



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105102291 B

(45)授权公告日 2017.07.25

(21)申请号 201480019298.9

(22)申请日 2014.01.24

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105102291 A

(43)申请公布日 2015.11.25

(30)优先权数据
2013-070950 2013.03.29 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.09.29

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2014/051440 2014.01.24

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/156256 JA 2014.10.02

(73)专利权人 日立汽车系统株式会社
地址 日本茨城县

(72)发明人 山门诚 佐佐木光秀 植山干夫
长塚敬一郎

(74)专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司 11322

代理人 龙淳 牛孝灵

(51)Int.Cl.
B60W 30/09(2006.01)
B60T 7/12(2006.01)
B60T 8/1755(2006.01)
B60W 30/045(2006.01)
B60W 40/107(2006.01)

(56)对比文件
EP 2060464 A2,2009.05.20,
EP 2492160 A1,2012.08.29,
US 2012/0277965 A1,2012.11.01,
US 2012/0179349 A1,2012.07.12,
JP 特开2006-7926 A,2006.01.12,
CN 101817329 A,2010.09.01,
JP 特开2010-162911 A,2010.07.29,

审查员 王翠亭

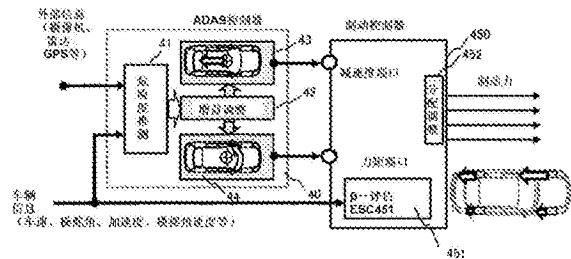
权利要求书2页 说明书16页 附图11页

(54)发明名称

车辆的运动控制装置

(57)摘要

本发明提供一种车辆的运动控制装置。该车辆的运动控制装置为了能够在通常时没有生硬感,紧急回避操舵时可靠地协助驾驶员,具有:潜在危险性推测部,其基于所输入的外界信息和车辆信息,推测车辆的潜在危险性;车辆前后运动控制部,其基于车辆的横向加速度和预定的增益,生成车辆的前后运动控制指令;和调整增益的增益调整部,增益调整部基于由潜在危险性推测部所推测的潜在危险性,调整增益。



1. 一种车辆的运动控制装置,其特征在于,包括:
基于所输入的外界信息和车辆信息,推测车辆的潜在危险性的潜在危险性推测部;
基于车辆的横向加加速度和预定的增益,生成车辆的前后运动控制指令的车辆前后运动控制部;和
调整所述增益的增益调整部,
所述增益调整部基于由所述潜在危险性推测部所推测出的所述潜在危险性调整所述增益,
所述车辆前后运动控制部包括加减速控制部和横摆力矩控制部,
所述加减速控制部基于车辆的横向加加速度和预定的第一增益,计算车辆的前后加速度指令值,并输出所述前后加速度指令值,
所述横摆力矩控制部基于车辆的横向加加速度和预定的第二增益,计算车辆的横摆力矩指令值,输出所述横摆力矩指令值,
所述增益调整部基于由所述潜在危险性推测部所推测的所述潜在危险性,调整所述第一增益或所述第二增益。
2. 根据权利要求1所述的车辆的运动控制装置,其特征在于:
所述增益调整部在由所述潜在危险性推测部检测出所述潜在危险性的情况下,与没有检测出所述潜在危险性的情况相比,以增大所述增益的方式进行调整。
3. 根据权利要求1所述的车辆的运动控制装置,其特征在于:
所述增益调整部在由所述潜在危险性推测部所推测的所述潜在危险性比预定的值高的情况下,与比所述预定的值低的情况相比,以所述第一增益或所述第二增益增大的方式进行调整。
4. 根据权利要求1所述的车辆的运动控制装置,其特征在于:
所述增益调整部基于由所述潜在危险性推测部所推测的所述潜在危险性,调整所述第一增益和所述第二增益。
5. 根据权利要求2所述的车辆的运动控制装置,其特征在于:
所述增益调整部在没有检测出所述潜在危险性的情况下,以使所述增益成为零的方式进行调整。
6. 根据权利要求1所述的车辆的运动控制装置,其特征在于:
所述外界信息是从摄像机或雷达中取得的本车前方外界信息,
所述车辆信息是车速、操舵角、加速度、横摆角速度、踏板操作速度、制动操作速度的至少一种信息。
7. 根据权利要求1所述的车辆的运动控制装置,其特征在于:
所述潜在危险性推测部推测车辆的潜在危险性的定量评价。
8. 根据权利要求1所述的车辆的运动控制装置,其特征在于:
所述车辆的潜在危险性的定量评价基于避撞时间和操舵角速度被量化。
9. 根据权利要求1所述的车辆的运动控制装置,其特征在于:
所述增益调整部使用记录有与预先存储的所述潜在危险性相应的所述增益的值的映射表,输出与所推测的所述潜在危险性对应的所述增益。
10. 根据权利要求1所述的车辆的运动控制装置,其特征在于:

所述车辆前后运动控制部以在车辆的横向加速度的绝对值增加时车辆减速、在车辆的横向加速度的绝对值减小时车辆加速的方式,生成所述车辆的前后运动控制指令。

11. 根据权利要求1所述的车辆的运动控制装置,其特征在于:

所述车辆前后运动控制部以在车辆的操舵角的绝对值增加时车辆减速、在车辆的操舵角的绝对值减小时车辆加速的方式,生成所述车辆的前后运动控制指令。

12. 根据权利要求1所述的车辆的运动控制装置,其特征在于:

所述前后加速度指令值 G_{xc} 根据下式生成,

$$G_{xc} = -\text{sgn}(G_y \cdot \dot{G}_y) \frac{C_{xy}}{1+Ts} |G_y| + G_{x_DC}$$

其中, G_y :车辆横向加速度, G_y_dot :车辆横向加加速度, C_{xy} :横向加加速度增益, T :一阶滞后时间常数, s :拉普拉斯算子, G_{x_DC} :偏置量。

13. 根据权利要求1所述的车辆的运动控制装置,其特征在于:

所述横摆力矩指令值以在车辆的横向加速度的绝对值增加时促进车辆的转弯、在车辆的横向加速度的绝对值减少时使车辆的转弯恢复的方式生成。

14. 根据权利要求1所述的车辆的运动控制装置,其特征在于:

所述横摆力矩指令值以在车辆的操舵角的绝对值增加时促进车辆的转弯、在车辆的操舵角的绝对值减少时使车辆的转弯恢复的方式生成。

15. 根据权利要求1所述的车辆的运动控制装置,其特征在于:

所述横摆力矩指令值 M_z 根据下式生成,

$$M_z = \text{sgn}(G_y \cdot \dot{G}_y) \frac{C_{m1}}{1+Tms} |G_y|$$

其中, G_y :车辆横向加速度, G_y_dot :车辆横向加加速度, C_{m1} :横向加加速度增益, Tm :一阶滞后时间常数, s :拉普拉斯算子。

16. 根据权利要求1所述的车辆的运动控制装置,其特征在于:

所述横摆力矩指令值 M_z/v 根据下式生成,

$$M_{z/v} = \text{sgn}(G_y \cdot \dot{G}_y) \frac{C_{m1}}{1+Tms} \frac{|G_y|}{V}$$

其中, G_y :车辆横向加速度, G_y_dot :车辆横向加加速度, C_{m1} :横向加加速度增益, Tm :一阶滞后时间常数, s :拉普拉斯算子, V :车辆速度。

17. 根据权利要求1所述的车辆的运动控制装置,其特征在于:

所述前后运动控制指令包括加速指令和减速指令,

所述加速指令在由驾驶员输入的制动操作指令超过预定的阈值的情况下成为零,

所述减速指令在由驾驶员输入的加速器操作指令超过预定的阈值的情况下成为零。

18. 根据权利要求1所述的车辆的运动控制装置,其特征在于:

所述潜在危险性推测部基于从立体摄像机取得的至障碍物的距离信息,推测车辆的潜在危险性。

车辆的运动控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及控制车辆的前后加速度的车辆的运动控制装置。

背景技术

[0002] 近年来,提案有在本车与前车等控制对象相撞的可能性高时,通过进行与驾驶员的制动操作独立的自动制动控制,实现防止相撞的各种自动制动控制装置并实用化。例如,专利文献1中公开有基于利用摄像机拍摄的前方的道路环境,识别本车前方的控制对象,基于本车和控制对象的相对关系,设定制动介入距离,在本车和控制对象的相对距离为制动介入距离以下时,判定制动控制的执行,进行自动制动介入的自动制动控制装置的技术。

[0003] 另外,专利文献2中公开有车辆的运动控制方法,其特征在于,在所输入的车辆的横向的加加速度(G_{y_dot})上乘以根据速度(V)和横向加速度(G_y)决定的、预先存储的增益(K_{GyV}),基于相乘得到的值,生成控制车辆的前后加速度的控制指令,输出所生成的前述控制指令。根据该方法,以前后加速度和横向加速度的合成加速度矢量(G)的轨迹在车辆重心固定的坐标系中绘制光滑的曲线的方式定向(Vectoring),称为G-Vectoring控制(GVC: G-Vectoring Control)。利用GVC,紧急回避性能大幅度提高(非专利文献1)。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:(日本)特开2009-262701号公报

[0007] 专利文献2:(日本)特开2000-353300号公报

[0008] 非专利文献

[0009] 非专利文献1:Yamakado,M.,Takahashi,J.,Saito,S.,:“Comparison and combination of Direct-Yaw-moment Control and G-Vectoring Control”,Vehicle System Dynamics,Vol.48,Supplement,pp.231-254,2012

发明内容

[0010] 发明所要解决的课题

[0011] 在专利文献1中,制动控制组件5检查驾驶员操纵的操舵角 $|\delta|$ 是否为预先设定的阈值 δ_0 以上,判定出操舵角 $|\delta| \geq \delta_0$ 的情况下,设定规定扩大制动控制的禁止时间的禁止定时 t_δ 。

[0012] 另外,制动控制组件5检查驾驶员操纵的操舵角速度 $|\delta'|$ (= $|\text{d}\delta/\text{d}t|$)是否为预先设定的阈值 δ'_0 以上,在判定为操舵角速度 $|\delta'| \geq \delta'_0$ 的情况下,制动控制组件5设定规定扩大制动控制的禁止时间的禁止定时 $t_{\delta'}$ 。

[0013] 如上所述,专利文献1中,如果驾驶员操纵的操舵角或操舵角速度增大时,设定禁止制动控制的时间。即驾驶员操纵的紧急回避操舵操作(通常为操舵角、操舵角速度大)开始了的情况下,也不会协助该回避操作。

[0014] 另外,专利文献2的GVC中,在车辆的前后加速度的控制指令值,特别是构筑减速度

指令的基础上,如果使与横向的加加速度 (G_{y_dot}) 相乘的增益 (K_{GyV}) 增加,则基本上减速度增加,控制工作时的速度可以大幅度降低,因此,操舵产生的回避性能大幅度提高。然而,对于通常时的微小的操舵,也敏感地反应,所以具有使驾驶员产生生硬感这种课题。

[0015] 另外,敏感地反应这种情况例如对控制工作时的促动器要求(响应性、耐久性、NVH性能等)严格,导致成本上升,缩小了GVC技术的适用车种范围。

[0016] 本发明其目的在于,提供通常没有生硬感,紧急回避操舵时可靠地协助驾驶员的车辆的运动控制装置。

[0017] 用于解决课题的技术方案

[0018] 为了实现上述目的,本发明的车辆的运动控制装置包括:基于所输入的外界信息和车辆信息,推测车辆的潜在危险性的潜在危险性推测部;基于车辆的横向加加速度和预定的增益,生成车辆的前后运动控制指令的车辆前后运动控制部;和调整所述增益的增益调整部,增益调整部基于由潜在危险性推测部所推测出的潜在危险性调整所述增益。

