



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105517867 A

(43) 申请公布日 2016. 04. 20

(21) 申请号 201480048667. 7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2014. 08. 27

B60W 10/06(2006. 01)

(30) 优先权数据

B60W 10/18(2012. 01)

2013-185685 2013. 09. 06 JP

B60W 30/16(2012. 01)

B60W 40/10(2012. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2016. 03. 03

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2014/073114 2014. 08. 27

(87) PCT国际申请的公布数据

W02015/033943 EN 2015. 03. 12

(71) 申请人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县丰田市

(72) 发明人 山田浩史 名波刚

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限

公司 11227

代理人 杜诚 李春晖

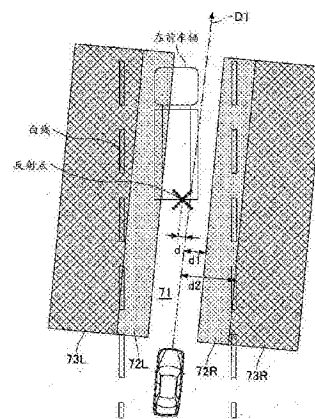
权利要求书1页 说明书12页 附图6页

(54) 发明名称

基于在前车辆的横向位置和速度的自适应车辆行驶控制设备

(57) 摘要

一种车辆行驶控制设备包括：传感器，其获得表示在前车辆的车辆速度的在前车辆速度信息，以及表示在前车辆相对于本车辆的行驶方向的横向位置和横向速度中的至少一个的在前车辆信息；以及控制器，在本车辆跟随在前车辆的跟随模式期间，该控制器基于在前车辆速度信息确定关于本车辆的加速度/减速度的目标值，使得本车辆跟随在前车辆，以及控制本车辆的加速度/减速度，使得实现该目标值，其中，在跟随模式期间，控制器基于在前车辆信息校正关于本车辆的加速度/减速度的目标值。



1. 一种车辆行驶控制设备,包括:

传感器,其获得表示在前车辆的车辆速度的在前车辆速度信息,以及表示所述在前车辆相对于本车辆的行驶方向的横向位置和横向速度中的至少一个的在前车辆信息;以及

控制器,在所述本车辆跟随所述在前车辆的跟随模式期间,所述控制器基于所述在前车辆速度信息确定关于所述本车辆的加速度/减速度的目标值,使得所述本车辆跟随所述在前车辆,以及控制所述本车辆的加速度/减速度,使得实现所述目标值,其中

在所述跟随模式期间,所述控制器基于所述在前车辆信息校正关于所述本车辆的加速度/减速度的所述目标值。

2. 根据权利要求1所述的车辆行驶控制设备,其中,在所述跟随模式期间,所述控制器在检测到预定加速器操作时抑制所述加速度/减速度的控制,以及取消对所述加速度/减速度的控制的抑制,以及

在紧接于取消对所述加速度/减速度的控制的抑制之后的状态下,所述控制器基于所述在前车辆信息校正关于所述本车辆的加速度/减速度的所述目标值。

3. 根据权利要求1或2所述的车辆行驶控制设备,其中,所述控制器校正所述目标值,使得随着所述在前车辆的横向位置或横向速度变大,所述本车辆的减速度的量值变小。

4. 根据权利要求1至3中的任一权利要求所述的车辆行驶控制设备,其中,当所述在前车辆的横向位置或横向速度从其增加状态开始降低时,所述控制器将所述目标值的校正量的改变限制一个预定时间段。

5. 根据权利要求4所述的车辆行驶控制设备,其中,通过将所述减速度的目标值乘以校正增益来计算关于所述本车辆的加速度/减速度的所述目标值,其中所述减速度的所述目标值是基于所述在前车辆速度信息计算的,以及设置所述校正增益,使得随着所述在前车辆的横向位置或横向速度变大,所述校正增益变小,以及

当所述在前车辆的横向位置或横向速度从其增加状态开始降低时,所述控制器使所述校正增益相对于所述在前车辆的横向位置或横向速度从其增加状态开始降低之前的校正增益在所述预定时间段内保持不变。

