

(51) Int. Cl.

G01M 17/007(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特開 2004-219338 A, 2004. 08. 05,

CN 101734252 A, 2010. 06. 16,

CN 101842278 A, 2010. 09. 22,

JP 特開平 11-14507 A, 1999. 01. 22,

SU 911196 A1, 1982. 03. 09,

Terry D. Day, L. Daniel Metz. The simulation of driver inputs using a vehicle driver model. 《2000 Society of Automotive Engineers》. 2000, 第 1763-1779 页.

高振海等. 驾驶员方向控制模型及在汽车智能驾驶研究中的应用. 《中国公路学报》. 2000, 第 13 卷 (第 3 期), 第 106-109 页.

审查员 文海燕

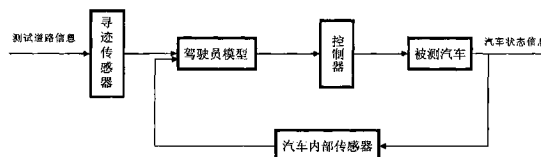
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

基于驾驶员模型的汽车操纵稳定性检测系统及检测方法

(57) 摘要

本发明提供一种基于驾驶员模型的汽车操纵稳定性检测系统及汽车操纵稳定性检测方法, 其中, 驾驶员模型包括: 预瞄模块, 根据安装在汽车上的寻迹传感器的输出获得预期轨迹; 预测模块, 根据汽车内部传感器输出的汽车状态信息, 计算汽车行驶的预测轨迹; 比较模块, 将预期轨迹与预测轨迹进行比较, 输出偏差; 控制模块, 根据所述偏差通过 PD 控制计算输出方向盘转角的变化量。预期轨迹是在汽车行驶路径上的蛇形路径, 汽车按照设定速度沿着蛇形路径绕标桩行驶, 检测系统和检测方法根据从汽车状态信息获得的方向盘转角和由驾驶员模型计算的方向盘转角的变化量, 计算最终方向盘转角并输出给汽车, 以控制汽车追踪预期轨迹行驶, 由此检测汽车操纵稳定性。



1. 一种基于驾驶员模型的汽车操纵稳定性检测系统,用于检测汽车操纵稳定性,所述检测系统包括:

寻迹传感器,安装在汽车上,用于进行路径识别,并输出预期轨迹;

汽车内部传感器,获取并输出汽车状态信息;

驾驶员模型,包括预瞄模块、预测模块、比较模块及控制模块,预瞄模块根据安装在汽车上的寻迹传感器的输出获得预期轨迹,预测模块根据汽车内部传感器输出的汽车状态信息,计算汽车行驶的预测轨迹,比较模块将预期轨迹与预测轨迹进行比较,输出偏差,控制模块根据所述偏差通过PD控制计算输出方向盘转角的改变量 $\Delta \Phi_n$,其中,预期轨迹是在汽车行驶路径上的蛇形路径,汽车按照设定速度沿着蛇形路径绕标桩行驶,所述检测系统根据从汽车状态信息获得的方向盘转角和由驾驶员模型计算的方向盘转角的改变量,计算最终方向盘转角并输出给汽车,以控制汽车追踪预期轨迹行驶;

控制器,接收最终方向盘转角信号,根据所述最终方向盘转角信号输出与汽车的被控对象对应的信号以控制被控对象,从而完成对汽车各部件的相应操作,以控制汽车追踪预期轨迹行驶,

通过汽车内部传感器获得汽车在控制器的控制下操作之后的状态信息,并将所述状态信息反馈给驾驶员模型,以实现汽车的闭环控制,

在驾驶员模型中通过设置不同的参数值获得不同驾驶风格的驾驶员的驾驶特性,所述参数值由 $\Delta \Phi_n = k_p \cdot a_{yn} + k_d \cdot a'_{yn}$ 中的 k_p 和 k_d 表示, a_{yn} 是侧向加速度, a'_{yn} 是侧向加速度的导数。

2. 根据权利要求1所述的汽车操纵稳定性检测系统,其中,所述设定的速度确保汽车在一个检测循环内不会驶出蛇形路径并在检测过程中保持恒定。

3. 一种基于驾驶员模型的汽车操纵稳定性检测方法,用于检测汽车操纵稳定性,所述方法包括:

在汽车按照设定的速度沿着预期轨迹行驶的同时,安装在汽车上的寻迹传感器动态扫描以获得汽车的预期轨迹信息,汽车内部传感器检测并记录汽车状态信息;

寻迹传感器和汽车内部传感器与驾驶员模型进行通信,以将预期轨迹信息和汽车状态信息输入到驾驶员模型;

驾驶员模型从汽车状态信息获得汽车行驶的预测轨迹,将预期轨迹与预测轨迹进行比较得到偏差;