[0019] 发明效果

[0020] 本发明能够提供通常时没有生硬感,在紧急回避操舵时可靠地协助驾驶员的车辆的运动控制装置。

附图说明

[0021] 图1是表示本发明的G-Vectoring控制(GVC)车辆的左转弯进入至离开的情形的图。

[0022] 图2是表示完成了图1所示的行驶的情况下的时序数据的图。

[0023] 图3是表示比较通常增益的GVC和高增益的GVC的行驶状况的时序数据的图。

[0024] 图4是表示防侧滑装置(ESC)的基本的功能的图。

[0025] 图5是表示力矩+ (M+) 控制标准的基本动作的图。

[0026] 图6是表示改变车道行驶的仅ESC运转和混合控制的运转状况的图。

[0027] 图7是表示本发明的车辆的运动控制装置的全体构成的图。

[0028] 图8是表示ADAS控制器和制动控制器的内部构成的图。

[0029] 图9是表示本车和前车的相对关系的图。

[0030] 图10是表示基于与前车的相对关系计算的 $1/TTC$ 和潜在危险性的关系的图。

[0031] 图11是表示操舵角速度和潜在危险性的关系的图。

[0032] 图12是表示定量化了的潜在危险性和危险度的定性的对应的图。

[0033] 图13是表示基于定量化了的潜在危险性的本发明的系统的运转状况的图。

[0034] 图14是示意地表示本发明的车辆的运动控制装置的运转状况的图。

[0035] 图15是表示自动制动产生的直线减速和与GVC产生的横向运动相关联的前后运动的相关联状况的图。

[0036] 图16是表示本发明的车辆的运动控制装置的构成的概念的图。

[0037] 图17是说明对于实现与横向运动相关联的前后运动的减速促动器的要求的缓和的图。

[0038] 符号说明

[0039] 0 车辆

- [0040] 1 发动机
- [0041] 2 自动变速器
- [0042] 7 动力转向装置
- [0043] 10 加速踏板
- [0044] 11 制动踏板
- [0045] 16 转向装置
- [0046] 21 横向加速度传感器
- [0047] 22 前后加速度传感器
- [0048] 23、24、微分电路
- [0049] 31 加速踏板位置传感器
- [0050] 32 制动踏板位置传感器
- [0051] 33 转向舵角传感器
- [0052] 38 横摆角速度传感器
- [0053] 40 ADAS控制器
- [0054] 41 潜在危险性推测部
- [0055] 42 横向运动相关联增益调整单元
- [0056] 43 前后加减速度调整单元
- [0057] 44 力矩调整单元
- [0058] 450 制动控制器
- [0059] 451 ESC控制部
- [0060] 452 四轮制动力分配调整单元
- [0061] 45 转向装置控制器
- [0062] 46 动力传动系控制器
- [0063] 48 踏板控制器
- [0064] 51 加速反作用力电动机
- [0065] 52 制动踏板反作用力电动机
- [0066] 53 转向反作用力电动机
- [0067] 61 左前轮
- [0068] 62 右前轮
- [0069] 63 左后轮
- [0070] 64 右后轮
- [0071] 70 立体摄像机
- [0072] 701 立体图像处理装置

具体实施方式

[0073] 首先,对于用于解决课题的技术方案说明其基本的思想,对其构成、实施方式进行叙述。

[0074] 清楚地叙述本发明的在运动性能提高方面的效果,如下所述。

[0075] 具有基于外界信息或车载信息,定量地评价潜在危险性的单元,在潜在危险性增

大的情况下,与潜在危险性小或为零的情况相比,因增大与横向运动相关联的前后运动控制(减速、力矩控制)的增益,从而大幅降低速度,并且通过负荷移动或横摆力矩控制,提高前轮的舵的效力,提高紧急回避性能。

[0076] 首先,对于与横向运动相关联的前后运动控制叙述概要,并明确要调整的“增益”。

[0077] “与横向运动相关联的前后运动控制”

[0078] (1) G-Vectoring

[0079] 非专利文献1中公开有通过与方向盘操作产生的横向运动相关联地自动地加减速,在前轮和后轮之间产生负荷移动,实现车辆的操纵性和稳定性的提高的方法。具体的加减速指令值(目标前后加速度 G_{xc})如以下式1所示,

[0080] [式1]

$$[0081] \quad G_{xc} = -\operatorname{sgn}(G_y \cdot \dot{G}_y) \frac{C_{xy}}{1+Ts} |\dot{G}_y| + G_{x_DC}$$

[0082] 基本上,将在横向加加速度 G_y 乘以增益 C_{xy} ,赋予了一阶滞后的值当作前后加减速指令这种简单的控制标准。

[0083] 其中, G_y :车辆横向加速度, G_y _dot:车辆横向加加速度, C_{xy} :增益, T :一阶滞后时间常数, s :拉普拉斯算子, G_{x_DC} :不与横向运动相关联的加减速指令。

[0084] 由此,可以模拟熟练的驾驶员的横和前后运动的相关联控制策略的一部分,在非专利文献1确认可以实现车辆的操纵性、稳定性的提高。

[0085] 该式的 G_{x_DC} 是不与横向运动相关联的减速度成分(偏置)。是前方具有转弯的情况的预见性的减速、或具有区间速度指令的情况下需要的项。另外, sgn (signum、正负号函数)项是以相对于右转弯、左转弯双方得到上述的动作的方式设计的项。具体而言,可以实现如果操舵开始的拐入时减速,成为稳态转弯(由于横向加加速度为零)则停止减速,操舵返回开始时的离开转弯时加速的动作。

[0086] 如果这样控制,则前后加速度和横向加速度的合成加速度(表记为 G)是横轴取车辆的前后加速度、纵轴取车辆的横向加速度的图表,由于以随着经过时间的同时进行曲线的变化的方式来定向(Vectoring),所以称为“G-Vectoring控制”。

[0087] 关于应用式1的控制的情况的车辆运动,设想具体的行驶进行说明。

[0088] 图1是设想直行路段A、过渡区间B、稳态转弯区间C、过渡区间D、直行区间E这种向转弯的进入、离开的一般的行驶场景。此时,进行驾驶员操纵的加减速操作。

[0089] 另外,图2是表示关于操舵角、横向加速度、横向加加速度、用式1计算的加减速指令以及四轮的制动、驱动力作为时序波形表示的图。后面详细地说明,但前外轮和前内轮、后外轮和后内轮以分别为左右(内外)相同的值的方式分配制动力、驱动力。在此,制驱动力是在各轮的车辆前后方向产生的力的总称,制动力是使车辆减速的方向的力,驱动力定义为使车辆加速的方向的力。首先,车辆从直行路段区间A进入转弯。在过渡区间B(点1~点3)随着驾驶员对操舵逐渐在中途输入转向(mid-course steering inputs),车辆的横向加速度 G_y 增加。横向加加速度 G_y _dot在点2附近的横向加速度增加的期间,取得正值(横向加速度增加结束的3的时刻返回到零)。此时,根据式1,在控制车辆中随着横向加速度 G_y 的增加,产生减速(G_{xc} 为负)指令。随之,对前外、前内、后外、后内各轮施加大致相同的大小的制动力(减号)。

[0090] 之后,如果车辆进入稳态转弯区间C(点3~点5),驾驶员停止对操舵的在中途输入转向,保持一定操舵角。这时,横向加加速度 G_{y_dot} 为0,所以加减速指令 G_{xc} 为0。因此,各轮的制动力、驱动力也为零。

[0091] 接着,在过渡区间D(点5~7),通过驾驶员的对操舵的中途反回的操作,车辆的横向加速度 G_y 减少。此时,车辆的横向加加速度 G_{y_dot} 为负,根据式1,在控制车辆中产生加速指令 G_{xc} 。随之,在前外、前内、后外、后内各轮上施加大致相同的大小的驱动力(加号)。

[0092] 另外,在直行区间E,横向加加速度 G_y 为0,横向加加速度 G_{y_dot} 也为零,因此,不进行加减速控制。如上所述,从操舵开始拐入时(点1)一直到限幅点(点3)减速,在稳态圆转弯中(点3~点5)停止减速,从操舵中途返回开始时(点5)至离开转弯时(点7)加速。这样,如果在车辆中应用G-Vectoring控制,则驾驶员进行用于转弯的操舵,就可以实现与横向运动相关联的加减速运动。

[0093] 另外,以横轴表示前后加速度,纵轴表示横向加速度,以此来表示在车辆产生的加速度形态的“g-g”图表表示该运动时,成为以光滑的曲线状(绘制圆的方式)变化的特征的运动。本发明的加减速指令在该图表中,随着时间经过同时进行曲线的变化的方式生成。该曲线状的变化关于左转弯如图1所示,为顺时针变化,关于右转弯,为相对于 G_x 轴反转的变化路径,该变化方向为逆时针。如果这样变化,则通过前后加速度在车辆产生的俯仰运动,通过横向加速度产生的侧倾运动适当地相关联,降低侧倾角速度、俯仰角速度的峰值。

[0094] 该控制如图1所示,如果考虑省略对于一阶滞后项、左右的运动的符号函数,则将在车辆横向加加速度乘以增益 $-C_{xy}$ 得到的值当作前后加速度指令,因此,通过增大增益,可以相对于相同的横向加加速度,增大减速度或加速度。

[0095] 图3是表示在与图1、2相同的情况下通常增益的行驶和提高增益的高增益的状态下的转弯状况的图。通过增大增益,转弯开始时的减速度增大,与通常增益时相比,车辆速度降低,对于相同的操舵,横向加速度减小,如果比较与转弯时的安全性的提高相关联的通常增益和强增益的“g-g”图表,则如图3下方所示。维持图表的曲线,但成为向 G_x 方向鼓出的形状, G_y 方向受到速度降低的影响,有若干缩小的趋势。

[0096] 另一方面,如果经常为高增益,则相对于微小的修正操舵也产生大的加减速,驾驶员和乘客感觉较强的减速度感和俯仰运动。因此,通常GVC的增益 C_{xy} 调整为控制效果和感觉平衡的0.25附近。然而,确认了在紧急改变车道行驶等时,提高增益可以大幅改善回避性能。

[0097] (2) 制动力控制ESC(Electronic Stability Control:防侧滑装置)

[0098] ESC是防侧滑装置的一般的呼称,是在制动力控制中应用Direct Yaw-moment Control(DYC、直接横摆力矩控制)的想法的车辆运动控制。

[0099] US5275475(专利文献3)中公开有下述方法,通过使用车辆运动模型的计算求出与微小的操舵输入对应的理想横摆角速度和横向加速度,比较这些与实际的车辆的横摆角速度计测值和横向加速度计测值,基于在各自的偏差(侧滑信息)上乘以事先确定的权重系数的值,控制各轮的滑率,结果,通过对左右轮分别调整各轮的制动力,产生横摆力矩,进行反馈控制以使得利用车辆运动模型所计算的理想的运动与实际运动接近。

[0100] 如图4所示,如下所述构筑系统:将使用车辆运动模型相对于操舵输入所计算的横摆角速度、横向加速度,和实际的横摆角速度、横向加速度大致一致时作为广义的中性转

向,对于相对操舵输入横摆角速度、横向加速度少的状况、即转向不足,使转弯内侧的前轮、后轮或前轮和后轮产生制动力,赋予促进转弯的方向的力矩,相反,对于相对操舵输入横摆角速度、横向加速度大的状况、即转向过度,使转弯外侧的前轮、后轮或前轮和后轮产生制动力,赋予使转弯稳定化的方向的力矩。

[0101] 该控制粗略地说,认为推测图4的侧滑角 β ,还使用其变化量 $\dot{\beta}$ (侧滑角速度),使用将其分别乘以适当的增益的值,向侧滑角减小的方向赋予车辆的横摆力矩,使用左右轮的速度差、左右轮的前后力差实现,按如下式2可以格式化。

[0102] [式2]

$$[0103] \quad M_{\text{ESC}} = C_{\beta}\beta + C_{\dot{\beta}}\dot{\beta} = C_{\dot{\beta}}\left(\dot{\beta} + \frac{C_{\beta}}{C_{\dot{\beta}}}\beta\right)$$

[0104] 在此, C_{β} 、 $C_{\dot{\beta}}$ 为侧滑角、侧滑角速度增益。

[0105] 因此,通过定性地增大侧滑角增益 C_{β} ,能够增大促进车辆的转弯的力矩和稳定化的力矩,可以提高车辆的操纵性和稳定性。

[0106] 另一方面,如果总是为高增益,则对于微小的修正操舵也产生大的力矩输入,在利用制动实现力矩的情况下,驾驶员和乘客感觉较强的减速感和俯仰运动。另外,不进行转弯而自转的感觉(所谓娱乐场地的茶杯感觉)也增强。

