



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101670834 B

(45) 授权公告日 2014. 06. 04

(21) 申请号 200910205746. 5

(22) 申请日 2009. 06. 18

(30) 优先权数据

08011022. 4 2008. 06. 18 EP

US 2006208564 A1, 2006. 09. 21,

DE 102004033474 A1, 2006. 01. 26,

EP 1195304 A2, 2002. 04. 10,

审查员 杨庆国

(73) 专利权人 GM 全球科技运作股份有限公司

地址 美国密歇根州

(72) 发明人 尤塞夫·戈内姆

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 侯宇

(51) Int. Cl.

B60W 30/02 (2012. 01)

B60W 10/06 (2006. 01)

B60W 10/18 (2012. 01)

B60W 40/10 (2012. 01)

(56) 对比文件

DE 102004030997 A1, 2006. 01. 19,

EP 1380484 A1, 2004. 01. 14,

CN 1439556 A, 2003. 09. 03,

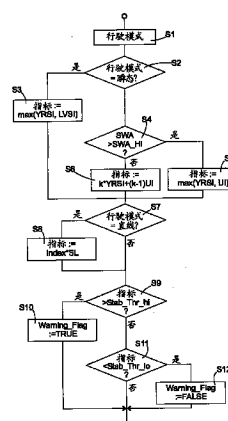
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

接近稳定极限的机动车驾驶员辅助方法

(57) 摘要

一种辅助机动车驾驶员的方法, 包含下述步骤 :a) 监视从车辆侧偏、横摆速率偏差、不足转向量中选择的至少一个量以及与车辆侧偏、横摆速率偏差或不足转向量相关的量 ;b) 如果任意所述被监视的量或从一个或多个所述被监视的量中导出 (S3, S5, S6) 的量超过了预定的第一阈值 (S9), 则判定存在车辆失稳的危险 ;以及 c) 如果判定存在危险, 则发出警告信号 (S10)。



1. 一种辅助机动车驾驶员的方法,包含下述步骤:
 - a) 监视从车辆侧偏、横摆速率偏差、不足转向量中选择的至少一个量以及与车辆侧偏、横摆速率偏差或不足转向量相关的量;
 - b) 如果任意所述被监视的量或从一个或多个所述被监视的量中导出 (S3, S5, S6) 的量超过了预定的第一阈值 (S9), 则判定存在车辆失稳的危险; 以及
 - c) 如果判定存在危险, 则发出警告信号 (S10); 且其中步骤 b) 包括相对于参考值 (YRDB, LVDB, DB_{und}) 使所述被监视的量 (YRE, LVE, K_{und}) 标准化, 以及从所述标准化的量中的至少两个量中导出一个量, 用于与所述第一阈值 (Stab_Thr_Hi) 相比较。
2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述第一阈值 (YRDB, LVDB, DB_{und}) 是车辆速度 (VX) 与方向盘转角 (SWA) 的函数。
3. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述警告信号作为听觉、视觉或者触觉信号被输出给驾驶员。
4. 根据权利要求 3 所述的方法, 其中所述视觉警告信号在头顶显示器 (25) 中被显示。
5. 根据权利要求 3 所述的方法, 其中触觉信号驱动与车辆控制踏板关联的执行器 (26, 27)。
6. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法, 其中所述警告信号作为制动控制信号被输出给车辆的所有制动器。
7. 根据权利要求 1 所述的方法, 进一步包含如果任意所述被监视的量超出了一第二阈值, 则选择性地制动车轮的步骤; 所述第二阈值被预定, 使其仅仅在第一阈值也被超过的情况下基本才会被超过。
8. 根据权利要求 7 所述的方法, 其中第一和第二阈值对应同样的量而被定义。
9. 根据权利要求 1 所述的方法, 进一步包含如果超过第一阈值的量下降到低于第三阈值时 (S11), 取消 (S12) 所述警告信号的步骤, 其中所述第三阈值比第一阈值要低。
10. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中用于比较的量为所述标准化的量中的最大值或所述标准化的量的加权总和。
11. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中用于比较的量为所述标准化的量中的最大值或所述标准化的量的加权总和, 以及其中如果方向盘转角 (SWA) 超过了一个预定的阈值 (SWA_Hi), 所述最大值被选择 (S5) 作为用于比较的量, 如果所述方向盘转角低于所述预定的阈值, 则加权的总和被选择 (S6)。
12. 根据权利要求 1 所述的方法, 进一步包括判断车辆是否沿直线行驶的步骤 (S2, S7), 以及, 如果其被判断为沿直线行驶, 则至少将第一阈值设置得比如果其被判断为不沿直线行驶的情形下高 (S8)。
13. 根据权利要求 1 所述的方法, 进一步包括监视车辆的方向盘转角 (SWA) 的时间导数的步骤, 以及仅仅在方向盘转角的时间导数的数量大小和 / 或符号变化的频率低于预定阈值时才以步骤 b) 中对不足转向量的决定作为基础。