6. 根据权利要求5所述的车辆行驶控制设备,其中,当所述在前车辆的横向位置或横向速度增加时,所述控制器改变所述校正增益。

7. 根据权利要求1所述的车辆行驶控制设备,其中,所述控制器基于驾驶员对方向指示灯的操作状态来改变校正所述目标值的方式。

8. 根据权利要求7所述的车辆行驶控制设备,其中,通过将所述减速度的目标值乘以校正增益来计算关于所述本车辆的加速度/减速度的所述目标值,其中所述减速度的所述目标值是基于所述在前车辆速度信息计算的,以及

计算所述校正增益,使得在第一情况下的校正增益小于在第二情况下的校正增益,其中在所述第一情况下,在与所述在前车辆的横向位置或横向速度增加的方向相对应的方向上操作所述方向指示灯,在所述第二情况下,在与所述在前车辆的横向位置或横向速度降低的方向相对应的方向上操作所述方向指示灯。

基于在前车辆的横向位置和速度的自适应车辆行驶控制设备

技术领域

[0001] 本公开内容涉及车辆行驶控制设备。

背景技术

[0002] 已知这样的车辆行驶控制设备,在该车辆行驶控制设备中,即使在基于相对于在前车辆的关系的车辆速度控制内容是减速控制时,在紧接于模式从基于驾驶员的操作控制加速/减速的普通行驶模式变成自主行驶模式之后的预定时间段内不操作特定制动设备(例如,参见专利文献1)。此外,根据该车辆行驶控制设备,如果相对于在前车辆的车间距离变成短于预定距离,则即使在预定时间段内也操作特定制动设备。

[0003] [专利文献1]日本特许公开专利公开第2001-18680号。

[0004] 本发明的公开内容

[0005] 本发明要解决的问题

[0006] 根据专利文献1,确定了在紧接于模式从普通行驶模式变成自主行驶模式之后,是否有必要基于相对于在前车辆的车间距离操作制动设备。然而,根据仅考虑到车间距离的这样的配置,其中车间距离是在前后方向上相对于在前车辆的位置关系,可能会存在这样的情形:在最好操作制动设备时没有操作制动设备;在不适合操作制动设备时操作制动设备等。这样的情形不仅可以在紧接于模式从普通行驶模式变成自主行驶模式之后发生,而且也可以在自主行驶模式期间发生。

[0007] 因此,本公开内容的目的是提供一种车辆行驶控制设备,其能够考虑到本车辆与在前车辆之间的横向关系来实现本车辆的减速。

[0008] 解决问题的方法

[0009] 根据本公开内容的一方面,提供了一种车辆行驶控制设备,该设备包括:

[0010] 传感器,其获得表示在前车辆的车辆速度的在前车辆速度信息,以及表示在前车辆相对于本车辆的行驶方向的横向位置和横向速度中的至少一个的在前车辆信息;以及

[0011] 控制器,在本车辆跟随在前车辆的跟随模式期间,控制器基于在前车辆速度信息确定关于本车辆的加速度/减速度的目标值,使得本车辆跟随在前车辆,以及控制本车辆的加速度/减速度,使得实现该目标值,其中