[0107] 因此,通常ESC的增益 C_{β} 以控制效果和感觉平衡的方式被调整。然而,确认了在紧急改变车道行驶等中,提高增益可以大幅改善回避性能。

[0108] (3) 制动力控制Moment+(Moment+Control) (图5)

[0109] Moment+基于在“山门诚、长塚敬一郎:基于车辆横向加加速度的横摆力矩控制方法的研究,汽车技术会学术讲演会前刷集:116—12页:21—26、发行年:2012年10月03日”(非专利文献2)内报告的G-Vectoring Control (GVC) 指令值,即使用横向加加速度信息,对车辆施加横摆力矩,是提高车辆的操纵性和稳定性的新的控制准则。横摆力矩指令值M+的基本控制准则如以下式3格式化。

[0110] [式3]

$$[0111] \quad M_{+} = -\text{sgn}(G_y \cdot \dot{G}_y) \frac{-C_{\text{m}}}{1+T_{\text{m}}s} |\dot{G}_y| \approx C_{\text{m}} \dot{G}_y$$

[0112] 该控制如使3所示,如果考虑省略相对一阶滞后项、左右的运动的符号函数,则与GVC同样,将在车辆横向加加速度乘以增益 C_{m} 得到的值当作力矩指令,因此,通过增大增益,相对于相同的横向加加速度,可以增大转弯促进力矩或稳定化力矩。

[0113] 另一方面,如果总是为高增益,则相对于微小的修正操舵也产生大的力矩输入,在利用制动实现力矩的情况,驾驶员和乘客感觉较强的减速感和俯仰运动。

[0114] 另外,不进行转弯而自转的感觉(所谓娱乐场地的茶杯感觉)也增强。因此,通常Moment+(力矩+)的增益 C_{m} 以控制效果和感觉平衡的方式被调整。然而,在紧急改变车道行驶等中,提高增益被确认有回避性能大幅度改善。

[0115] 另外,通常,车辆的运动的稳定性因速度的增加而降低。因此,有时转弯促进力矩随着速度增加而减小,对确保车辆的稳定性是有效的。因此,横摆力矩指令值M+/V如以下式4所示,与速度呈反比例地施加控制力矩这种方法特别是对于转向过度倾向的车辆认为是

有效的。

[0116] [式4]

$$[0117] \quad M_{+IV} = -\operatorname{sgn}(G_y \cdot \dot{G}_y) \frac{-C_{max}}{I+T_{max}s} \left| \frac{\dot{G}_y}{V} \right| \approx C_{max} \frac{\dot{G}_y}{V}$$

[0118] 当然,如果速度降低,则力矩指令值非常大,所以也可以采取设有停止控制的速度下限限制器,在极低速度固定控制量等的方法。

[0119] 以上,对于与三种横向运动相关联的前后运动控制进行了叙述。对于ESC和Moment+,控制对象是横摆运动,但通过在左右轮使用电动机的构成,如果没有成为前后力在左右均衡的状况,则一定伴随加减速(特别是,利用制动力进行力矩控制的情况减速),因此,在本发明中,包含于“与横向运动相关联的前后运动控制”。

[0120] 这些控制中,明确叙述了决定具体的加速度、减速度指令或力矩指令的控制准则。然而,例如,如以下式5所示,基于横向运动或路径曲率和速度等信息,设定目标速度 V_t ,基于与当前的车速 V_r 的差 δv ,例如也可以构成通过CVT(Continuously Variable Transmission:无级变速器)控制等进行减速的控制(速度追随控制)。

[0121] [式5]

$$[0122] \quad G_{aeb} = K_{aeb} \cdot \delta v = K_{aeb} \cdot (V_t - V_r)$$

[0123] 这种控制如果没有规定至达到其目标速度的时间,则不能将减速度直接作为指令值求出,与驾驶员的感觉完全一致的保证完全没有。然而,通过将用于达到目标速度的时间收敛在一定范围内,可以得到一定程度的控制效果。本发明中,以与这些横向运动间接相关联为目标的目标速度追随控制也包含于“与横向运动相关联的前后运动控制”。

[0124] 然后,与这些横向运动相关联的前后运动控制不只具有单独的效果,特别是如前述,ESC、Moment+不是专门用于控制前后加减速,是用于控制横摆运动,所以可以与控制前后加减速度的GVC非干涉地组合。

[0125] 图6是表示对于离开30m设置标塔A和标塔B,穿过标塔A的右侧,向标塔B的左侧移动的模拟进行改变车道行驶时的操舵角、前后加速度、横向加速度,并且对于车辆速度,比较仅运转ESC的状态、和运转GVC和ESC的复合控制的状态的图。与ESC在将转向装置急剧返回的0.75秒至1秒附近,检测到侧滑状态施加稳定化力矩(减速度的产生)相比,利用GVC和ESC的相关联控制(联合控制),从开始操舵的瞬间,减速度发挥作用,从操舵开始用0.5秒速度也以10km/h降低。

[0126] 由此,可知操舵角也小,侧倾角速度、俯仰角速度大幅减小,可以安全地进行改变车道行驶。另外,如上所示,通过增大加加速度增益 C_{xy} 、侧滑角增益 C_{β} ,对于相同的任务,可自动地大大降低速度,可以大幅度提高回避性能。

[0127] 另外,在非专利文献2中,构筑和Moment+、GVC、ESC的相关联控制,报告在压雪路进行了评价的结果。根据相关联控制中基于GVC的操纵性的提高、基于Moment+的早期稳定性的提高,甚至基于ESC的绝对的操纵性·稳定性的提高的协同效果,报告了在压雪路的运动性能在只有ESC的基础上,大幅度提高。因此,与这些横向运动相关联的前后运动控制可以认为是在操舵回避时极有效的控制。

[0128] 另一方面,与这些横向运动相关联的前后运动控制的特征在于,通过从通常区域

运转,从通常区域具有控制效果,但完全从另外的观点来看,大多情况是对用于实现这种控制的促动器的NVH(Noise(噪声)、Vibration(振动)、Harshness(声振粗糙度))性能或耐久性提出较高的要求。

[0129] 例如,电动汽车或混合动力汽车等,将前后运动控制促动器作为电动机的情况或使用控制增压器(booster、助力器)或电机式制动的情况下,耐久性、NVH性能没问题。但是,如果从通常区域运转ESC等,则为了解决这些课题而伴随成本的增加。因此,在使用低成本的情况下,产生缩小运转区域、频度的必要性。

[0130] 如果归纳以上内容,是下述这样的情况:

[0131] (1) 在与横向运动相关联的前后运动控制中,通过增大对特征性地表示横向运动的状态量(横向加加速度、侧滑角变化等)的增益,速度减小效果等增大,回避性能大幅度提高。

[0132] (2) 如果增加增益,则增加通常区域的生硬感,所以以控制效果和感觉平衡的方式进行增益调整。

[0133] (3) 在制动促动器的耐久性 or NVH性能方面有问题的情况下,有减少运转频度的必要。

[0134] 本发明中,仅在危险时采用较大地调整与该横向运动相关联的前后运动的增益的构成,能够最大限有效利用上述的优点,最小化缺点。

[0135] 接着,对定量性评价潜在危险性的方法进行叙述。因为车辆侧的硬件构成也参与其中,所以也包括本发明的实施方式在内进行说明。

[0136] 作为潜在危险性的评价,考虑在与障碍物的距离尚远的状况、即危险还未显现的情况和实际上以通过紧急制动和操舵进行回避操作的方式至真正遭遇危险的状态。

[0137] 对于前者的潜在危险性的评价,需要用于掌握本车以外的环境、即与行进路上的障碍物的相对位置、相对速度、相对加速度等的外部环境识别传感器。

[0138] 为了评价后者的潜在危险性,搭载于本车的操舵角传感器、制动传感器或加速度传感器、横摆角速度传感器等计测操作输入或车辆举动,在它们发生急剧变化时,如果遭遇危险,则大致能看出。

[0139] 另外,对于紧急回避性能的提高也有考虑。当然,后者的情况是自动制动等的前后运动控制有可能直接运转的状况,但前者的情况是还没有进行回避动作,没有产生横向运动的状态。在此,需要注意的是所谓紧急回避性能提高不一定只是紧急回避动作时的协助,包括如果方向盘突然转向(swerve)而产生横向运动时,以产生大的减速度的方式向增大增益的方向变化,事先进行准备这种情况(如果驾驶员或系统不将方向盘突然转向,则不表露的保险的情况)。

[0140] 图7中表示为了掌握以上叙述的不表露的潜在危险性和遭遇的危险,提高基于与横向运动相关联的前后运动控制的紧急回避性能,使用了能够增大对特征性表示横向运动的状态量(横向加加速度、侧滑角变化等)的增益的本发明的车辆的运动控制装置的车辆的第1实施例的全体构成。

[0141] 为了特别理想地实施,利用所谓的线控系统构成,在驾驶员和操舵机构、加速机构、减速机构之间没有机械的结合。在实际的方式中,例如,即使仅操舵机构具有机械结合,以驾驶员直接决定操舵角的方式构成,也可以应用本发明。

[0142] 在本实施例中,车辆0是由发动机1驱动左前轮61、右前轮62的后轮驱动车辆(Rear Engine Rear Drive(后置发动机后轮驱动方式):RR车辆)(驱动方式与本发明没有特别密切的关系)。

[0143] 首先,叙述具体的机器构成。在左前轮61、右前轮62、左后轮63、右后轮64分别搭载制动转子、车轮速检测用转子,在车辆两侧搭载车轮速拾取器,构成为可以检测出各轮的车轮速。

[0144] 驾驶员的加速踏板10的踩踏量由加速踏板位置传感器31检测,经由踏板控制器48,由ADAS(Advanced driver assistance system:进阶驾驶辅助系统)控制器40进行运算处理。而且,动力传动系控制器(power train controller)46根据该量控制发动机1的未图示的节气门、燃料喷射装置等。

[0145] 另外,发动机1的输出经由通过动力传动系控制器46控制的电子控制变速器2,传递到左后轮63、右后轮64。作为电子控制变速器,也可以是液力变矩器式自动变速器、湿式多板离合器式自动变速器、半自动变速器、无级变速器(CVT)、双离合器变速器。

[0146] 基于从ADAS控制器40输出的速度降低(减速)指令,通过转换从发动机至各轮的传动比,可以产生减速作用。例如,基于根据弯曲等道路形状计算的或通过后述的GVC求出的减速度、目标速度指令等“与横向运动相关联”的前后运动指令,可以产生减速作用。

[0147] 另外,在加速踏板10还连接加速反作用力电动机51,基于ADAS控制器40的运算指令,由踏板控制器48进行反作用力控制。另外,根据关闭加速器的方向的运动、特别是加速器关闭方向的速度,感知突然的停止加速(accelerator off),进行“使用了驾驶员加速操作的潜在危险性的量化”。

[0148] 车辆0的操舵系统为前轮操舵装置,但驾驶员的舵角和轮胎切角之间无机械结合,为线控转向构造。由内部包括舵角传感器(未图示)的动力转向装置7、转向装置16、驾驶员舵角传感器33和转向装置控制器44构成。

[0149] 驾驶员的转向装置16的操舵量通过驾驶员舵角传感器33检测,经过转向装置控制器44由ADAS控制器40运算处理。而且,转向装置控制器44根据该量控制动力转向装置7。

[0150] 在转向装置16连接还有转向反作用力电动机53,基于ADAS控制器40的运算指令,由转向装置控制器44进行反作用力控制。另外,与此同时,ADAS控制器40根据驾驶员的转向操作量、特别是操舵角速度感知突然的操纵,进行“使用了驾驶员操舵操作的潜在危险性的量化”。

[0151] 驾驶员的制动踏板11的操作量(踩踏量)通过制动踏板位置传感器32检测,经由踏板控制器48由ADAS控制器40运算处理。

[0152] 在左前轮61、右前轮62、左后轮63、右后轮64分别配置制动转子,在车身侧搭载有卡钳(Caliper),其通过利用衬垫(未图示)夹着该制动转子来使车轮减速。

[0153] 卡钳为油压式,或为在每个卡钳具有电动机的电机式。在为油压式的情况下,代替现有的负压增压器,既可以采用将中空电动机和其内部的滚珠丝杠作为促动器产生主缸油压的这种简单的方式,与混合动力电动汽车或电动汽车行驶用电动机产生的再生制动协调,以自然的踏板感觉可以确保需要的制动力的电动驱动,也可以用ITS对应的ESC(Electronic Stability Control)的多缸活塞泵或齿轮泵加压。