接近稳定极限的机动车驾驶员辅助方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种辅助机动车驾驶员的方法以改善在潜在危险道路状况下的驾驶安全性。

背景技术

[0002] 近年来,机动车电子稳定性控制系统已经逐渐变得流行起来。传统上,这种系统监视与车辆稳定性相关的量,例如横摆速率偏差(即,基于车辆速度和方向盘转角的期望横摆速率与观测的横摆速率之间的偏差),并且为了辅助拐角转向(cornering)而分别对车辆一侧车轮施加制动,即,减小期望的和观测的横摆速率之间的偏差。

[0003] 在传统 ESC 系统中的固有的两难选择是这样一个事实,驾驶员期望它们在危急状况下变得积极可靠,从而对于车辆的运动具有明显作用,但是,另一方面,如果 ESC 系统对他能够 – 或者至少他相信能够自己处理的情况进行干预,驾驶员就容易变得厌烦。为了使 ESC 系统尽可能无打扰的(工作),其激活的阈值将不得不设置的相当高,因而导致驾驶员进入一个有问题的状况,在该状况中 ESC 系统的苛刻测量是必要的,这种情况本来可能采用更低的激活阈值而容易地被防止。本发明的目的就是帮助解决这一两难问题。

发明内容

[0004] 为此,本发明提供了一种辅助机动车驾驶员的方法,包括以下步骤:

[0005] a) 监视至少从车辆侧偏、横摆速率偏差、不足转向中所选择的一个量,以及与前述的量相关的量;

[0006] b) 如果任意所述的被监视的量或从一个或多个所述的被监视的量导出的量超出了预定的第一阈值,则判定车辆存在变得不稳定的危险;以及

[0007] c) 如果判定存在危险,则发出警告信号。

[0008] 通过留意警告信号和优选的减小速度,驾驶员能够避免许多会导致 ESC 系统干预的情况。本发明可能因此被用来取代传统的 ESC 系统;优选的,它通过与 ESC 系统的组合来实现,从而强化它的效能。

[0009] 第一阈值应该是车辆速度和方向盘转角的函数。

[0010] 警告信号可以作为听觉、视觉或触觉信号被输出至驾驶员。视觉信号例如可以在头顶(head-up)显示器中被显示给驾驶员,使得它将被聚精会神的注视前方道路的驾驶员所注意。另一方面,触觉信号可以被用来驱动一个与车辆控制踏板或方向盘关联的执行器,使得它将在实际的任何行驶状况下被可靠地感知。

[0011] 警告信号也可作为制动控制信号被输出至车辆的所有制动器。

[0012] 如上所示,将本发明的方法与传统 ESC 系统的操作相组合会是有用的,即一种方法可进一步包含:如果任意所述被监视的量超出了第二阈值,则选择性地制动车轮这一步骤。第二阈值应该被预先设定,使得仅仅在第一阈值也被超过的情况下基本上其才会被超过,即,在大多数情况下,仅仅在驾驶员先前已经接收到警告,并且还没有或没有充分对于

该警告进行反应的情况下才会施加选择性的制动。

[0013] 第一和第二阈值能对应不同的量而被定义。然而,如果它们被定义为对应相同的量,可以保证警告信号先于任何选择性的制动而被发出。

[0014] 优选的,设置第一和第二阈值,使得在大多数行驶状况下驾驶员将有足够时间在选择性制动施加之前对警告进行反应。但是,这可能仅仅是对设置第一和第二阈值的一条通用法则,因为被监视的量在任何特殊情况下如何随时间改变是不可能被预测的。

[0015] 为了防止该警告信号在短时间内重复关闭和开启,仅仅在超过第一阈值的量下降到低于第三阈值时,取消警告信号的步骤才优选地被实施,所述第三阈值低于第一阈值。