[0012] 在跟随模式期间,控制器基于在前车辆信息校正关于本车辆的加速度/减速度的目标值。

[0013] 本发明的优势

[0014] 根据本公开内容的一方面,能够得到一种车辆行驶控制设备,该车辆行驶控制设备能够考虑本车辆与在前车辆之间的横向关系来实现本车辆的减速。

附图说明

[0015] 图1是用于示意性地图示出根据一个实施例的车辆行驶控制设备100的配置的图。

[0016] 图2是用于图示出与根据车辆控制ECU 10的在前车辆的识别状态相应的模式转变

方式的示例的图。

[0017] 图3是由车辆控制ECU 10执行的要求减速度校正处理的流程图的示例。

[0018] 图4是用于示意性地图示出用于计算在前车辆离开概率的区域的示例的平面视图。

[0019] 图5是用于示意性地图示出区域与在前车辆离开概率之间的关系关系的示例的图。

[0020] 图6是用于图示出从前置雷达传感器16获得的在前车辆的横向位置的实际数据的示例的图。

[0021] 图7是由车辆控制ECU 10执行的在前车辆离开概率计算处理的流程图的示例。

[0022] 图8是用于图示出计算在前车辆离开概率瞬时值的方式的示例的图。

[0023] 图9是由车辆控制ECU 10执行的要求减速度校正处理的流程图的另一示例。

[0024] 附图标记的描述

[0025] 10 车辆控制ECU

[0026] 16 前置雷达传感器

[0027] 100 车辆行驶控制设备

具体实施方式

[0028] 在下文中,参考附图来详细地描述实施例。

[0029] 图1是用于示意性地图示出根据一个实施例的车辆行驶控制设备100的配置的图。车辆行驶控制设备100包括车辆控制ECU(电子控制单元)10。车辆控制ECU 10可以由包括CPU的处理器组成。可以通过任意硬件、任意软件、任意固件或其任意组合实现车辆控制ECU 10的功能(包括下文描述的功能)。例如,可以通过ASIC(专用集成电路)、FPGA(现场可编程门阵列)或DSP(数字信号处理器)实现车辆控制ECU 10的任意部分功能或全部功能。此外,可以通过多个处理器实现车辆控制ECU 10。

[0030] 车辆控制ECU 10被连接至前置雷达传感器16。前置雷达传感器16将电磁波(例如,毫米波)、光波(例如,激光)或超声波用作检测波来检测在本车辆前面的在前车辆的状态(在前车辆信息)。前置雷达传感器16以预定周期检测例如表示在前车辆与本车辆之间的关系的信息,诸如相对速度、相对距离以及相对于本车辆的方向(横向位置)。注意到,如果前置雷达传感器16是毫米波雷达传感器,则毫米波雷达传感器例如可以具有电子控制的扫描类型。在这种情况下,使用电磁波的多普勒频率(频移)来检测在前车辆的相对速度,使用反射波的延迟时间来检测在前车辆的相对距离,以及基于多个接收天线之间的接收波的位移差(shift difference)来检测在前车辆的方向。以预定周期将这样获得的在前车辆信息传送至车辆控制ECU 10。注意到,可以通过车辆控制ECU 10实现前置雷达传感器16的任何功能(例如,计算在前车辆的位置的功能)。

[0031] 除了前置雷达传感器16以外或者替代前置雷达传感器16,可以使用图像传感器。图像传感器包括摄像机和图像处理器,以识别在前车辆的状态,其中摄像机包括诸如CCD(电荷耦合器件)、CMOS(互补金属氧化物半导体)等的成像元件。图像传感器的摄像机可以是立体型的。图像传感器基于图像识别结果,以预定周期检测例如表示在前车辆与本车辆之间的关系的信息,诸如在前车辆相对于本车辆的相对速度、位置信息。在前车辆的位置信息包括关于在前车辆在本车辆的前后方向上的位置(距离)的信息,以及关于在前车辆在横

向方向(宽度方向)上的横向位置的信息。可以基于在横向方向上关于在前车辆的像素群的中心位置计算在前车辆的横向位置。可替代地,可以计算出在前车辆的横向位置作为左端横向位置与右端横向位置之间的范围。可以以预定周期将通过图像传感器如此获得的在前车辆信息传送至车辆控制ECU 10。注意到,可以通过车辆控制ECU 10实现图像处理器的图像处理功能(例如,计算在前车辆的位置的功能)。

[0032] 车辆控制ECU 10经由适当总线,诸如控制器系统CAN(控制器局域网)等被连接至控制本车辆的加速度/减速度的ECU,即发动机控制ECU 20和制动控制ECU 22。注意到,在混合动力车辆和电动车辆的情况下,车辆控制ECU 10可以被连接至控制电动机(即,逆变器)的ECU。此外,如果由除了发动机控制ECU 20以外的ECU(传动装置ECU)控制传动装置,则传动装置ECU可以被连接至车辆控制ECU 10。

[0033] 在由用户操作的自动驾驶开关(未示出)的ON(开启)状态期间,车辆控制ECU 10基于来自前置雷达传感器16的在前车辆信息,确定用于自动驾驶的本车辆要求加速度/减速度(在下文中,称为“要求加速度/减速度”)G。此时,车辆控制ECU 10可以基于来自前置雷达传感器16的在前车辆信息计算要求加速度/减速度G。注意到,计算要求加速度/减速度G的方式是任意的。例如,可以使用用于ACC(自适应巡航控制)等的计算方式。例如,可以确定要求加速度/减速度G,使得在前车辆与本车辆之间的车间距离变成预定目标车间距离,或者使得在前车辆与本车辆之间的车间时间(=车间距离/车辆速度)变成预定目标车间时间。在后一种情况下,可以基于车辆速度(本车辆的车辆速度)来设置目标车间时间。此外,目标车间时间可以在由用户设置的预定范围内变化。此外,如果能够经由与在前车辆的车间通信获得在前车辆的要求加速度/减速度,则可以考虑在前车辆的要求加速度/减速度来计算要求加速度/减速度G。注意到,在下文中,当要求加速度/减速度G的值为正时,其表示“加速度”,而当要求加速度/减速度G的值为负时,其表示“减速度”。此外,正要求加速度/减速度G也称为“要求加速度G”。负要求加速度/减速度G也称为“要求减速度G”。