[0154] 各卡钳基本上基于ADAS控制器40的运算指令由制动控制器450控制。另外,如上所

述,各轮的车轮速、操舵角、横摆角速度、前后、横向加速度等车辆信息经由ADAS控制器40或直接输入该制动控制器450,计算车速V、车辆侧滑角等。

[0155] 而且,这些信息在ADAS控制器40内作为共有信息总是被监视。

[0156] 另外,在制动踏板11还连接有制动反作用力电动机52,基于ADAS控制器40的运算指令,由踏板控制器48进行反作用力控制。另外,与此同时,ADAS控制器40根据驾驶员的制动踏板操作量、特别是踏板速度感知紧急制动,进行“使用了驾驶员制动踏板操作的潜在危险性的定量化”。

[0157] 接着,对本发明的运动传感器组进行叙述。

[0158] 如图7所示,横向加速度传感器21和前后加速度传感器22配置于重心点附近。另外,搭载有对各加速度传感器的输出微分得到加加速度信息的微分电路23、24。本实施例中为了使微分电路的存在明确化,以设置于各传感器的方式图示,但实际也可以对ADAS控制器40直接输入加速度信号,进行各种运算处理,然后进行微分处理。

[0159] 另外,如日本特开2011-7353号公报的(0082)~(0083)所示,即可以利用使用了车辆速度、操舵角、车辆运动模型的推测横摆角速度、横向加速度得到横向加加速度,也可以例如通过高选择处理将它们组合使用。另外,构成为使用横摆角速度传感器38的信号提高基于车辆运动模型的推测精度的结构。

[0160] 另外,使用运动传感器组,推测路面的状态(摩擦系数等),或推测路面斜度等,进行“对行驶环境的潜在危险性的定量化”。在此要注意的是,路面斜度大的下坡的情况潜在危险性高,可以是提高横向运动相关联增益的方向,但路面摩擦系数低的情况下潜在危险性高,如果提高横向运动相关联增益,则产生车轮锁死(Lock、抱死)的危险性。因此,这种情况下要增加增益,并且需要组合在日本专利4920054号公报所公开的车轮过滑防止控制。

[0161] 另外,在车辆0搭载有向驾驶员传递协助信息(系统运转信息)的HVI(Human Vehicle Interface:人车界面)55。HVI55与驾驶员可以看到的画面、警告音或各踏板的反作用力控制合作,通过多个方式向驾驶员传递系统工作的信息。

[0162] 另外,在车辆0搭载有立体摄像机70和立体图像处理装置701。立体摄像机70在左右方向由两个拍摄元件即CCD摄像机构成。

[0163] 两个CCD摄像机例如以夹着驾驶室的后视镜(未图示)的方式配置,从车辆固定系不同的坐标分别拍摄车辆前方的对象物,向立体图像处理装置701输出两个图像信息。另外,在此使用CCD摄像机,但也可以使用CMOS摄像机。

[0164] 从立体摄像机70向立体图像处理装置701输入图像信息,并且从制动控制器450经由ADAS控制器40输入车速V。基于这些信息,立体图像处理装置701基于来自立体摄像机70的图像信息识别车辆0前方的立体物数据和白线数据等的前方信息,推测本车行驶路。

[0165] 另外,立体图像处理装置701调查在本车之后要行驶的路上障碍物和前车等立体物的存在,将最近的立体物作为为了防止相撞的障碍物识别,向ADAS控制器40输出。并且,ADAS控制器40基于本车速度、相对位置、相对速度、相对加速度等(将它称为行驶环境数据),进行“基于外部信息的潜在危险性的定量化”。

[0166] 图8表示本发明的ADAS控制器40和制动控制器450的内部构成。制动控制器450,作为基本构成包括ACC、能够进行预防碰撞制动(pre-crash brake)的减速度控制输入、行车道偏离防止系统用的横摆力矩输入用的端口。基于CAN(Control Area Network)的I/O端口

的输入输出信息,利用适当的方法向制动控制器450侧输入控制指令,就可以控制车辆的减速度和横摆力矩。当然,因还产生原本的ESC动作产生的横摆力矩指令,所以还对输入端口侧的指令设有上限值,编入进行暂时无效等的调停动作(四轮制动力分配)的逻辑。

[0167] 在ADAS控制器40中具有潜在危险性推测部41,其取入从立体摄像机、雷达、GPS等所取得的拍摄图像、距离信息、距离图像、相对速度、相对距离、障碍物等外部信息(外界信息);和车速、操舵角、加速度、横摆角速度等车辆信息,并推测危险度(潜在危险性)。另外,具有加减速度控制器43和横摆力矩控制器44。本实施例中,在加减速度控制器43中加入GVC逻辑,基于式1,求得“与横向运动相关联的前后运动”作为加减速度的指令值,在横摆力矩控制器44中加入Moment Plus逻辑,基于式3,求得“与横向运动相关联的前后运动”作为横摆力矩的指令值。

[0168] 即,本发明的车辆的运动控制装置即ADAS控制器40的特征在于,包括:潜在危险性推测部41,其基于所输入的外界信息和车辆信息,推测车辆的潜在危险性;车辆前后运动控制部(加减速度控制器43和横摆力矩控制器44),其基于车辆的横向加加速度和预设定的增益生成车辆的前后运动控制指令;和调整增益的增益调整部42,增益调整部42基于由潜在危险性推测部所推测的潜在危险性调整增益。

[0169] 另外,ADAS控制器40具有增益调整部42,其基于潜在危险性推测部41推测的潜在危险性,在潜在危险性比预设定的值高时,与潜在危险性低时相比,以使第一增益及/或第二增益增大的方式调整这些“与横向运动相关联的前后运动”的增益(加减速度控制器43中式1的车辆横向加加速度增益(第一增益) C_{xy} 、在横摆力矩控制器44中式3的车辆横向加加速度增益(第二增益) C_{mn})。换句话说,增益调整部42在由潜在危险性推测部41检测出潜在危险性的情况下,与没有检测出的情况相比,以增大增益的方式进行调整。

[0170] 接着,参考“用于安全驾驶支援系统的对移动障碍物的危险度评价方法(<http://robotics.iis.u-tokyo.ac.jp/pdf/Safety.pdf>:东京大学信息学环/生产技术研究所铃木高宏研究室)”(非专利文献3),表示潜在危险性的定量性评价方法。

[0171] 例如,如图9所示,在x方向行驶中的本车0之前,行驶着前车101,本车0的位置为 x_f ,速度为 v_f ,加速度为 a_f ,前车101的位置为 x_p ,速度为 v_p ,加速度为 a_p 时,各自的相对位置为 $x_r = x_f - x_p$,相对速度为 $v_r = v_f - v_p$,相对加速度为 $a_r = a_f - a_p$ 。

[0172] 使用这些值,目前提案有以下所示的潜在危险性。

[0173] (1) TTC(Time-To-Collision:避撞时间)(以下,参照式6)

[0174] [式6]

$$[0175] \quad t_c = -\frac{x_r}{v_r}$$

[0176] TTC是假定维持当前的相对速度,预测至本车与前车相撞的时间的指标。

[0177] (2) KdB(接近离开状态评价指标)(以下,参照式7)

[0178] [式7]

$$[0179] \quad KdB = 10 \times \log \left(\frac{v_r}{x_r^3} \times \frac{-2.0}{5.0 \times 10^{-8}} \right)$$

[0180] KdB是基于“驾驶员根据前车的视觉的面积变化检测接近、离开并进行加减速操

作”这样的假设定义的指标。

[0181] (3) THW(Time-Head Way:车间时间) (以下,参照式8)

[0182] [式8]

$$[0183] \quad t_h = -\frac{x_f}{v_f}$$

[0184] THW是表示以当前的本车速度到达当前的前车位置的的时间的指标。

[0185] (4) 1/TTC(Time-To-Collision的倒数) (以下,参照式9)

[0186] [式9]

$$[0187] \quad t_c^{-1} = \frac{1}{t_c} = -\frac{v_f}{x_f}$$

[0188] TTC的倒数是与前车的大小(相对前车的视觉)的增加率的时间变化或车距的对数的时间变化等效的指标。

[0189] (5) RF(Risk Feeling) (以下,参照式10)

[0190] [式10]

$$[0191] \quad RF = \frac{a}{t_c} + \frac{b}{t_h}$$

[0192] RF是以用物理量表现追随前车时驾驶员的车速控制特性为目的,以TTC和THW各自的倒数的线形和作为驾驶员主观感觉到的风险定义的指标(a、b是预先求得的权重常数)。

[0193] 这些潜在危险性不仅可以使使用立体摄像机,还可以使用毫米波雷达、激光雷达等与前方的测距传感器得到。本实施例中,使用随着本车0接近前车车辆101或障碍物(未图示)表示增加趋势的式8的1/TTC(Time-To-Collision的倒数)。

[0194] 图10示意地表示1/TTC、与障碍物的相对的距离Di,以及相撞潜在危险性的关系。如果与前车101(停止的情况,障碍物)的距离缩小,则1/TTC增加,表示潜在危险性提高的情形(其中,相对速度设想为一定)。

[0195] 例如,在将与障碍物的距离设为D4这样较远的情况下,1/TTC为1/tc0,为较小的值,此时,潜在危险性为RP0,没有危险(RP0=0)。

[0196] 另一方面,如果距离缩短,则相撞的危险性急剧增加,如果比距离D1短,则潜在危险性大幅度增加。该潜在危险性的定量化即可以如图10的实线那样阶段地进行,也可以如图10的虚线所示那样连续进行。这样,利用1/TTC,可进行潜在危险性的定量性评价。

[0197] 图11表示基于车载的转向角传感器输出的操舵角速度信息进行使用了驾驶员操舵操作的潜在危险性的定量性评价的例子。通常进行紧急操舵回避相撞时,操舵速度提高。因此,设定为操舵速度慢的情况是正常驾驶时,操舵速度快的情况是潜在危险性高时。

[0198] 操舵角速度为正的情况是向左侧增加操舵的状态,操舵角速度为负的情况是向右增加操舵的状态。

[0199] 图11中,潜在危险性相对于左右的操舵角速度对称,但也可以相对于“右侧通行”“左侧通行”为左右非对称,也可以考虑逆向操舵(counter-steer)(正在某方向操舵的状态下,向反方向急剧返回)等,不仅操舵角速度,还可以为操舵角与操舵角速度的二维映射表。

另外,该潜在危险性的定量化即可以如图10的实线所示阶段地进行,也可以如图10的虚线所示连续进行。

[0200] 另外,在本实施例中,虽省略附图,但对于停止加速侧的踏板角速度、制动踏板侧的踏板角速度,也作为“角速度大时,潜在危险性高”定义潜在危险性,也可以进行潜在危险性的定量性评价。

[0201] 图12相对于图10、图11的定量的潜在危险性,对应定性的危险度的评价指标,另外,图13是表示在本发明的实施例中,相对潜在危险性已被定量化的情况的各定量值的系统的工作状况的表。“自动制动”、“与横向运动相关联的前后运动关联增益的调整”、HVI55的“多功能信息显示器的显示”、“蜂鸣器”、“转向反作用力、踏板反作用力等的振动”等系统的运转指令的计算由ADAS控制器40一并管理。以下,对潜在危险性和系统的运转进行概述。

[0202] RP0表示“无危险”的状况,在通常的驾驶状况下,大部分是该状态(发生频度高)。

[0203] 在这种状态下,不需要用于回避相撞的自动制动控制(与横向运动不关联的直线制动)。另外,“与横向运动相关联的前后运动”协助紧急回避等急剧的横移动的可能性低,因此,重要的是与横向运动相关联增益的大小保留在横向运动产生的侧倾和前后运动产生的俯仰对驾驶员来说没有不适感的范围中。

[0204] 而且,重要的是驾驶员施加直行修正操舵,或进行平缓的改变车道行驶(花费时间向其它的车道移动)时,不因大的减速度而产生“卡住感”。另外,作为极端的例子,如果此时的增益为零,则通常时可以显著降低减速用促动器的运转频度,可以大幅度缓和耐久性要求。另外,对于搭载有NVH性能低的廉价的减速用促动器的车辆,也可以大幅度减小NVH性能成为问题的概率。不进行HVI55的多功能信息显示器、蜂鸣器、转向反作用力、踏板反作用力等的振动控制。