[0016] 为了确保警告在任何适宜的情况下被发出,使被监视的量相对于参考值标准化,从这些标准化的量中的至少两个量获取一个与上述的第一阈值相比较的量是有用的。

[0017] 用于比较的量可以优选为标准化的量的最大值或加权的总和。一个或另一个的选择可以依据车辆的行驶模式进行。

[0018] 特别的,如果方向盘转角在预定的阈值之上,最大值可以被选择作为用于比较的量,相反如果方向盘转角低于阈值,则选择加权的总和。通过这种方式,在高方向盘转角的情况下,如果至少一个监视的量处于危险的高值,则将产生警告,而在较低的方向盘转角情况下,仅仅在标准化的量加起来达到危险的高值时,才产生警告。

[0019] 如果车辆直线行驶,实际上没有可能导致驾驶员失去对车辆的控制的横向力。为了防止在这种情况下发出不必要的警告,判断车辆是否沿着直线行驶,以及如果判断出车辆沿直线行驶,则至少设定第一阈值高于其被判断出不沿直线行驶的情况是合理的。

[0020] 存在瞬态行驶状况,在此状况下驾驶员必须迅速的和/或以交替方向转动车辆方向盘,以致于对车辆不足转向的可靠估计很困难。为了考虑这种情形,仅仅在方向盘转角的时间导数的数量大小和/或符号变化的频率低于预定阈值时才以上述步骤b)中对不足转向量的决定作为基础是合理的。

附图说明

[0021] 本发明进一步的特征和优点将从参考附图对其中的实施例的依次描述中变得显而易见:

[0022] 图1为用于实施本发明的方法的装置的框图;

[0023] 图2为如图1所示的设备细节的框图;

[0024] 图3为在图1的装置的仲裁块中运行的过程的流程图。

具体实施方式

[0025] 为了正确理解以下叙述,应该牢记本发明将最可能以合理编程的微控制器系统的形式实施,但是在这样一种微控制器系统中作为软件运行的功能同样可能通过布线电路来实现。因此,本发明依据电路块或依据方法步骤的单独特征的描述不是通过技术必要性而是仅仅简单地通过这样的事实规定的:在同时执行的过程或过程的时间关系不影响本发明的情况下,通过框图的描述比流程图更容易理解,反之,如果该步骤能以时间顺序被简明的组织,通过流程图的方法步骤的描述更清楚。

[0026] 图1是用于实施本发明的设备的框图。该设备包含多个传感器,所有的传感器都

传统地设置于机动车中,例如

[0027] 制动传感器 1,提供制动踏板信号 BP,指示制动踏板是否被压下;以及,最终,它被下压到何种程度的数量测量;

[0028] 加速踏板传感器 2,提供代表加速踏板位置的信号 AP;

[0029] 方向盘转角传感器 3,输出方向盘转角信号 SWA,代表车辆方向盘相对于一个参考方向被转动的角度;

[0030] 横摆速率传感器 4,其输出实际的横摆速率信号 EYR,

[0031] 速度传感器 5,提供车辆纵向速度信号 VX,以及其它传感器。

[0032] 所有这些传感器与公共数据总线 10 连接。

[0033] 如图 1 的数据总线 10 的右侧所示的所有元件可以是一个相同的微处理器系统的元件或者同样适当的,可以通过单独的硬件元件实现。被作为驾驶员指令解释器 DCI 11 而提及的这些元件之一从数据总线 10 中接收信号 SWA、VX,并从这些信号中确定期望的横摆速率 DYR 和期望的横向速度 DLV。所述 DCI 11 可以包含基于机车辆运动学模型和测量的纵向速度 VX 和方向盘转角 SWA 的数值计算期望横摆速率 DYR 和期望横向 (lateral) 速度 DLV 的算术电路,或者它可以包含存储实验确定的对于车辆速度和方向盘转角的不同组合的横摆速率和横向速度的查询表。

[0034] 减法器 (subtracting stage) 12 输出一个横摆速率偏差 YRE,其是来自 DCI 11 的期望横摆速率 DYR 与来自横摆速率传感器 4 的实际横摆速率 EYR 之间的差。减法器 12 进一步计算横向速度导数偏差 LVE,其是来自 DCI 11 的期望横向速度导数 DLV 与在模块 13 中计算如下的有效横向速度导数 ELV 之间的偏差:

$$[0035] \quad ELV = AYM - EYR * VX \quad (1)$$

[0036] 其中 AYM 是通过加速度传感器 6 直接测量的横向加速度。简而言之,有效横向速度导数 ELV 可以被视为车辆受到的总的横向加速度与离心加速度之间的差,即,它与侧偏角 - 车辆纵向与其重心位移方向之间的角度 - 的变化有关。