驾驶员模型利用所述偏差通过PD控制计算输出方向盘转角的改变量;

所述检测方法根据从汽车状态信息获得的方向盘转角和由驾驶员模型计算的方向盘转角的改变量,计算最终方向盘转角,将最终方向盘转角信号输入到控制器;

控制器根据所述最终方向盘转角信号输出与被控对象对应的信号以控制汽车,从而完成对汽车各部件的相应操作,以控制汽车追踪预期轨迹行驶,由此检测汽车操纵稳定性,

其中,驾驶员模型包括预瞄模块、预测模块、比较模块及控制模块,预瞄模块根据安装在汽车上的寻迹传感器的输出获得预期轨迹,预测模块根据汽车内部传感器输出的汽车状态信息,计算汽车行驶的预测轨迹,比较模块将预期轨迹与预测轨迹进行比较,输出偏差,控制模块根据所述偏差通过PD控制计算输出方向盘转角的改变量 $\Delta \Phi_n$,预期轨迹是在汽车行驶路径上的蛇形路径,汽车按照设定的速度沿着蛇形路径绕标桩行驶,

在驾驶员模型中通过设置不同的参数值获得不同驾驶风格的驾驶员的驾驶特性,所述参数值由 $\Delta \Phi_n = k_p \cdot a_{yn} + k_d \cdot a'_{yn}$ 中的 k_p 和 k_d 表示, a_{yn} 是侧向加速度, a'_{yn} 是侧向加速度的导数。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,所述方法还包括:在寻迹传感器和汽车内部传感器开始检测之前,初始化各传感器和控制器,清除各传感器内的数据,设置控制器的输入输出口和寄存器。

5. 根据权利要求 4 所述的方法,所述方法还包括:在寻迹传感器和汽车内部传感器开始检测之前,初始化时钟和驾驶员模型,使得各传感器的开始采样时间、控制器及驾驶员模型的启用时间与汽车进入蛇形路径的时间保持同步。

6. 根据权利要求 3 所述的方法,所述方法还包括:在控制器输出控制信号之后,在驾驶员模型和 / 或控制器中存储方向盘转角的改变量。

7. 根据权利要求 6 所述的方法,所述方法还包括:在驾驶员模型和 / 或控制器中存储方向盘转角的改变量之后,确定是否完成寻迹控制所需的检测 - 比较 - 控制过程。

8. 根据权利要求 7 所述的方法,所述方法还包括:如果已经完成检测 - 比较 - 控制过程,则结束对汽车操纵稳定性的检测;如果未完成检测 - 比较 - 控制过程,则继续执行检测 - 比较 - 控制过程。

基于驾驶员模型的汽车操纵稳定性检测系统及检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于驾驶员模型的汽车操纵稳定性检测系统及检测方法,以检测汽车操纵稳定性,具体地说,涉及一种利用驾驶员模型代替熟练驾驶员操控被测汽车,由此测试汽车操纵稳定性的汽车操纵稳定性检测系统及检测方法。

背景技术

[0002] 随着现代科技发展,人们对于汽车的需求越来越大,私家车也已经越来越普及。这种需求极大地刺激了汽车市场,使得越来越多的企业投资于汽车制造。大量汽车的涌现也使得交通安全问题变得日益严重,除了通过制定各种交通法规保证安全驾驶,汽车本身的操纵安全性也越来越受到关注。每辆新车在出厂前都要进行各种各样的测试,其中就包括测试汽车的操纵稳定性,以保证汽车本身的操纵安全。而对这些汽车的检测无疑是非常繁重和繁琐的,检测工人的熟练程度、技术能力以及工作过程中不可避免的疲劳状态都会导致不正常的检测,从而可能造成汽车本身的安全隐患。

[0003] 在现有技术中存在开环检测和闭环检测两种汽车操纵稳定性检测方法。在开环检测中,对被测汽车的输入(方向盘、油门和刹车信号随时间的变化)已经预设,不依赖于汽车的响应;在闭环检测中,则要求被测汽车沿预设的轨迹行驶,并保证轨迹追踪在一定的误差范围内。在开环检测中,可以用机器人来操纵汽车,检测的重复一致性好,但方向盘输入不依赖于汽车的响应;在闭环检测中,虽然也可以采用机器人操纵,但不能很好地体现人的驾驶特性和局限。所以在实际的汽车操纵稳定性检测中,一般由熟练驾驶员操纵被测汽车,完成各种测试方案。但是,由于测试速度一般较高(80km/h 或以上)导致测试具有一定的危险,而且在多次测试过程中,即便是熟练驾驶员也不能保证每次对被测汽车的输入完全一致,对于系统分析汽车的操纵稳定性就会引入输入影响,从而不能客观地评价汽车操纵稳定性。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种新的汽车操纵稳定性的检测方法。在本发明的检测方法中,利用驾驶员模型代替熟练驾驶员操控被测汽车,通过设置驾驶员模型的参数,不仅可以仿真不同驾驶风格的驾驶员,使得检测更为全面、可靠,而且对于特定驾驶风格的驾驶员,驾驶员模型可以保证多次检测过程对被测汽车的输入一致,避免了输入对系统稳定性的影响,使得重复检测一致性好,提高结果的可信度,且大大减轻了检测人员的工作负担。