[0034] 车辆控制ECU 10将基于如上所述那样确定的要求加速度/减速度G的控制目标值输出至发动机控制ECU 20和制动控制ECU 22。例如,车辆控制ECU 10将基于要求加速度/减速度G的目标驱动力输出至发动机控制ECU 20,或者将基于要求加速度/减速度G的目标制动力输出至制动控制ECU 22。发动机控制ECU 20和制动控制ECU 22控制发动机和制动设备,使得实现这样的控制目标值。例如,发动机控制ECU 20控制发动机的燃料喷射量和/或节气门位置,使得实现目标驱动力,并且制动器ECU 22控制制动执行器(未示出),使得实现目标制动力。注意到,在混合动力车辆的情况下,除了发动机的输出以外或者替代发动机的输出,可以控制电动机的输出。此外,在电动车辆的情况下,可以控制电动机的输出而不是发动机的输出。

[0035] 如有必要,可以向车辆控制ECU 10提供各种信息,诸如加速器踏板信息、车辆速度信息、方向指示灯(闪光灯)信息(即,表示转向灯的状态的信息)。

[0036] 车辆控制ECU 10在自动驾驶开关的ON状态期间基于加速器踏板信息来执行加速器超驰(override)确定。具体地,车辆控制ECU 10根据驾驶员对加速器踏板的操作量计算要求加速度(称为“驱动要求加速度”)。当驱动要求加速度超过用于自动驾驶的要求加速度/减速度G时,车辆控制ECU 10可以将加速器超驰标记设置成其ON状态。当驱动要求加速度小于用于自动驾驶的要求加速度/减速度G时,车辆控制ECU 10可以将加速器超驰标记设

置成其OFF(关闭)状态。可替代地,例如,当检测到驾驶员对加速器踏板的操作时,可以将加速器超弛标记设置成其ON状态,并且当取消对加速器踏板的操作时,可以将加速器超弛标记设置成其OFF状态。当加速器超弛标记被设置成其ON状态时,车辆控制ECU 10将基于驱动要求加速度的控制目标值输出至发动机控制ECU 20和制动控制ECU 22。

[0037] 图2是用于图示出与根据车辆控制ECU 10的在前车辆的识别状态相应的模式转换方式的示例的图。

[0038] 车辆控制ECU 10可以根据在前车辆的状态在捕捉模式或跟随模式下进行操作。

[0039] 捕捉模式对应于没有捕捉到本车辆要跟随的在前车辆的状态。在捕捉模式下,车辆控制ECU 10执行用于识别在前车辆的识别。通常,在紧接于用户操作自动驾驶开关接通之后初始地形成捕捉模式。此外,在发生在前车辆移动至相邻车道等的这样的离开事件的这种预定情况下形成捕捉模式。注意到,在捕捉模式下,车辆控制ECU 10可以控制本车辆的加速度/减速度,使得车辆速度以预定车辆速度被保持(由驾驶员设置的设置车辆速度,从跟随模式转换时的车辆速度等)。

[0040] 跟随模式对应于捕捉到本车辆要跟随的在前车辆的状态。在跟随模式下,车辆控制ECU 10控制本车辆的加速度/减速度,使得本车辆跟随在前车辆。

[0041] 图3是由车辆控制ECU 10执行的要求减速度校正处理的流程图的示例。在跟随模式下的操作以及自动驾驶开关的ON状态期间,可以以每个预定周期反复执行图3中图示的处理例程。