[0037] 减法器 12 向前将横摆速率偏差 YRE 和横向速度导数偏差 LVE 信号输入到稳定性指标计算部分 14。该计算部分 14 连接到查询表 15、16。查询表 15 根据纵向速度 VX 和方向盘转角 SWA 的函数存储横摆速率死区 YRDB,表 16 根据 VX 和 SWA 的函数存储横向速度导数死区 LVDB。这些死区代表横摆速率或横向速度导数的预定百分比,在其之上,对于给定的车辆速度和方向盘转角,对车辆的控制将丧失。如果本发明的装置通过与电子稳定性控制 (ESC) 系统组合来使用,则 ESC 系统可以使用相关的横摆速率死区和横向速度导数死区,用来确定是否进行干预,其直接与查询表 15、16 的死区成比例。例如,如果 ESC 系统的死区在对于给定的车辆速度和方向盘转角将失去对车辆的控制的值的 70% 处,则表 15、16 的死区可能在这样的值的 50% 处,用来确保本发明的装置将先于 ESC 的任何干预发出警告信号,其将在下面显得更加清楚。

[0038] 根据表 15、16 的死区 YRDB、LVDB 和来自减法器 12 的偏差信号 YRE、LVE,稳定性指标计算部分 14 导出横摆速率与横向速度导数稳定性指标 YRSI、LVSI,如下所示:

$$[0039] \quad YRSI = |YRE| / YRDB$$

$$[0040] \quad LVSI = |LVE| / LVDB \quad (2)$$

[0041] 将参考图 2 详细解释不足转向指标计算部分 17 的结构和操作。为估计车辆的不

足转向,了解车辆是在一个线性时段或者还在一个非线性时段内运动是重要的,在线性时段内车辆的侧偏角几乎与它所受的横向力直接成正比,而在非线性时段内,侧偏角随横向力的增加比在线性时段内更为强烈得多。为了判断车辆所处的时段,提供判断块 18。判断块 18 接收来自 DCI 11 的期望横摆速率 DYR 与期望横向速度导数 DLV。它从总线 10 接收横向加速度 AYM 与纵向速度 VX。基于这些量,判断块 18 周期性地校验三个条件,即

$$[0042] \quad |DYR*VX+DLV|-|AYM| < AY_THR1 \quad (3)$$

$$[0043] \quad (DYR*VX+DLV)*AYM > -ASQ_THR2 \quad (4)$$

$$[0044] \quad |DYR-EYR| \leq YR_Max \quad (5)$$

[0045] 每当测量的横向加速度 AYM 接近于与其基于在当前车速 VX 下的期望横摆速率 DYR 与横向速度导数 DLV 所预期的相一致,第一条条件(等式 3)被满足。该条件不是仅在线性时段内必须被满足,但是如果其被满足,车辆极有可能在线性时段内。

[0046] 从第一条条件(等式 3)中,很清楚地知道,第二条条件(等式 4)中括号内的项应该与横向加速度 AYM 紧密相关。如果这种相关性是准确的,不等式的左侧将总是正的,以及等式(4)将总被满足。这种相关性在非线性时段中是不完美的;这里相位滞后可能在 AYM 和括号内的项之间产生,以致于该等式左侧可能成为比极小的负数阈值 -ASQ_THR2 更小的负数。

[0047] 根据第三条条件(等式 5),横摆速率误差 |DYR-EYR| 必须不超过预定的阈值 YR_max。如果这三个条件在预定的时间间隔期间已经连续被满足,或者如果它们从车辆启动后就已经连续被满足,则判断块 18 输出的线性标志符 LFG 取值为 1;否则它为 0。

[0048] 对于上述三个条件等式(3)到(5),可增加第四条条件:

$$[0049] \quad YR_Min < |DYR-EYR| \quad (5')$$

[0050] 其中,YR_Min 是一个小正数。该条件防止了在 LFG = 0 和 LFG = 1 之间不合适的频繁切换,因为如果车辆正在直行,等式(5')并没有被满足,LFG 不可能从 0 变化到 1。