[0005] 根据本发明的一个目的,提供一种基于驾驶员模型的汽车操纵稳定性检测系统,用于检测汽车操纵稳定性,所述检测系统包括:寻迹传感器,安装在汽车上,用于进行路径识别,并输出预期轨迹;汽车内部传感器,获取并输出汽车状态信息;驾驶员模型,包括预瞄模块、预测模块、比较模块及控制模块,预瞄模块根据安装在汽车上的寻迹传感器的输出获得预期轨迹,预测模块根据汽车内部传感器输出的汽车状态信息,计算汽车行驶的预测轨迹,比较模块将预期轨迹与预测轨迹进行比较,输出偏差,控制模块根据所述偏差通过 PD

控制计算输出方向盘转角的变化量,其中,预期轨迹是在汽车行驶路径上的蛇形路径,汽车按照设定速度沿着蛇形路径绕标桩行驶,所述检测系统根据从汽车状态信息获得的方向盘转角和由驾驶员模型计算的方向盘转角的变化量,计算最终方向盘转角并输出给汽车,以控制汽车追踪预期轨迹行驶;控制器,接收最终方向盘转角信号,根据所述最终方向盘转角信号输出与汽车的被控对象对应的信号以控制被控对象,从而完成对汽车各部件的相应操作,以控制汽车追踪预期轨迹行驶,通过汽车内部传感器获得汽车在控制器的控制下操作之后的状态信息,并将所述状态信息反馈给驾驶员模型,以实现汽车的闭环控制。

[0006] 所述设定的速度确保汽车在一个检测循环内不会驶出蛇形路径并在检测过程中保持恒定。

[0007] 根据本发明的另一个目的,提供一种基于驾驶员模型的汽车操纵稳定性检测方法,用于检测汽车操纵稳定性,所述检测方法包括:在汽车按照设定的速度沿着预期轨迹行驶的同时,安装在汽车上的寻迹传感器动态扫描以获得汽车的预期轨迹信息,汽车内部传感器检测并记录汽车状态信息;寻迹传感器和汽车内部传感器与驾驶员模型进行通信,以将预期轨迹信息和汽车状态信息输入到驾驶员模型;驾驶员模型从汽车状态信息获得汽车行驶的预测轨迹,将预期轨迹与预测轨迹进行比较得到偏差;驾驶员模型利用所述偏差通过 PD 控制计算输出方向盘转角的变化量;所述检测方法根据从汽车状态信息获得的方向盘转角和由驾驶员模型计算的方向盘转角的变化量,计算最终方向盘转角,将最终方向盘转角信号输入到控制器;控制器根据所述最终方向盘转角信号输出与被控对象对应的信号以控制汽车,从而完成对汽车各部件的相应操作,以控制汽车追踪预期轨迹行驶,由此检测汽车操纵稳定性,其中,驾驶员模型包括预瞄模块、预测模块、比较模块及控制模块,预瞄模块根据安装在汽车上的寻迹传感器的输出获得预期轨迹,预测模块根据汽车内部传感器输出的汽车状态信息,计算汽车行驶的预测轨迹,比较模块将预期轨迹与预测轨迹进行比较,输出偏差,控制模块根据所述偏差通过 PD 控制计算输出方向盘转角的变化量,预期轨迹是在汽车行驶路径上的蛇形路径,汽车按照设定的速度沿着蛇形路径绕标桩行驶。

[0008] 所述方法还包括:在寻迹传感器和汽车内部传感器开始检测之前,初始化各传感器和控制器,清除各传感器内的数据,设置控制器的输入输出和寄存器。

[0009] 所述方法还包括:在寻迹传感器和汽车内部传感器开始检测之前,初始化时钟和驾驶员模型,使得各传感器的开始采样时间、控制器及驾驶员模型的启用时间与汽车进入蛇形路径的时间保持同步。