[0042] 在步骤S300中,车辆控制ECU 10确定当前控制状态是否为紧接于超弛事件之后的状态。紧接于超弛事件之后的状态可以对应于在加速器超弛标记从ON状态变成OFF状态之后的预定时间段内的状态。可以以任意方式设置预定时间段。如果当前控制状态是紧接于超弛事件之后的状态,则处理例程进行至步骤S302。另一方面,如果当前控制状态是紧接于超弛事件之后的状态以外的状态(自加速器超弛标记从ON状态变成OFF状态以来已经经过预定时间段之后),则处理例程按原样结束。在这种情况下,用于自动驾驶的要求加速度/减速度G没有进行下文中描述的根据在前车辆的横向位置等的校正。

[0043] 在步骤S302中,车辆控制ECU 10基于在前车辆的横向位置和横向速度计算在前车辆离开概率。在前车辆离开概率表示在前车辆脱离该在前车辆是(通过自动驾驶)要跟随的目标的状态的概率。例如,在前车辆离开概率表示在前车辆的横向位置在预定横向位置范围之外的概率。如果在在前车辆离开概率变得不合适或者难以(或不可以)继续用于跟随在前车辆的自动驾驶,诸如在被跟随的在前车辆已经将其行驶车道变成相邻车道的情况下等,则在在前车辆离开概率增加。如果在在前车辆离开概率超过预定概率的状态持续了预定时间段,则在在前车辆不再是要跟随的目标,并且可以形成捕捉模式,以捕捉要跟随的新目标。

[0044] 只要在前车辆离开概率是基于在前车辆的横向位置和横向速度的,计算在前车辆离开概率的方式就可以是任意的。此外,可以基于在前车辆的横向位置和横向速度中的任何一个来计算在前车辆离开概率。在前车辆的横向位置和横向速度可以基于来自前置雷达传感器16的在前车辆信息。注意到,在前车辆的横向位置对应于相对于本车辆的行驶方向(前后方向)的横向方向上的位置(距离)。在前车辆的横向速度表示在时序上在前车辆的横向位置的变化率,并且可以基于在前车辆的横向位置的历史来计算在前车辆的横向速度。可以在前置雷达传感器16或者车辆控制ECU 10中计算在前车辆的横向速度。

[0045] 通常,可以计算在前车辆离开概率,使得随着在前车辆的横向位置或横向速度变得更大,在前车辆离开概率变得更高。这是因为例如随着相对于本车辆的行驶方向的横向偏移(即横向位置)越大,在前车辆的行驶车道将(或者已经变成)与本车辆的行驶车道不同的概率会由于在前车辆或本车辆的车道变化(超车时的车道变化)而变得越高。此外,这是因为,随着横向速度(在横向位置增加的方向上)越高,横向位置的变化不是暂时的并且从而在前车辆的行驶车道将(或者已经变成)与本车辆的行驶车道不同的概率变得越高。

[0046] 在步骤S304中,车辆控制ECU 10根据在步骤S302中计算的在前车辆离开概率来确定校正增益Kd。可以设置校正增益Kd,使得随着在前车辆离开概率变得越高,校正增益Kd变得越小(更接近0)。例如,可以将校正增益Kd设置在从0到1的范围内,使得随着在前车辆离开概率变得越高,校正增益Kd变得越小,例如,使得当在前车辆离开概率最小时,校正增益Kd被设置为0或者稍大于0的值,而当身份索引值最大时,校正增益Kd被设置为1。注意到,校正增益Kd与在前车辆离开概率之间的关系可以不是线性的,从而可以是非线性的。