[0051] 线性标志符 LFG 分别控制用于在线性和非线性时段里估计车辆不足转向量的两个卡尔曼滤波器 19、20 的工作。

[0052] 在线性时段,采用线性标志符 LFG = 1,稳态不足转向量能根据下式计算:

$$[0053] \quad K_{und_linear} = \frac{L}{VX^2} \left(\frac{\partial SWA}{\partial (L/R)} - 1 \right) \quad (6)$$

[0054] 其中,L 表示车辆前后轴之间的距离,R 表示车辆转弯半径。

[0055] 当线性标志符 LFG = 1,则卡尔曼滤波器 20 不操作,等式(6)转换为下述用于卡尔曼滤波器 19 的等式:

$$[0056] \quad y(t) = \frac{SWA - L * AYM}{VX^2}, H(T) = AYM$$

$$[0057] \quad x(t+1) = x(t) + v(t)$$

$$[0058] \quad y(t) = H(t)x(t) + e(t) \quad (7)$$

$$[0059] \quad S(t) = P(t-1) + Q(t-1)$$

$$[0060] \quad K(t) = S(t)H^T(t) (H(t)S(t)H^T(t) + R(t))^{-1}$$

$$[0061] \quad \hat{x}(t) = \hat{x}(t-1) + K(t)(y(t) - H(t)\hat{x}(t-1)) \quad (8)$$

$$[0062] \quad P(t) = S(t) - K(t)H(t)S(t)$$

[0063] 在非线性时段,不足转向量能根据下式计算:

$$[0064] \quad K_{und_nl} = \frac{d(\alpha_f - \alpha_r)}{d(AYM)} \quad (9)$$

[0065] 其中 α_f , α_r 是前后轮胎侧偏角。当判断块 18 检测到车辆处于非线性时段内时, 线性标志符 LFG 变成 0, 于是滤波器 19 停止, 滤波器 20 开始工作, 至少使用来自滤波器 19 的最新的不足转向量值、以及最终的其一个或多个协方差值来初始化滤波器 20。滤波器 20 与滤波器 19 类似, 除了在等式 (7) 中用于 $y(t)$ 和 $H(t)$ 的量不同之外:

$$[0066] \quad y(t) = \frac{d(\alpha_f - \alpha_r)}{dt}, H(t) = \frac{dAYM}{dt} \quad (10)$$

[0067] 同样的, 当 ERF 变回 1 时, 滤波器 19 又变得处于运行中, 使用基于前后轮轮胎侧偏刚度和前后车辆载荷分布的标定的不足转向量、以及初始的协方差值初始化滤波器 19。

[0068] 原则上, 这两个滤波器 19、20 可以被视作一个单独的卡尔曼滤波器, 其根据 LFG 值交替 $y(t)$ 和 $H(t)$ 。

[0069] 与上述对于稳定性指标 YRSI、LVSI 的描述类似地, 针对期望不足转向量 K_{udes} 和不足转向死区 DB_{und} 提供查询表 21、22。对于横摆速率和横向速度导数的情况, 期望不足转向量值可以通过测量试验车辆在给定速度和方向盘转角下的不足转向量来根据经验预先确定。可替换的, 它们可以提前或者实时计算, 例如, 使用以下公式:

$$[0070] \quad K_{udes} = \max\left(\frac{1}{V_x^2} \left(\frac{V_x \delta}{\dot{\psi}_{des}} - L\right) \cdot \frac{W_f}{C_f} - \frac{W_r}{C_r}\right) \quad (11)$$

[0071] 其中, C_f 、 C_r 为前后轮胎侧偏刚度, 以及 W_f 、 W_r 为各自分配于前后轴的车辆载荷部分。由于 K_{udes} 可能根据上述等式 (11) 在高的车速和转向角下取了不合实际的高值, 优选定义一个期望不足转向量 K_{udes} 的上限, 如下所示

$$[0072] \quad K_{udes} = \min\left(\max\left(\frac{1}{V_x^2} \left(\frac{V_x \delta}{\dot{\psi}_{des}} - L\right) \cdot \frac{W_f}{C_f} - \frac{W_r}{C_r}, K_{und_max}\right)\right) \quad (12)$$