[0205] 接着,RP1是在“具有相撞的可能性”这种状况下,如果持续保持没有加减速的状态,就发生相撞的状况。因此,对于驾驶员来说,需要促使制动(包括发动机制动)(在该阶段,不进行自动制动控制)。

[0206] 这时,在多功能信息显示器中,与显示前车一起显示注意前方,并且使蜂鸣器发出“滴滴滴…”这样的声响,向驾驶员传递相撞的可能性。另外,对于转向反作用力、踏板反作用力等赋予较弱的振动促使注意。

[0207] RP1时,横向运动相关联增益(在此是 C_{xy})与RP0时相比设定得大,提高回避万一相撞的用于操舵回避的回避可能性(未形成操舵的情况,不影响车辆运动)。

[0208] 如果潜在危险性为RP2,则成为“相撞的可能性高”的状况,与专利文献1同样,驾驶员即使不实施制动,也实施较弱的自动制动(警报制动)。该自动制动不与横向运动相关联,相当于(式1)的 G_{x_DC} 。横向运动相关联增益的大小与RP1时相比设定得大,在紧急回避时具备,进一步提高回避可能性。显示器、蜂鸣器与RP1相同,转向反作用力、踏板反作用力与RP1相比,进行较大的振动。

[0209] 另外,RP3是“相撞的可能性非常高”的状况,实施较强的自动制动(紧急制动)。另外,横向运动相关联增益的大小与RP2相比,进一步增大。蜂鸣器音为连续的“滴……”这种连续音,与RP2相比,转向反作用力、踏板反作用力进行很大的振动。

[0210] 图14是示意地表示这些状况的图。该例的“与横向运动相关联的前后运动”采用GVC。

[0211] 用上述式1表示的GVC如果考虑省略符号函数、一阶滞后等,如图中所示,减速度指令值为在车辆横向加加速度乘以横向运动相关联增益即 $-C_{xy}$ 而得到的值。随着接近障碍物(图14中为麋鹿),较大地设定增益 C_{xy} ,进行警报后的回避、警报制动后的回避、紧急制动后的回避。

[0212] 另外,增益 C_{xy} 随着定量化的潜在危险性的增加,以阶段性增加的方式改变,也可以以连续地增加的方式改变。

[0213] 图15是表示“警报制动”“紧急制动”这样的自动制动产生的直线减速和与GVC产生的横向运动相关联的前后运动的相关联状况的图。

[0214] 特别是左图表示将车辆前后加速度作为x轴,以车辆横向加速度为y轴,表示车辆的合成加速度矢量 $G(G_x, G_y)$ 如何变迁的“g-g”图表。

[0215] 如图14所示,在本发明中需要考虑“警报制动后的回避”“紧急制动后的回避”。如先前叙述,参照专利文献1构成,图13、图14所示的各自动制动控制是只控制前后运动的直线减速。

[0216] 因此,如果图15的“g-g”图表所示,是仅x轴上的减速度变迁(式1的 G_x_DC)。与此相对,不考虑该直线减速,表示了利用转向产生的回避动作时的GVC单个的减速度和横向加速度的合成加速度矢量 $G(G_x, G_y)$ 的变迁的是图15中的曲线。其始点从原点开始,向左的回避时为正横向加速度,因与其相关联地施加前后方向的减速度,所以横向加速度增加,向其它车行道移动时,为在第4象限的变迁。

[0217] 另一方面如专利文献1记载,警报制动或紧急制动等自动制动控制在驾驶员操纵的操舵角或操舵角速度增大时,由于设定禁止制动控制的时间,所以如果开始回避动作,自动制动控制被解除。在此,利用GVC进行与横向运动相关联的减速度控制,但自动制动控制被解除,至GVC产生的减速开始的期间,有可能产生一瞬的减速度的下降。这作为所谓“G缺失(制动中断)”,不仅导致感觉的恶化,而且成为俯仰造成的驾驶员视点的急剧的变动或轮胎的接地负荷的变动的的原因,有可能导致操舵产生的回避性能的降低。

[0218] 本发明中,ADAS控制器40中,自动制动产生的直线减速指令以在操舵开始时刻不会急剧(阶跃状)降低的方式,例如,通过一阶滞后滤波器(低通滤波器)的平滑单元,与通过操舵操作产生的横向运动相关联的GVC产生的减速之间流畅地相连接,如图15,从自动制动产生的直线减速(A点)通过B点,可以变迁至仅有横向运动的C点。

[0219] 由此,驾驶员视点的稳定、接地负荷变动可以减小,即使紧急时也易沉着进行回避动作。

[0220] 图16是更明确地表示图8的车辆的运动控制系统构成的概念图。

[0221] 利用立体摄像机等外界传感器检测与障碍物的相对距离、相对速度、相对加速,ADAS控制器40使用该信息,例如以 $1/TTC$ 这种判断基准量化潜在危险性。在ADAS控制器40中,通过增益调整部42变更加减速度控制器43(图16中GVC控制器)的增益,该增益调整部42由对应于危险度存储有与横向运动相关联的前后运动(图16中GVC)的横向运动相关联增益 C_{xy} 的映射表等构成。即,增益调整部42也可以构成为使用记录有与预存储的潜在危险性对应的增益的值的映射表,输出与所推测的潜在危险性对应的增益。

[0222] 加减速度控制器43中接收操舵角、横摆角速度、横向加速度、横向加加速度等横向运动信息,进行用于形成减速度指令的信号处理(式1的计算)。

[0223] 并且,ADAS控制器40向制动控制装置、再生制动用的电动机或CVT等发送减速指令,可以实现基于潜在危险性的与适当的横向运动相关联的前后运动控制。如果在驾驶员不进行回避操作的情况下,没有发出与横向运动相关联的减速指令,但当然进行基于潜在危险性的直线制动控制。作为系统,需要注意虽然提高进行紧急回避操舵操作的情况的回避可能性,但与横向运动相关联的前后运动控制的运转不是自动地进行,而是基于驾驶员的意思(操舵操作)才进行。

[0224] 另外,在回避动作时,对于利用高度的驾驶操作尝试回避的驾驶员来说,不能完全消除驾驶员动作和“与横向运动相关联的前后运动控制”造成干扰的可能性。

[0225] 例如,在后轮驱动车辆的情况中,与操舵操作一起将加速器全开,通过驱动力使后轮侧向力减小,可能急剧地开始横摆运动进行回避,也可能操作驻车制动器,使后轮锁死,在所谓转弯状态下进行回避。

[0226] 对于这种状况,对加速器或驻车制动器的操作量设有事先设定的阈值,在超过该阈值时,将“与横向运动相关联的前后运动”的横向运动相关联增益以与根据潜在危险性所决定的增益相比减小的方式进行设定。具体而言,与横向运动相关联的前后运动控制指令具有加速指令和减速指令,加速指令在由驾驶员输入的制动操作指令超过预设定的阈值的情况下成为零,减速指令在由驾驶员输入的加速器操作指令超过预设定的阈值的情况下成为零。

[0227] 最后,使用图17,对通过本发明可以实现的、对于实现与横向运动相关联的前后运动的减速促动器的要求的缓和进行叙述。

[0228] 如图16所示的减速促动器中,利用泵送的油压使其减速的所谓使用ESC的减速促动器与利用其它电动机的再生或CVT等相比,大多情况是泵部分的耐久性成为课题。另外,大多情况下工作时的声音等也成为课题。对于这些课题,通过使用多汽缸的活塞泵或齿轮泵的所谓“优质方式”应对从通常区域的运转。另一方面,在价格范围低的车辆中,也规定必须有ESC,作为这些车辆,因成本的限制方面不能采用。在这样价格范围低的车辆中,适用本发明,也可以提高紧急回避性能。

[0229] 在ADAS控制器40的增益调整部42中,如图13所示,如果将在潜在危险性为RP0即无危险的状态的横向运动相关联增益设定为“零”,则在无危险的状态下,即使产生横向运动,前后运动控制指令也成为零,减速促动器未运转。

[0230] 在此,观察图17最上的危险风险频度图表,则可知通常时(无危险)是在工作寿命中的运行状况中的大部分。因此,通过使通常时的增益为零,可以大幅度提案给耐久性带来大影响的运转时间。

[0231] 例如,不采用本发明,与从“无危险”状态(RP0)至“相撞的可能性非常高”的状态(RP3)采用相同的增益(标准化增益1.0)的情况相比,对于定量评价的危险度,随着危险度增加,如以下所记载:

[0232] 对于RP0的增益0.0

[0233] 对于RP1的增益1.0

[0234] 对于RP2的增益1.5

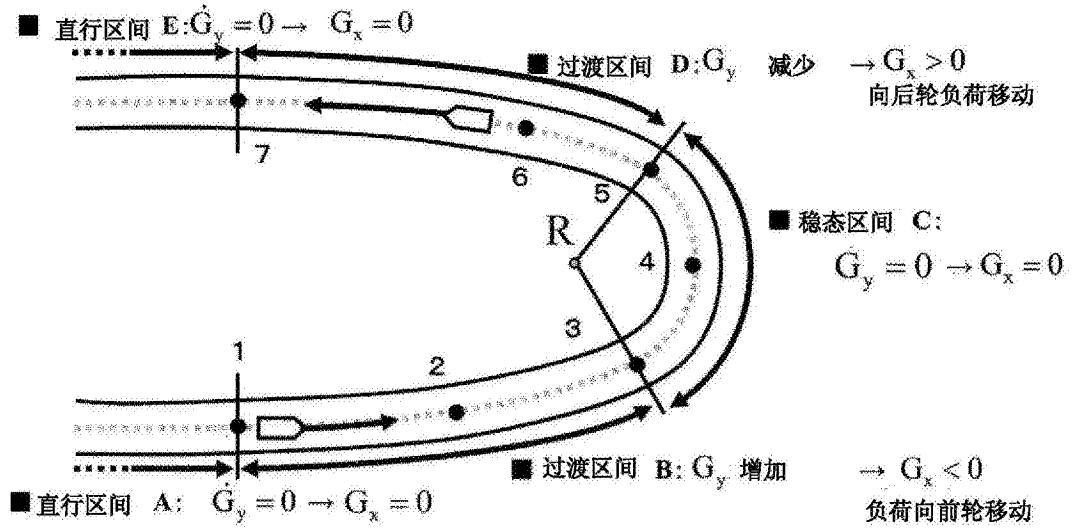
[0235] 对于RP3的增益2.0

[0236] 如果采用使增益增加的本发明的控制方法,则可以将工作寿命中标准化运转时间

(还考虑运转强度)减小到2.3%。另外,危险风险高时,因允许稍许的工作噪音、振动、生硬感,所以在价格范围低的车辆(由于ESC为标准配置)中,通过本发明也可以提高紧急回避性能。

[0237] 以上,对于与横向运动相关联的前后运动控制,说明了增加横向运动相关联增益时的控制效果、体感上的课题、促动器课题,表示了基于本发明的具体的潜在危险性的定量方法,基于潜在危险性的横向运动相关联增益的调整方法,另外表示了横向运动相关联增益的调整产生的效果。