[0010] 所述方法还包括:在控制器输出控制信号之后,在驾驶员模型和/或控制器中存储方向盘转角的变化量。

[0011] 所述方法还包括:在驾驶员模型和/或控制器中存储方向盘转角的变化量之后,确定是否完成寻迹控制所需的检测-比较-控制过程。

[0012] 所述方法还包括:如果已经完成检测-比较-控制过程,则结束对汽车操纵稳定性的检测;如果未完成检测-比较-控制过程,则继续执行检测-比较-控制过程。

附图说明

[0013] 图 1 是根据本发明的驾驶员模型的示意图。

[0014] 图 2 是根据本发明的基于图 1 的驾驶员模型的汽车操纵稳定性检测系统的示意

图。

[0015] 图 3 是根据本发明的基于图 1 的驾驶员模型的汽车操纵稳定性检测方法的示意图。

[0016] 图 4 是用于汽车操纵稳定性检测方法的蛇形测试道路的示意图。

具体实施方式

[0017] 下面参照附图详细描述根据本发明的驾驶员模型,基于驾驶员模型的汽车操纵稳定性检测系统及检测方法。

[0018] 在本发明中,为了简化描述,基于驾驶员模型的汽车操纵稳定性检测系统及检测方法是针对在蛇形测试道路上行驶的汽车进行的,但是本发明不限于此,汽车可沿任意路径行驶。

[0019] 图 1 是根据本发明的驾驶员模型的示意图。

[0020] 本发明利用驾驶员模型来替代熟练驾驶员,不仅能保证在多次检测过程中驾驶员模型对汽车的输入一致,而且能够减轻检测人员的工作负荷,避免安全事故的发生,同时该驾驶员模型能体现人的驾驶特性和局限。在驾驶员模型中可以通过设置不同的参数值获得不同驾驶风格的驾驶员(例如,熟练驾驶员、激进驾驶员等)的驾驶特性。

[0021] 另外,根据本发明的驾驶员模型建立在现存的排队网络认知体系上,根据人的驾驶特性将驾驶员模型分成三部分:感知部分、认知部分和运动部分。在该驾驶员模型控制汽车追踪预期轨迹的同时,它能够准确地仿真真实驾驶员的驾驶特性和生理局限,但是本发明不限于此,驾驶员模型可通过硬件组件(例如,机器人)实现。

[0022] 具体地说,如图 1 所示,根据本发明的驾驶员模型包括预瞄模块、预测模块、比较模块、控制模块等。预瞄模块根据安装在汽车上的寻迹传感器的输出获得预期轨迹。预测模块根据汽车内部传感器输出的汽车状态信息(例如,横摆角、侧向坐标、纵向坐标、侧向速度、纵向速度、侧向加速度、纵向加速度等),计算汽车行驶的预测轨迹。比较模块将预期轨迹与预测轨迹进行比较,获得并输出偏差等参数(在本发明中,包括侧向位置偏差 R 、侧向加速度、侧向加速度导数等)。控制模块根据所述偏差通过 PD 控制计算获得并输出方向盘转角的变化量。

[0023] 最后,基于驾驶员模型的检测系统和检测方法根据从汽车状态信息获得的方向盘转角和由驾驶员模型计算的方向盘转角的变化量,计算最终方向盘转角并输出给汽车(更具体地说,输出给检测系统的控制器(例如,单片机)),以控制汽车追踪预期轨迹行驶,这将在下面详细描述。

[0024] 这里,预期轨迹是汽车行驶的道路信息,即,上面描述的蛇形测试道路。为了进一步简化描述,在本发明中,以 GB/T 6323.1-94 中的蛇形测试道路作为示例。如图 4 所示,在汽车行驶路径上等间距地布置多个标桩 41,相邻的两个标桩 41 之间的距离为 L ,在行驶路径的中心线上用不同于道路颜色的胶带标示预期轨迹 42(即,蛇形路径,如虚线所示)。用于测试汽车操纵稳定性的有效标桩区(即,需要控制汽车沿着蛇形路径行驶的区域)为在第二个标桩到倒数第二个标桩之间的蛇形路径。为了便于描述,在图 4 中示出了 XY 坐标轴。

[0025] 在驾驶员模型中获得侧向位置偏差 R 、侧向加速度、侧向加速度导数等参数的过程如下:

[0026] 驾驶员模型中的预瞄模块通过寻迹传感器获得汽车在预瞄时间 (T_p) 内的预期轨迹点 $P_n(x_n, y_n)$, 其中, x_n 表示沿着蛇形路径行驶的汽车在 X 方向的坐标, y_n 表示沿着蛇形路径行驶的汽车在 Y 方向的坐标。驾驶员模型中的预测模块通过汽车内部传感器获得汽车的当前状态 $S_n(x_n, y_n, a_x, a_y)$ 并预测出汽车在预瞄时间 (T_p) 内所要到达的位置坐标 $P'_n(x'_n, y'_n)$, 其中, a_x 表示沿着蛇形路径行驶的汽车在 X 方向的加速度, a_y 表示沿着蛇形路径行驶的汽车在 Y 方向的加速度。由此就可以获得预期轨迹和预测轨迹的侧向位置偏差 R 。