[0073] 其中, 上限 K_{und_max} 可以被设定为例如 $10^\circ / g$, 或者 $5^\circ / g$, g 代表重力加速度。

[0074] 类似于 YRDI、LVDB, 不足转向死区 UDB 给出了对于给定的方向盘转角 SWA 和车辆速度 VX 能够被视为安全的不足转向量值。算术单元 23 基于通过滤波器 19 或 20 估计的有效车辆不足转向量 K_{und_linear} 与 K_{und_nl} 、来自表 21 的期望不足转向量 K_{udes} 以及来自表 22 的不足转向量死区 DB_{und} 计算不足转向量指标 UI:

$$[0075] \quad UI = \frac{|K_{udes} - K_{und}|}{DB_{und}} \quad (13)$$

[0076] 再参考图 1, 三个指标 URSI、LVSI 与 UI 被提供到仲裁单元 24。虽然来源不同, 这三个指标在它们都是无量纲的指标以及超过 1 的值指示危险行驶状况这一点上又是类似的。

[0077] 参考图 3 的流程解释仲裁单元 24 的工作。该流程图的方法在仲裁单元 24 中有规律地迭代运行。该方法的第一步骤 S1 是车辆行驶模式的确定。判断车辆的例如直线行驶、转弯、制动、加速等等的行驶模式的方法在同一申请人各个在先申请中已经为本领域技术人员所熟知, 因此这里仅仅给出一个简短的概要。针对本发明的目的来说, 区分瞬态模式、直线行驶模式与任意其它模式就足够了。所谓瞬态模式是这样一种模式: 即, 在该模式下, 方向盘转角 SWA 频繁改变符号, 或者它的时间导数超过了预定阈值; 在该直线行驶模式下, 在预定时间内方向盘转角 SWA 与其时间导数都接近于 0。

[0078] 在瞬态模式中,车辆方向变化如此迅速以致于通过算术单元 23 计算的不足转向量可能不可靠。因此,如果在 S2 中行驶模式被发现是瞬态模式,车辆是否处于危险情况的决定就不能仅仅基于横摆速率和横向速度导数指标 YRSI、LVSII 作出,并且在步骤 S3 中通用稳定性指标被设置等于 YRSI 与 LVSII 中较高的一个。

[0079] 如果车辆没有处在瞬态模式,则步骤 S4 将检测的方向盘转角 SWA 和预定的上限阈值 SWA_{Hi} 相比较。如果超过该阈值,则存在车辆失稳的相当大的危险,该系统应该更自由的发出警告。在那种情况下,在步骤 S5 中通用稳定性指标被设置为等于 YRSI 与 UI 中更高的一个。

[0080] 否则,在步骤 S6 中计算横摆速率稳定性指标 YRSI 与不足转向指标 UI 的一个加权总和 $k \cdot YRSI + (k-1) \cdot UI$ 。加权因子 k 被车辆设计者调整为 0 到 1 之间的一个值。加权因子 k 可以依据车辆速度 VX 设置,优选随车辆速度而减小,这对高速下的不足转向量愈加重要。

[0081] 从 S3、S5、S6 中任一步骤,该方法前进到步骤 S7,在该步骤 S7 中确定车辆是否处于直线行驶模式。如果是,步骤 S8 就将在 S3、S5、S6 中任一步骤中确定的通用稳定性指标与小于 1 的正因子 SL 相乘,反映出这样一个事实,如果车辆行驶更长的直线,车辆不容易失去控制。例如,SL 可以为 0.1。否则,该方法直接从步骤 S7 进入步骤 S9。

[0082] 在步骤 S9 中,通用稳定性指标与一个上限阈值(例如,0.8)相比较。如果其超过了这一上限阈值,则在步骤 S10 中警告标志符被设为真。因为横向速度导数死区和横摆速率死区在表 15、16 中被设为低于 ESC 系统的那些值,所以警告标志符将先于 ESC 系统的任意干预而变成真。

[0083] 警告标志符能通过不同方式被使用。根据第一实施例,头顶显示器 25 能设置于车辆中,其被变成真的警告标志符激活,并向驾驶员显示减小速度的请求。根据另一实施例,振动器 26 被激活,驱动车辆控制踏板或其方向盘的振动。

[0084] 在加速踏板情况下,警告标志符也可以被用来促动振动器 27,其逆着被驾驶员脚部施加的压力,推进加速踏板到其静止位置(rest position)。通过这种方式,驾驶员能被促使很有效地减小速度,而不是直接取代他的指令。如果他由于注意力的缺乏而开太快,那么很可能执行器将把他脚压回,从而减小发动机的驱动力,然而在紧急状况下,驾驶员为了脱离危险已经将加速踏板踩到底,则执行器是不可能克服驾驶员脚部的压力,同时车辆忠实地遵循驾驶员指令直到 ESC 系统的干预成为必要的点为止。