[0238] 根据本发明,可以提供通常时没有生硬感,紧急回避操舵时能够可靠地协助驾驶员的车辆的运动控制装置。另外,通过使发生频度非常高的“通常区域”的增益为零,能够提供扩大了能够采用耐久性、NVH性能低的制动促动器的可能性,甚至低成本范围的车辆也能够享受上述的优点。



$$G_x = -\text{sgn}(G_y \cdot \dot{G}_y) \frac{C_{xy}}{1 + T_s} |\dot{G}_y|$$

$$\approx -C_{xy} \dot{G}_y$$

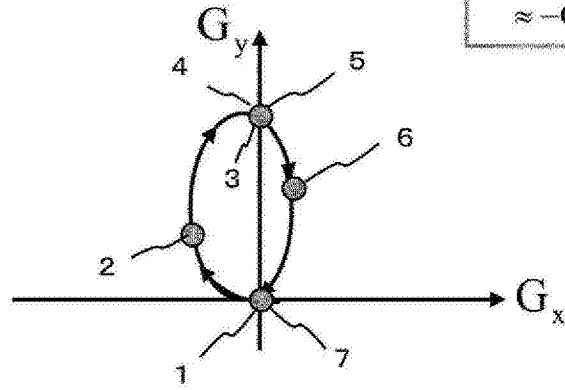


图1

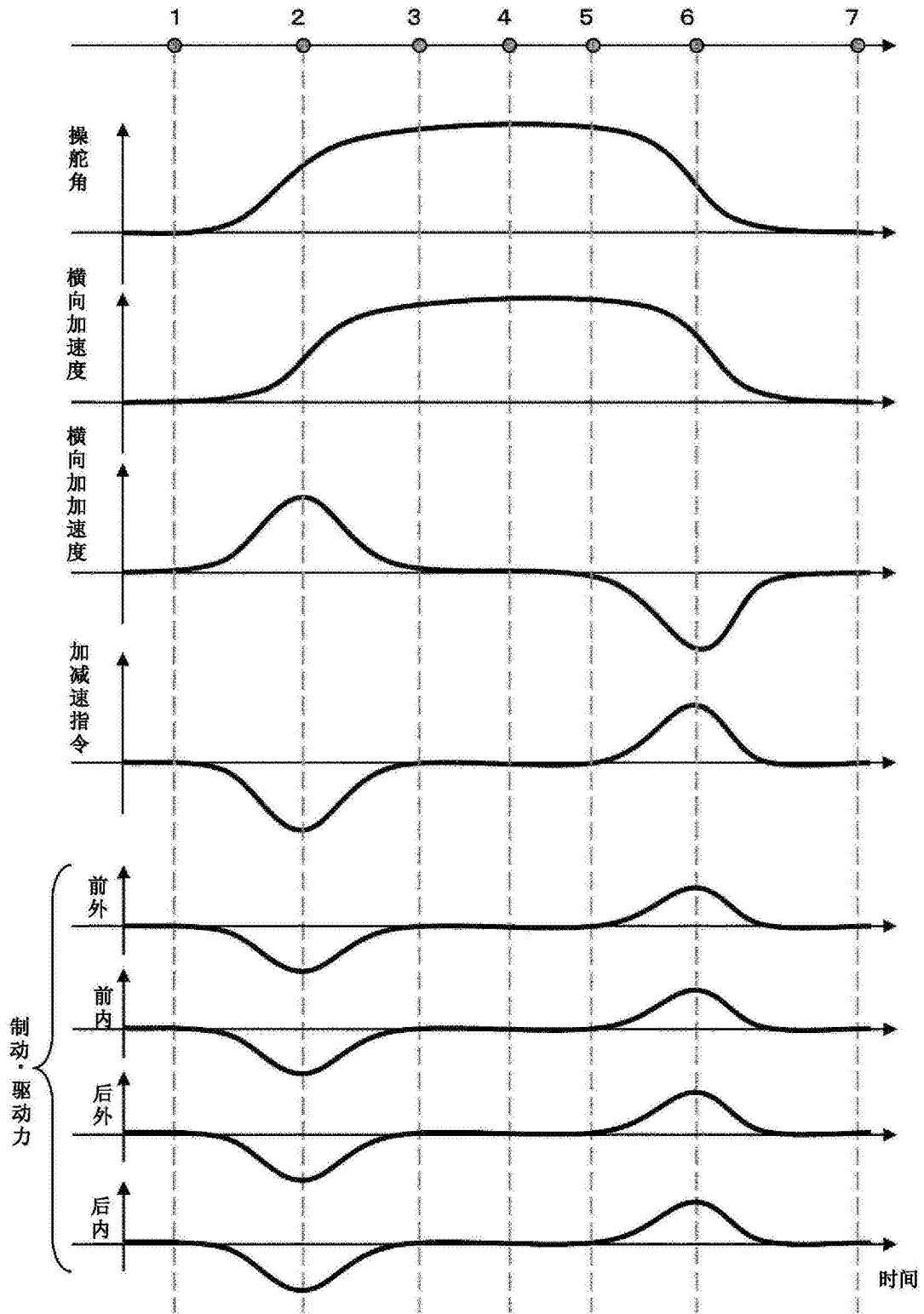


图2

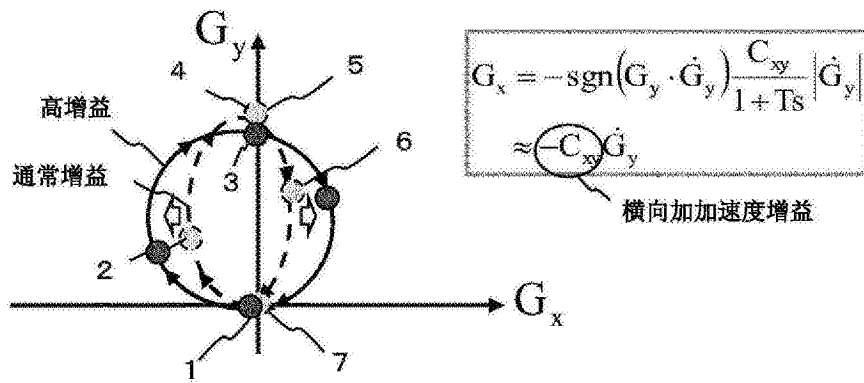
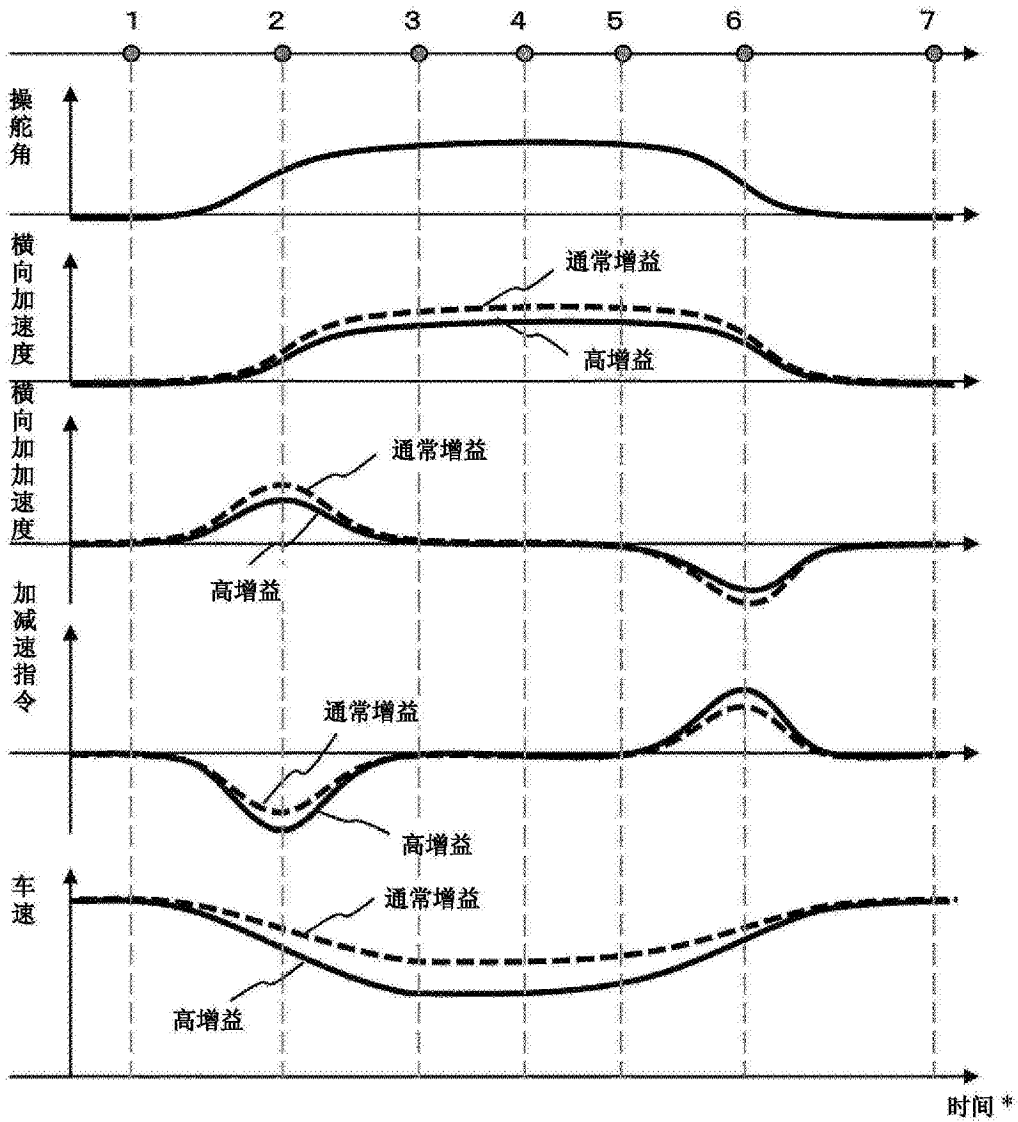