$$[0027] \quad R_n = y'_n - y_n \quad (1)$$

[0028] 由公式 (1), 第 n 步的侧向位置偏差通过预测轨迹点的侧向坐标减去预期轨迹点的侧向坐标。

[0029] 为了精确追踪预期轨迹, 就要调整方向盘转角以减小侧向位置偏差 R 。在驾驶员模型中利用 PD 控制来获得方向盘转角的改变量。在利用驾驶员模型获得方向盘转角的改变量时涉及的公式如下:

$$[0030] \quad a_{yn} = \frac{2 \cdot (R_n - v_n \cdot T_p)}{T_p^2} \quad (2)$$

$$[0031] \quad a'_{yn} = \frac{a_{yn} - a_{y(n-1)}}{T_p} \quad (3)$$

$$[0032] \quad \Delta \Phi_n = k_p \cdot a_{yn} + k_d \cdot a'_{yn} \quad (4)$$

$$[0033] \quad \Phi_n = \Phi'_{n-1} + \Delta \Phi_n \quad (5)$$

[0034] 由公式 (2), 根据汽车内部传感器获得第 n 步侧向速度 v_n , 计算出到达预期位置的侧向加速度 a_{yn} 。

[0035] 由公式 (3), 通过第 n 步侧向加速度和第 $n-1$ 步侧向加速度的差除以预瞄时间即可获得第 n 步侧向加速度的导数 a'_{yn} 。

[0036] 由公式 (4), 通过 PD 控制, 获得方向盘转角的改变量, 另外可以通过仿真不同驾驶风格的驾驶员 (例如, 当 $k_p = 0.008$, $k_d = -0.02$ 时, 可以仿真熟练驾驶员; 而更大的 k_p 和 k_d 则可以仿真激进驾驶员, 反之, 则可以仿真保守驾驶员。), 检测汽车在极限工况下的动态表现, 为更好的评估汽车特性提供依据。

[0037] 最后, 由公式 (5), 第 $n-1$ 步的方向盘转角加上方向盘转角的改变量就可以获得最终方向盘转角。

[0038] 这样, 通过计算获得的最终方向盘转角信号输入控制器 (如图 2 所示), 控制器根据所述最终方向盘转角信号输出与安装在汽车上的被控对象 (例如, 转向电机、速度电机) 对应的信号以控制被控对象, 以控制汽车追踪预期轨迹行驶。

[0039] 另外, 基于驾驶员模型的检测系统和检测方法还根据预期轨迹与预测轨迹的比较获得并输出其他控制信号 (例如, 油门开度、刹车开度等)。控制器接收这些控制信号并根据这些控制信号输出与被控对象 (例如, 转向电机、速度电机等) 对应的信号以控制被控对象, 从而完成对汽车各部件的相应操作, 这将在下面详细描述。

[0040] 图 2 是根据本发明的基于驾驶员模型的汽车操纵稳定性检测系统的示意图。

[0041] 如图 2 所示, 根据本发明的基于驾驶员模型的汽车操纵稳定性检测系统用于检测汽车操纵稳定性, 所述检测系统包括寻迹传感器、汽车内部传感器、驾驶员模型、控制器

(例如,单片机)等。寻迹传感器安装在汽车上,用于进行路径识别,并输出预期轨迹(例如,道路信息)。汽车内部传感器获取并输出汽车状态信息(例如,横摆角、侧向坐标、纵向坐标、侧向速度、纵向速度、侧向加速度、纵向加速度等)。驾驶员模型接收(例如,经过A/D转换的)预期轨迹和汽车状态信息,从汽车状态信息计算汽车行驶的预测轨迹,将预期轨迹与预测轨迹进行比较获得并输出偏差等参数(在本发明中,侧向位置偏差R、侧向加速度、侧向加速度导数等),根据所述偏差通过PD控制计算获得并输出方向盘转角的改变量。基于驾驶员模型的检测系统根据从汽车状态信息获得的方向盘转角和由驾驶员模型计算的方向盘转角的改变量,计算最终方向盘转角并输出给汽车。控制器接收最终方向盘转角信号,根据所述最终方向盘转角信号输出与被控对象(例如,转向电机、速度电机等)对应的信号以控制被控对象,从而完成对汽车各部件的相应操作,以控制汽车追踪预期轨迹行驶。