[0085] 如果稳定性指标在步骤 S9 中被发现没有超过上限阈值,该指标在步骤 S11 中与更低阈值相比较。此更低的阈值可等于例如 0.2。如果它低于这个更低的阈值,则警告标志符在步骤 S12 中被设为假;如果不是,警告标志符被保留直到该过程被重复执行为止。

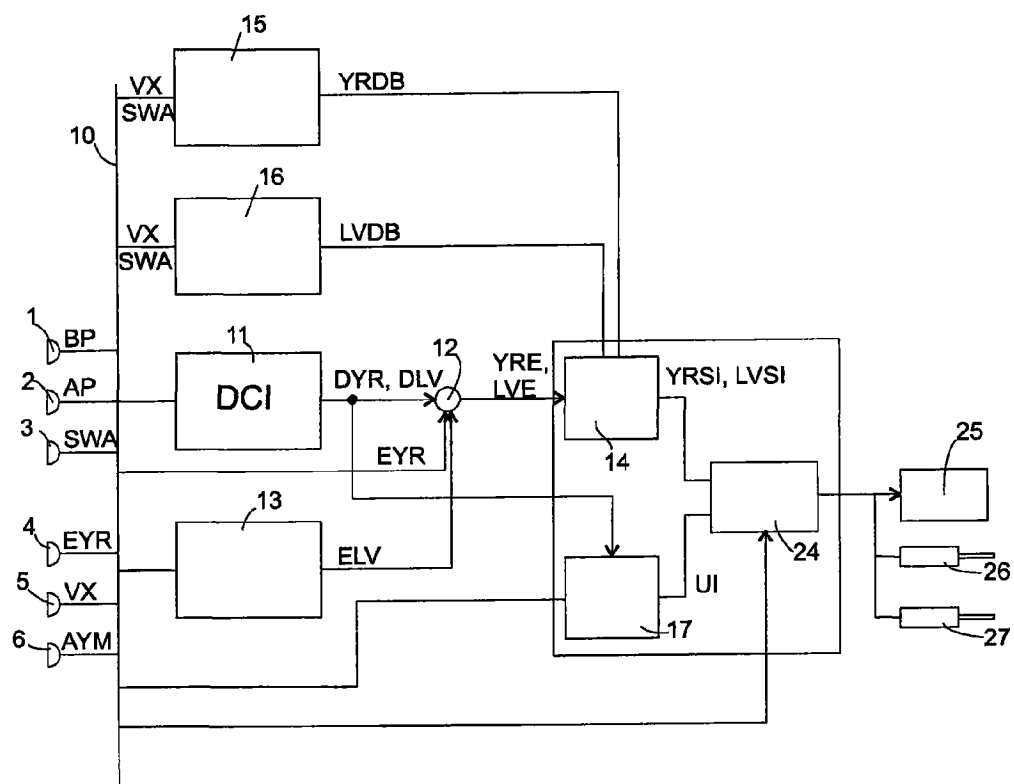


图 1

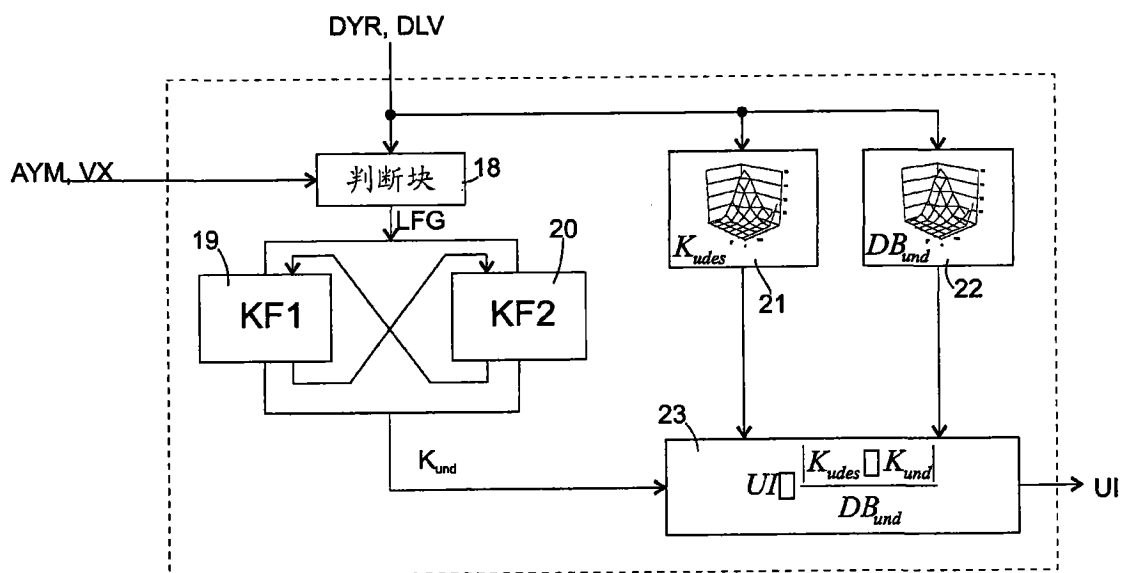


图 2

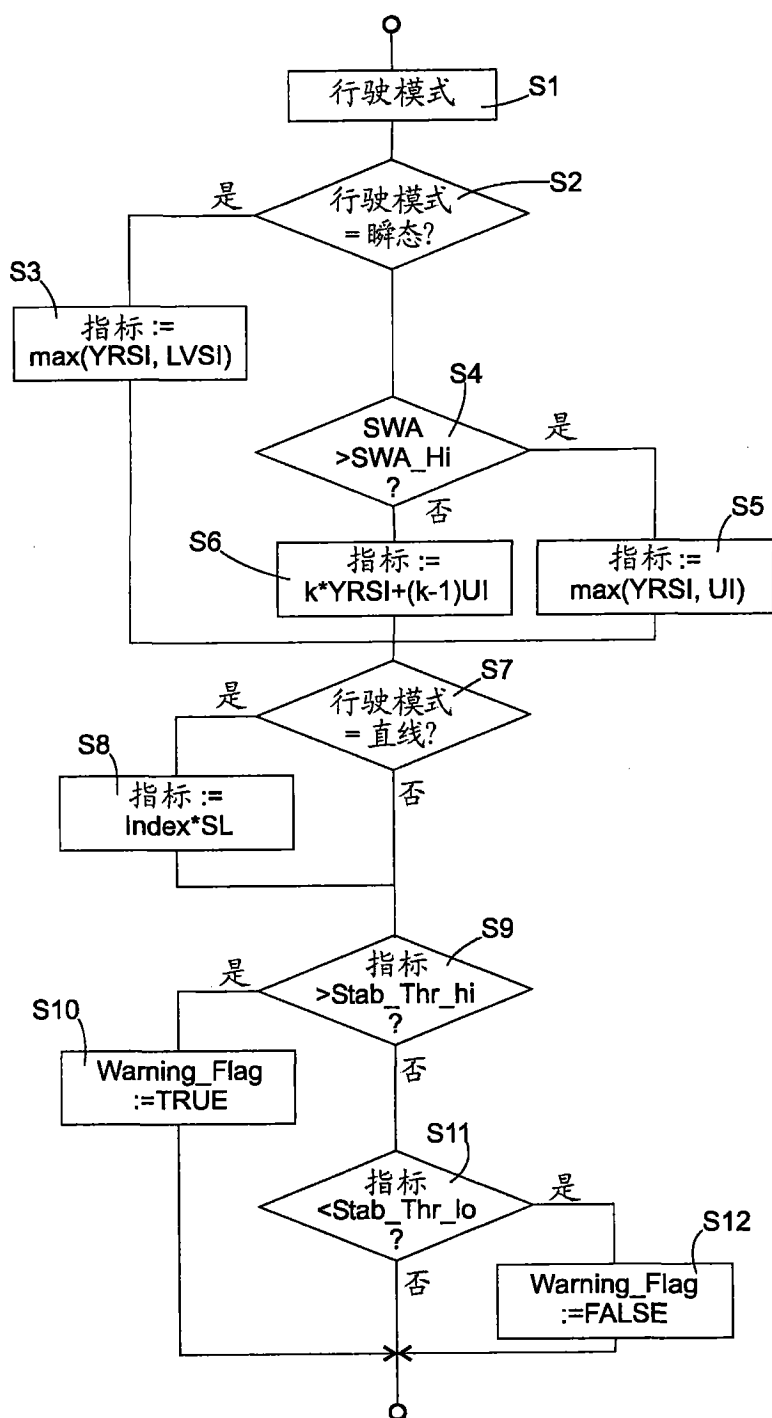


图 3