图3

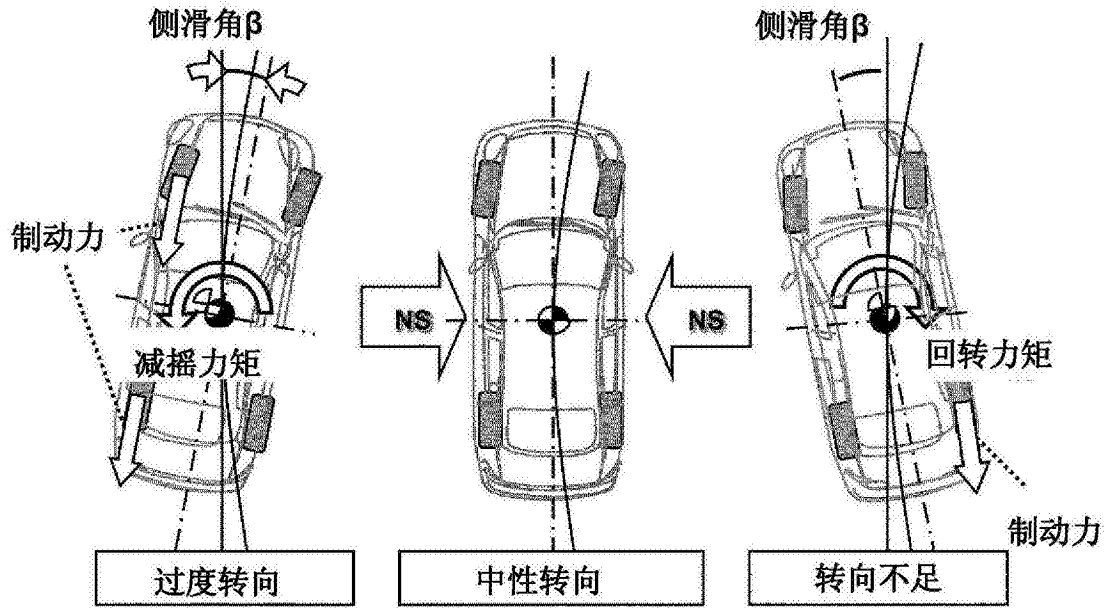


图4

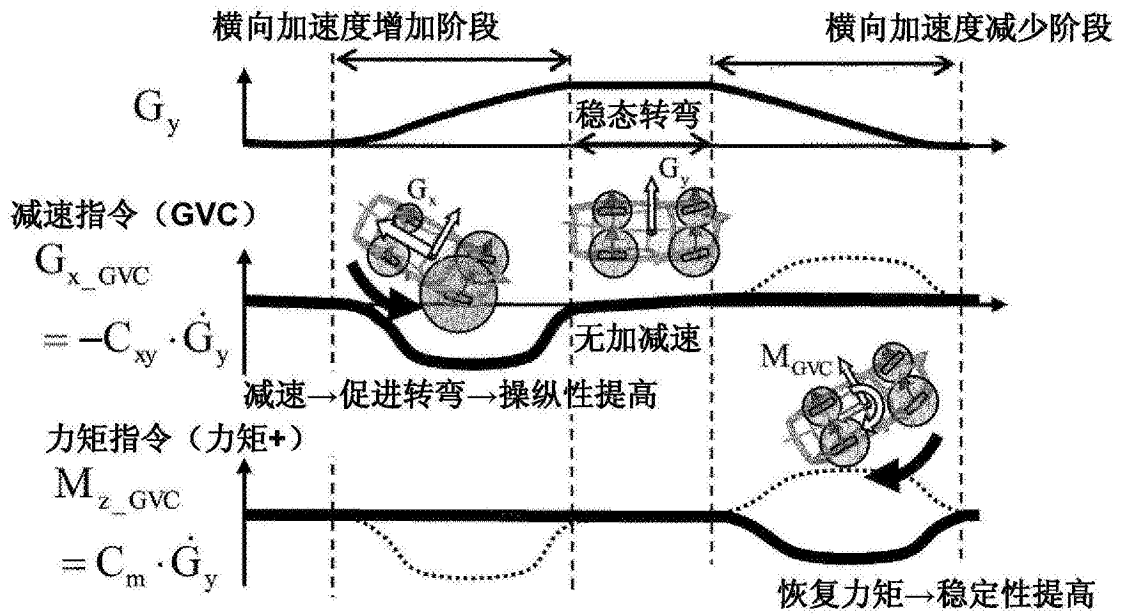


图5

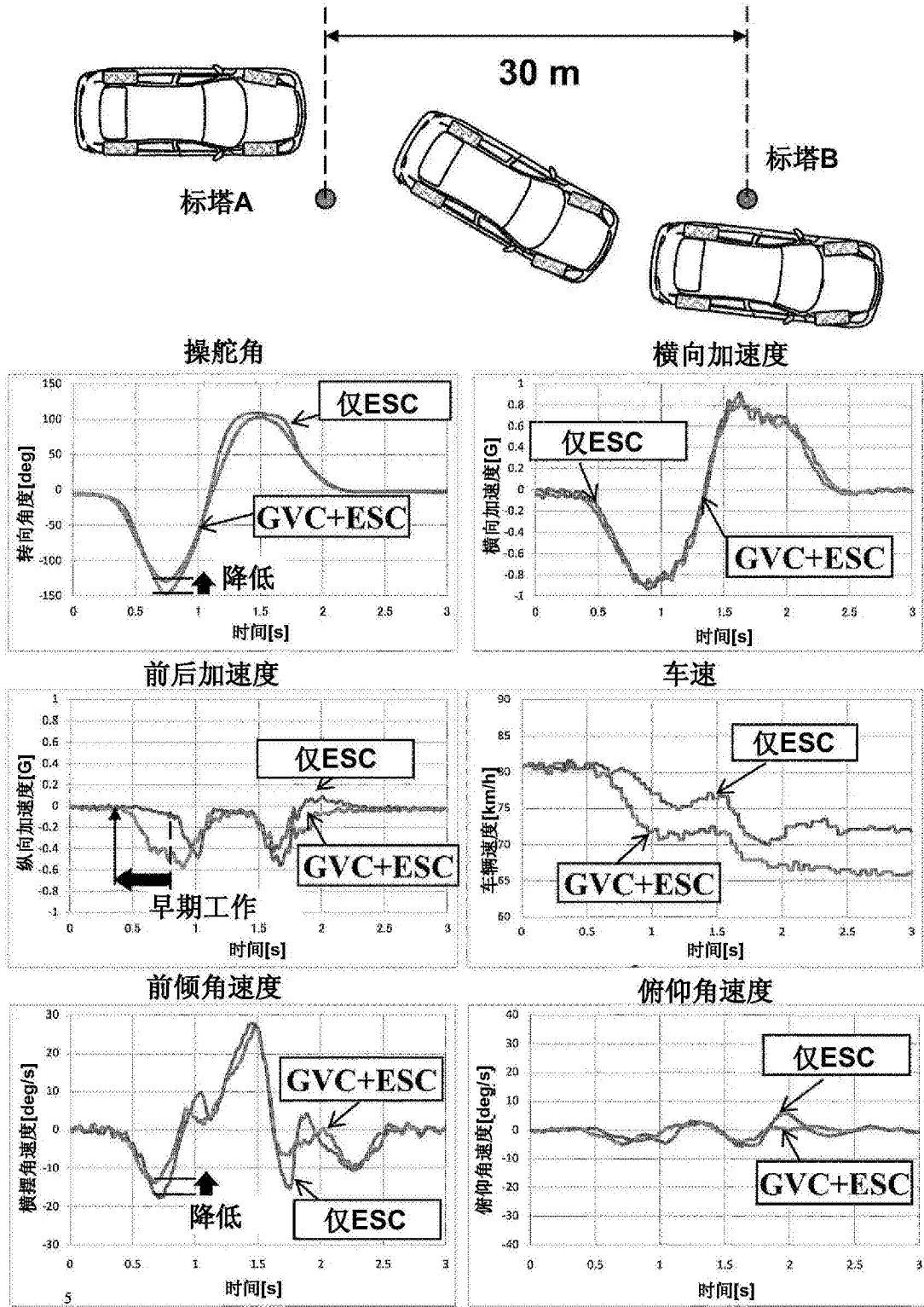


图6

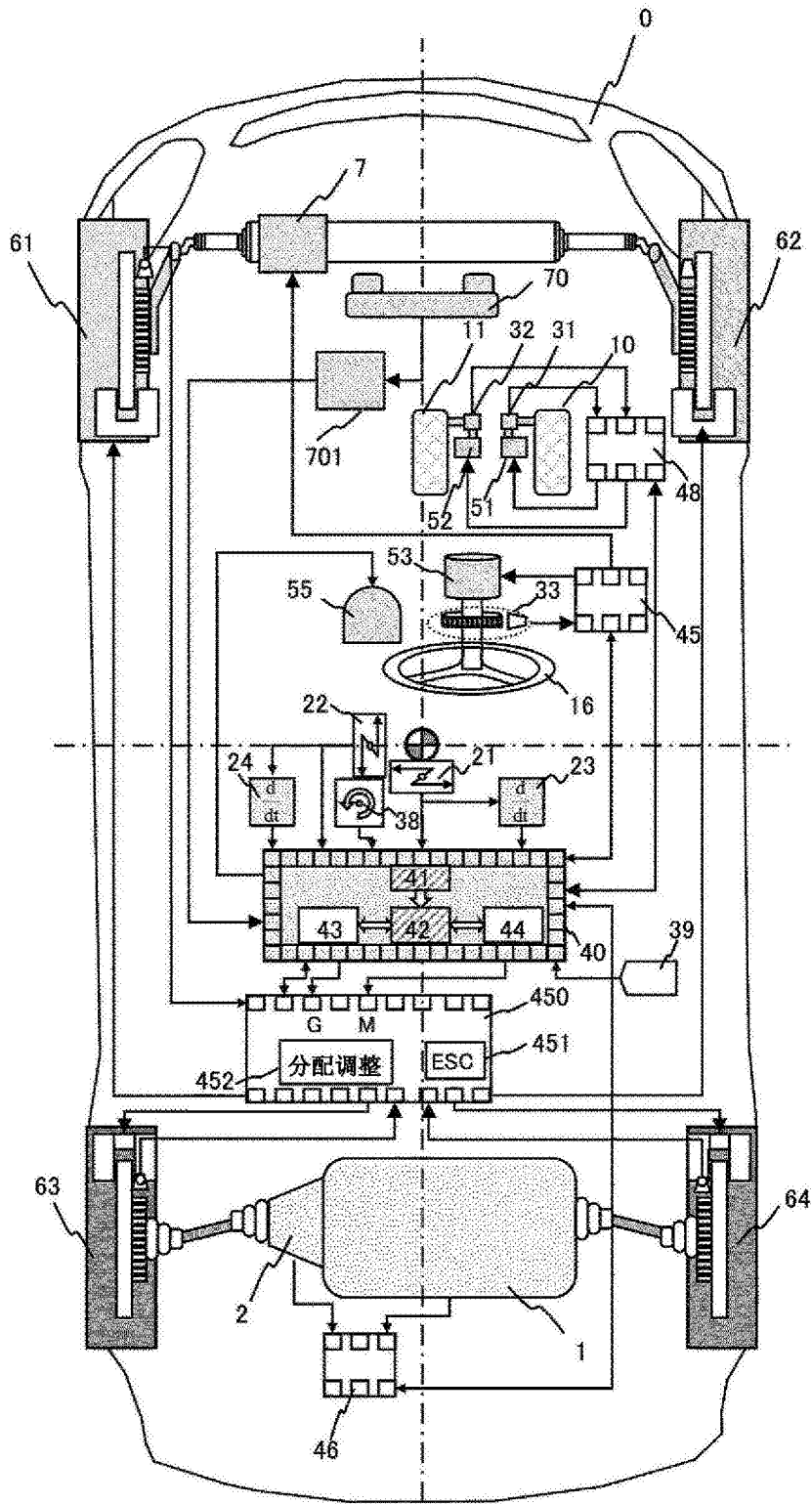


图7

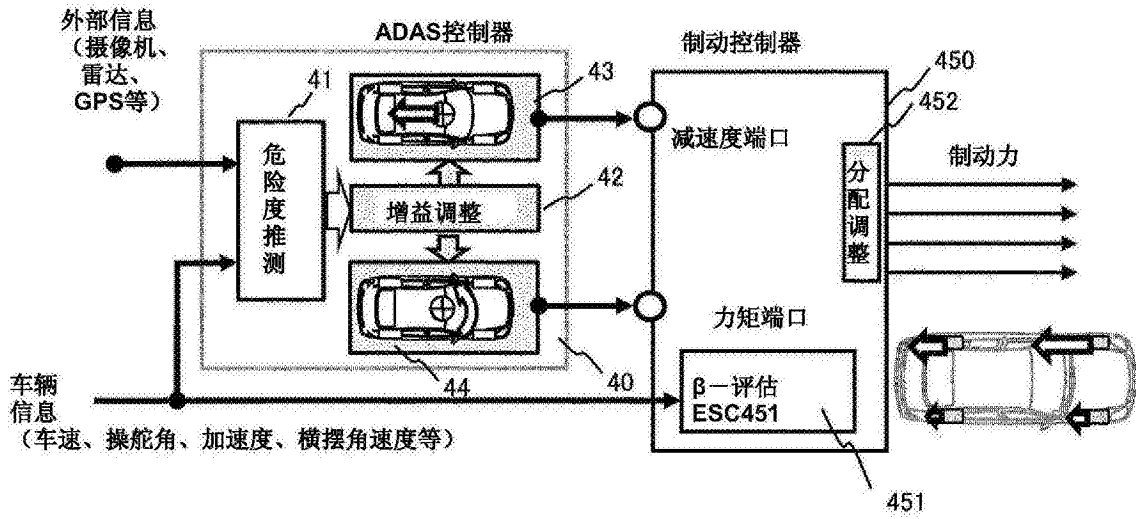


图8

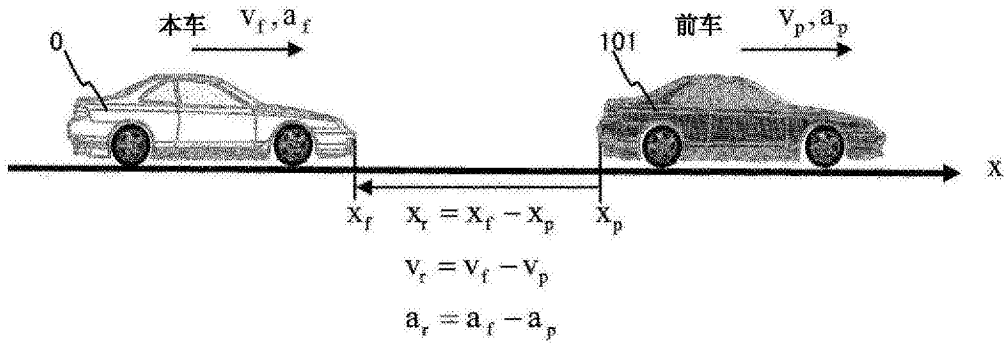


图9

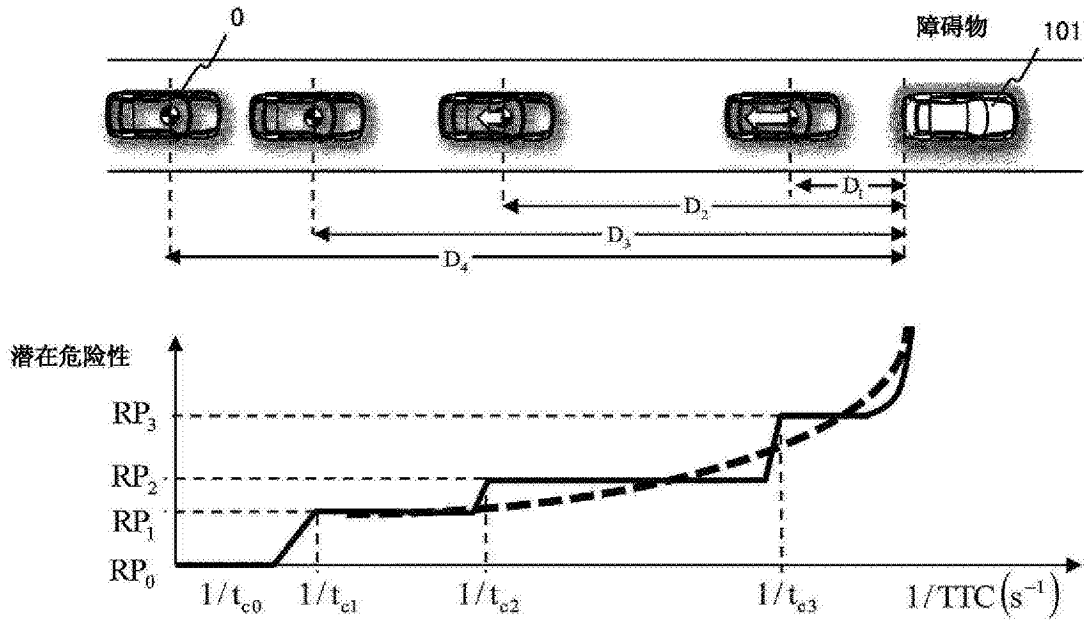


图10

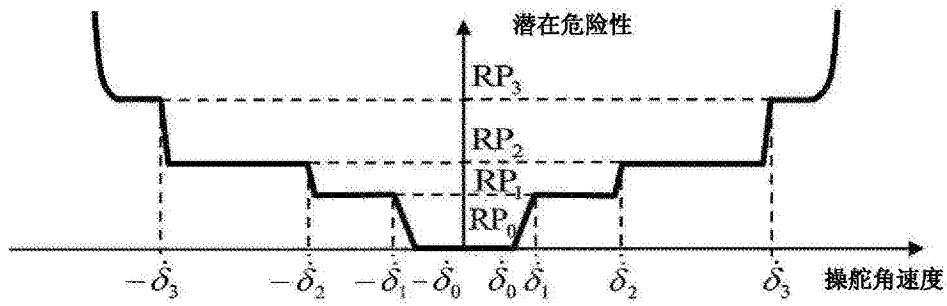


图11

	危险度
RP0	无危险
RP1	有相撞的可能性
RP2	相撞的可能性高
RP3	相撞的可能性非常高