[0042] 最后,通过汽车内部传感器获得汽车在控制器的控制下操作之后的状态信息,并将所述状态信息反馈给驾驶员模型,以实现汽车的闭环控制。

[0043] 由于驾驶员模型如何获得偏差及根据所述偏差获得最终方向盘转角的过程已经在描述图1时进行了详细描述,所以在此不再重复描述。

[0044] 图3是根据本发明的基于驾驶员模型的汽车操纵稳定性检测方法的示意图。

[0045] 如图3所示,根据本发明的基于驾驶员模型的汽车操纵稳定性检测方法用于检测汽车操纵稳定性,所述方法包括以下步骤。

[0046] 在步骤301中,开始汽车操纵稳定性的检测。在开始检测之前,需要检测汽车部件的工作状态,并检测各个传感器(例如,安装在汽车上的寻迹传感器以及汽车内部传感器)是否工作正常。在检查完毕后,各传感器的接口通过A/D转换模块(未在附图中示出)与计算机连接,计算机通过控制器(例如,单片机)与外部的驱动电机(例如,转向电机、速度电机等)连接,已实现对汽车的最终控制。在本发明中,各个传感器的输出作为在计算机上运行的驾驶员模型的输入。

[0047] 在步骤302中,初始化各传感器和控制器,清除各传感器内的数据,设置控制器的输入输出和寄存器。由于如何初始化这些传感器和控制器属于本领域的公知常识,所以在此将省略对如何初始化的具体描述。

[0048] 在步骤303中,初始化时钟和驾驶员模型(例如,如图1所示的预瞄模块、预测模块、比较模块、控制模块等),在初始化过程中禁止中断,使得各传感器的开始采样时间、控制器及驾驶员模型的启用时间与汽车进入有效标桩区(如图4所示)的时间保持同步。

[0049] 在步骤304中,汽车按照设定的速度沿着预期轨迹(即,蛇形路径)在各个标桩之间绕桩行驶,同时寻迹传感器动态扫描,以获得汽车的预期轨迹信息,在扫描过程中允许扫描被其他事件(例如,传感器故障等)中断,汽车内部传感器检测并记录汽车的状态参数(包括横摆角、侧向坐标、纵向坐标、侧向速度、纵向速度、侧向加速度和纵向加速度等)。这里,设定的速度确保汽车在一个检测循环(下面描述的步骤305-310)内不会驶出如图4所示的有效标桩区并在检测过程中保持恒定。

[0050] 在步骤305中,寻迹传感器和汽车内部传感器与驾驶员模型进行通信,以将预期轨迹信息和汽车状态信息输入到驾驶员模型,在整个检测和通信过程中,在驾驶员模型中开辟了相应的内存空间存储汽车状态变化的信息。

[0051] 在步骤 306 中, 驾驶员模型从汽车状态信息获得汽车行驶的预测轨迹, 将预期轨迹与预测轨迹进行比较得到偏差等参数 (在本发明中, 包括侧向位置偏差 R、侧向加速度、侧向加速度导数等)。

[0052] 在步骤 307 中, 驾驶员模型利用在步骤 306 中获得的参数 (尤其是侧向位置偏差 R) 通过 PD 控制计算获得方向盘转角的改变量。

[0053] 在步骤 308 中, 基于驾驶员模型的检测方法根据从汽车状态信息获得的方向盘转角和由驾驶员模型计算的方向盘转角的改变量, 计算最终方向盘转角并输出给汽车, 控制器接收最终方向盘转角信号, 根据所述最终方向盘转角信号输出与被控对象 (例如, 转向电机、速度电机等) 对应的信号以控制被控对象, 从而完成对汽车各部件的相应操作, 以控制汽车追踪预期轨迹行驶。

[0054] 在步骤 309 中, 在控制器输出控制信号之后, 在驾驶员模型和 / 或控制器中存储下一个循环所需变量, 例如, 在步骤 307 中获得的方向盘转角的改变量等。

[0055] 在步骤 310 中, 在驾驶员模型和 / 或控制器中存储方向盘转角的改变量等变量之后, 确定是否已经完成由步骤 305-309 构成的主循环, 即, 是否完成寻迹控制所需的检测 - 比较 - 控制过程。如果已经完成检测 - 比较 - 控制过程, 则方法流程前进到步骤 311, 结束对汽车操纵稳定性的检测; 如果未完成检测 - 比较 - 控制过程, 即, 汽车未追踪蛇形路径行驶, 则继续寻迹控制, 即, 继续执行检测 - 比较 - 控制过程。

[0056] 在步骤 311 中, 结束对汽车操纵稳定性的检测。

[0057] 在检测结束后, 按照本领域的常用数据处理方法 (例如, 上述国标中的方法) 对在方法流程中获得的数据进行相应的处理, 从而完成对汽车操纵稳定性的检测评估。