图12


	自动制动的强度	横向运动相关增益的大小	多功能信息显示器的显示	蜂鸣器	振动（转向反作用力、踏板反作用力等）
RP0 无危险	无制动控制	$C_{xy}=0.25$ (或0)	无显示	无蜂鸣器	无振动
RP1 车距警报	无制动控制	$C_{xy}=0.40$		滴滴.....	振动弱
RP2 一次制动及警报	弱	$C_{xy}=0.60$		滴滴.....	振动中的弱
RP3 二次制动及警报	强	$C_{xy}=0.80$		滴滴.....	振动中的强

图13

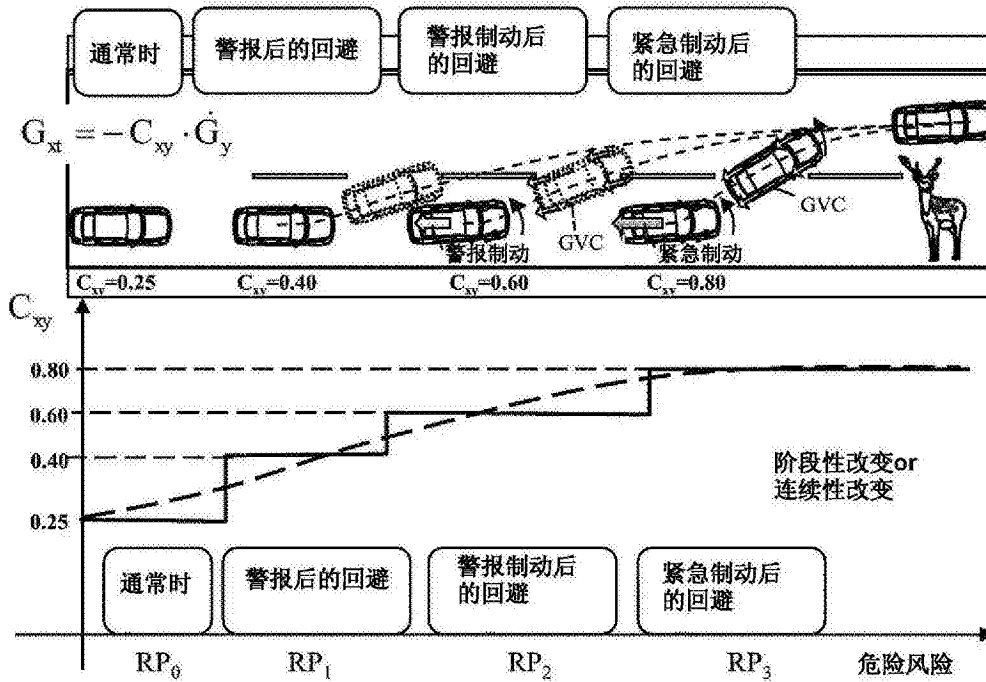


图14

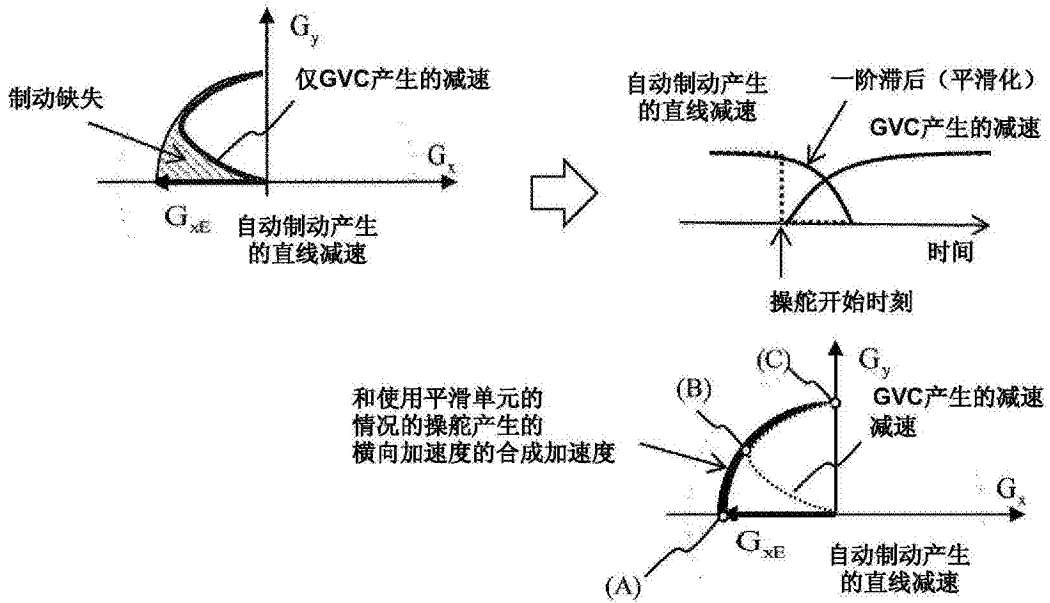


图15

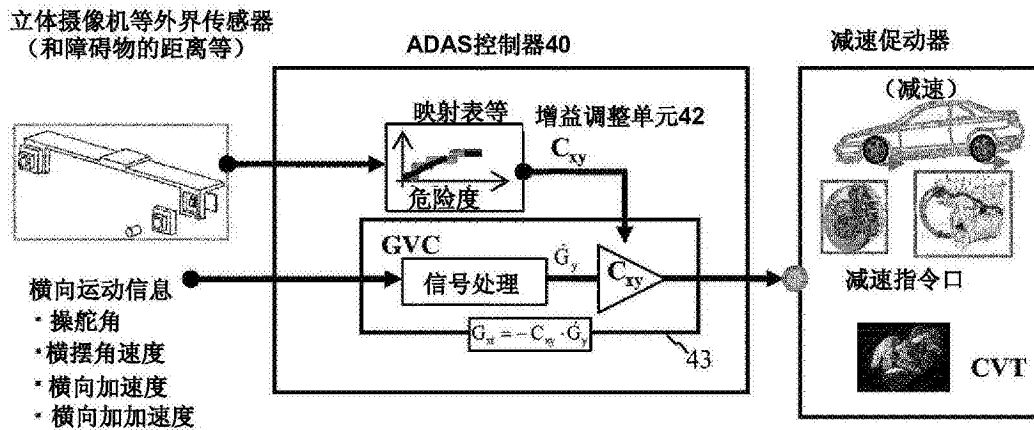


图16

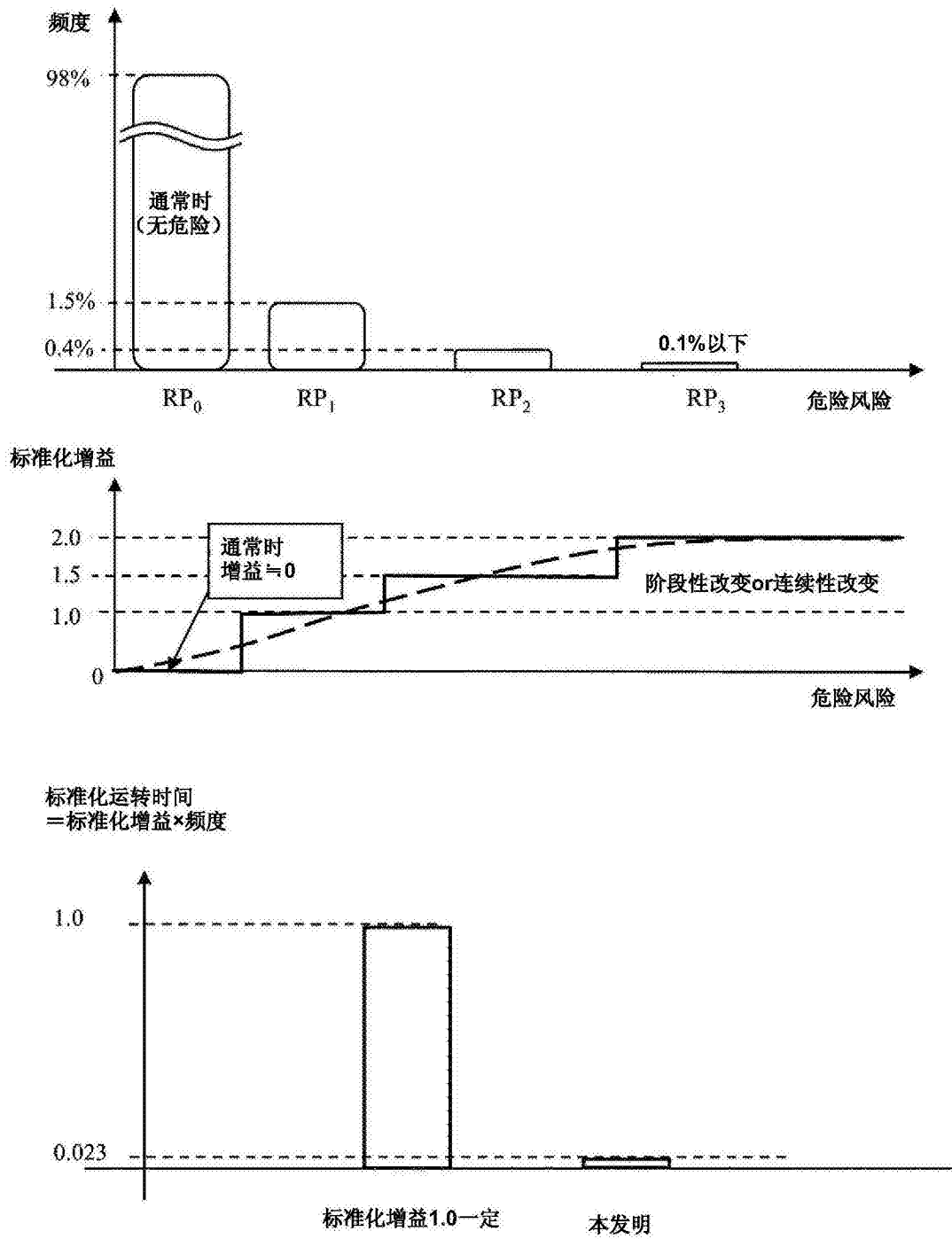


图17