[0058] 从上面的描述可以看出, 本发明的优点在于: 提出了利用驾驶员模型代替熟练驾驶员进行汽车操纵稳定性的检测方法以及其与外部硬件系统的通信方法, 整套系统安全且成本较低, 提高了检测效率, 减轻了工作人员的工作负荷; 通过设置驾驶员模型的参数可以仿真不同驾驶风格的驾驶员 (例如, 熟练驾驶员, 激进驾驶员等), 使得汽车操纵稳定性检测更为全面、可靠, 而且测试时间大为节省; 对于特定驾驶风格的驾驶员模型操纵汽车, 在多次检测测试过程中, 可以保证对汽车的输入一致, 避免了系统在分析汽车操纵稳定性时, 输入变化造成的影响, 使得重复检测一致性好, 提高了检测的可信度; 利用 VC++ 实现的排队网络认知体系下的驾驶员模型, 可以通过编写数据输入 / 输出端口方便地与外部硬件设备进行通信。

[0059] 因此, 基于驾驶员模型的汽车操纵稳定性检测方法, 测试过程简便、安全、省时和省钱, 测试结果全面、可靠、可信度高, 具有较高的实用价值和意义, 特别适用于一些汽车检测机构。

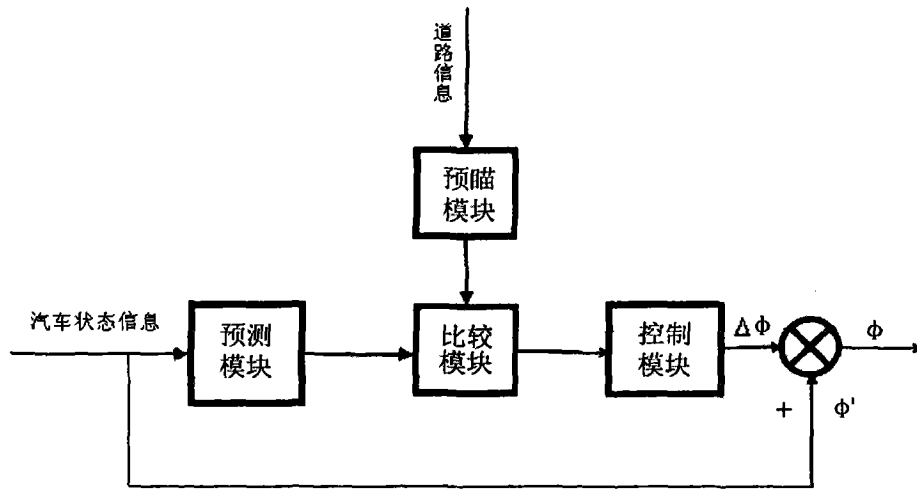


图 1

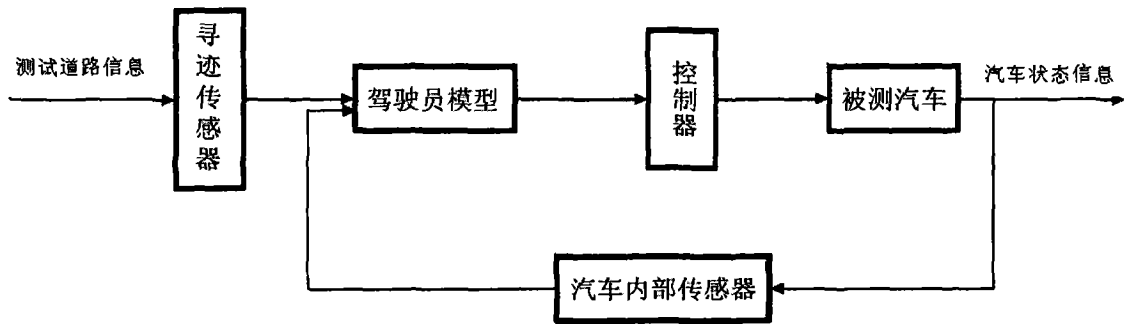


图 2

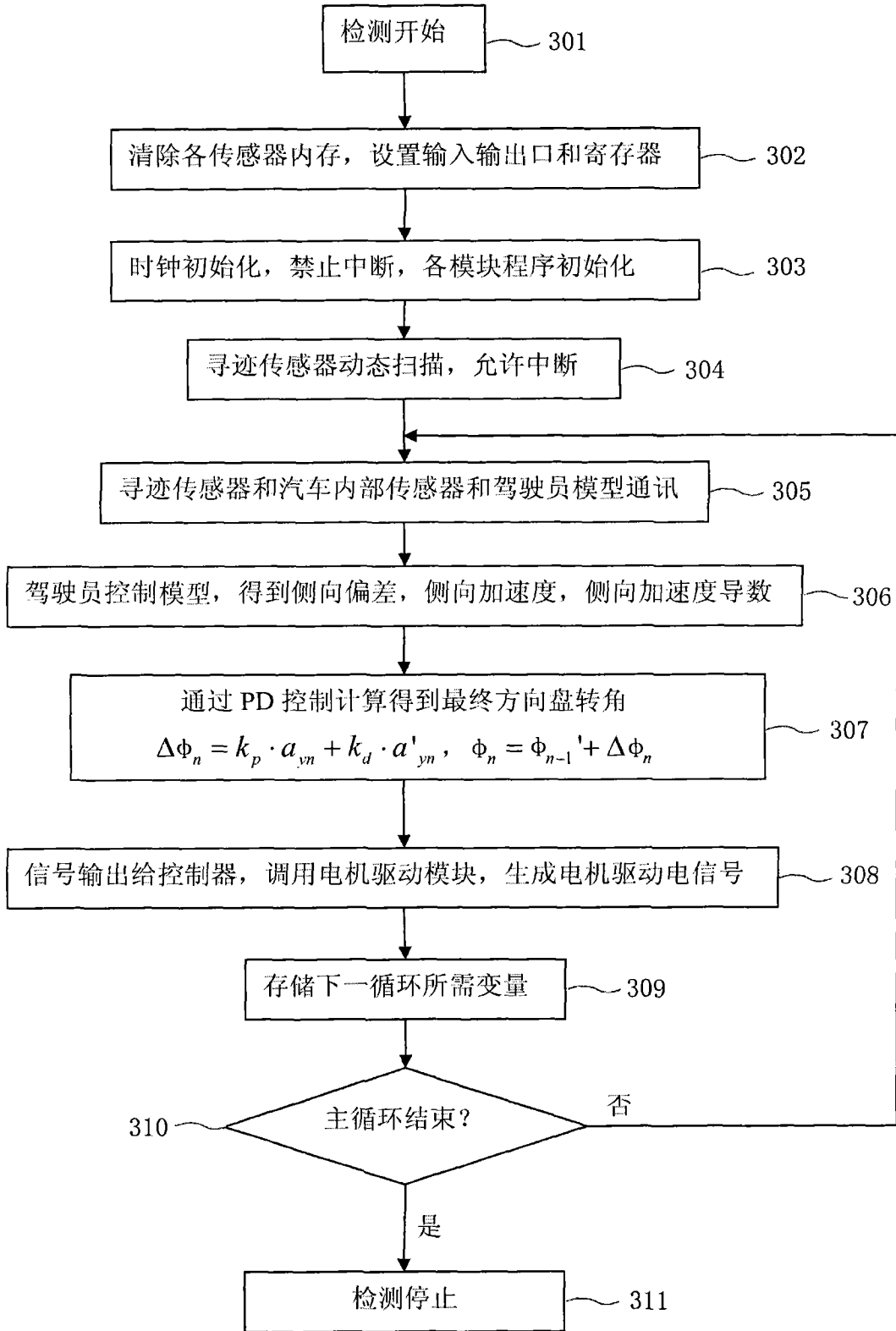


图 3

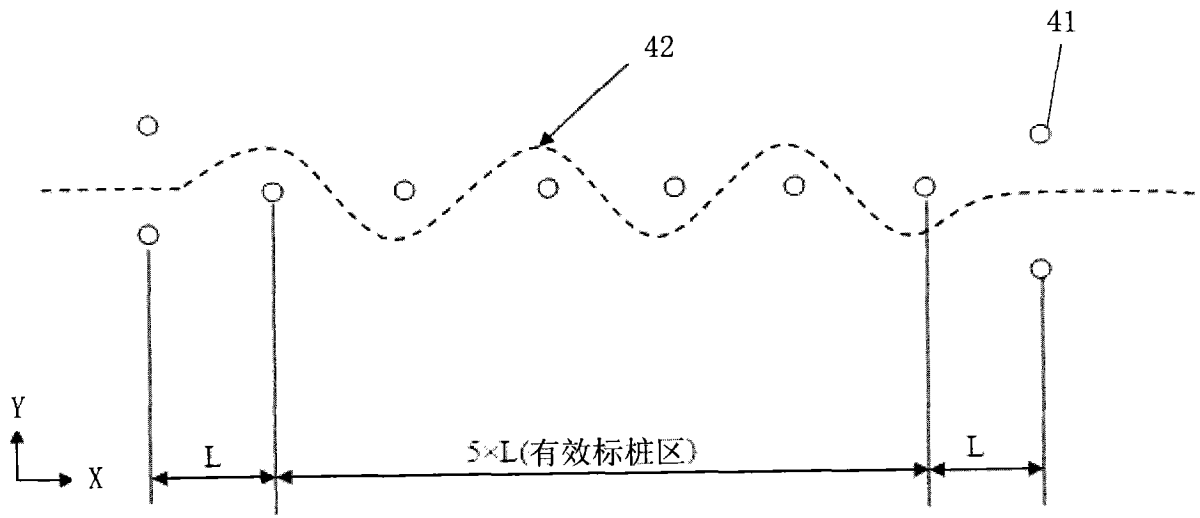


图 4