[0047] 在步骤S306中,车辆控制ECU 10用在步骤S304中计算的校正增益Kd来校正要求减速度G。例如,可以如下校正要求减速度G。

[0048] 要求减速度 $G = (\text{校正前})\text{要求减速度}G \times Kd$

[0049] 注意到,如上所述,计算(校正前)要求减速度G的方式是任意的。例如,可以使用用于ACC等的计算方式。

[0050] 根据图3中图示的处理,在紧接于加速器超弛事件之后的状态下根据在前车辆离开概率来校正要求减速度G。通过该布置,如果在在前车辆离开概率高,则限制要求减速度G(校正要求减速度G,使得要求减速度G的量值变得更小),这使得能够实现适合于希望加速的驾驶员的意图的加速度。因而,在驾驶员有意地加速本车辆而引起加速器超弛事件以超过涉及车道变化的在前车辆的情形下,例如,如果要超过的在前车辆仍然是在加速器超弛事件之后要跟随的目标(例如,如果在要超过的在前车辆变成不再是要跟随的目标之前释放加速器踏板),则能够防止由于在前车辆引起的减速。另一方面,如果在在前车辆离开概率低,则抑制对要求减速度G的限制,这使得能够实现根据相对于在前车辆的车间时间/距离的适当的减速。通过该布置,即使在下述情形下也能够根据相对于在前车辆的车间时间/距离实现适当的减速:其中,例如,尽管在前车辆存在于本车辆的正前方(即,横向位置几乎等于0),本车辆仍变得更接近于在前车辆并且从而驾驶员释放加速器踏板,在加速器超弛状态期间相邻车辆的突然中断导致驾驶员释放加速器踏板(要跟随的在前车辆由于相邻车辆的突然中断而改变)等。

[0051] 注意到,在紧接于超弛事件之后的状态下执行图3中图示的处理例程;然而,即使在除了紧接于超弛事件之后的状态以外的状态下也可以执行步骤S302至步骤S306的处理。换言之,可以省略步骤S300的确定处理。这是因为甚至在在前车辆的减速而不是诸如导致加速器超弛事件的驾驶员的加速器踏板操作的情况下,也可以形成与紧接于超弛事件之后的状态相同的状态。具体地,例如,当要跟随的在前车辆减速时,存在以下情况:本车辆的驾驶员在没有加速器超弛事件的情况下,通过对方向盘的操作来改变驾驶车道,以超过(躲避)正在减速的在前车辆。此外,在这种情况下,通过根据在前车辆离开概率校正要求减速度G,能够防止由于完成车道变化之后的在前车辆引起的减速等。

[0052] 注意到,如上所述,在跟随模式下的操作期间执行图3中图示的处理例程,并且当

在前车辆变成不再是要跟随的目标时结束。当在前车辆变成不再是要跟随的目标时,只要新的在前车辆不作为要跟随的在前车辆而存在,此时的(校正前)要求减速度 G 为0。例如,当在前车辆离开概率大于或等于预定值的状态持续预定时间段的情况下,可以满足当在前车辆变成不再是要跟随的目标时要满足的条件。在这种情况下,预定值可以对应于下文中描述的“高”水平。预定时间对应于确定在前车辆的离开事件以高准确度发生所需的时间段,并且可以根据前置雷达传感器16的准确度等来修改(adapt)该预定时间。此外,可以根据此时的在前车辆离开概率来改变预定时间。

[0053] 图4和图5是用于说明计算在前车辆离开概率的示例的图。图4是用于示意性地图示出用于计算在前车辆离开概率的区域的示例的平面视图。在图4图示的示例中,图示出要跟随的在前车辆(大型车辆)在与本车辆相同的车道中行驶的状态。本车辆的行驶方向 $D1$ 稍微在右方向上倾斜(例如,在本车辆沿右方向开始车道变化的状态下),这导致在前车辆的横向位置 d (即与行驶方向 $D1$ 垂直的距离)大于0,而与在前车辆和本车辆行驶在车道中心的事实无关。注意到,在图4中,用标记“X”表示在前车辆的横向位置 d (由前置雷达传感器16检测的反射点)。

[0054] 在图4图示的示例中,图示出了在左方向和右方向上小于第一预定值 $d1$ 的横向位置所限定的第一区域71,大于或等于第一预定值 $d1$ 且小于第二预定值 $d2$ 的横向位置所限定的第二区域72L和72R,以及大于或等于第二预定值 $d2$ 的横向位置所限定的第三区域73L和73R。第一预定值 $d1$ 相当于本车辆的宽度的大约一半,并且可以稍大于本车辆的宽度的一半。第二预定值 $d2$ 可以相当于车道的宽度(平均宽度)的大约一半。

[0055] 注意到,在图4图示的示例中,图示出了各个区域(第一区域71、第二区域72L和72R、以及第三区域73L和73R),使得它们具有沿本车辆的行驶方向的长度;然而,在下文描述的计算在前车辆离开概率时可以考虑或者可以不考虑区域的长度(即相对于在前车辆的车间距离)。

[0056] 图5是用于图示出区域(第一区域71、第二区域72L和72R、以及第三区域73L和73R)与在前车辆离开概率之间的关系的示例的图。

[0057] 在图5图示的示例中,当在前车辆的横向位置在第一区域71内时,与离开方向(即,横向位置增加的方向)上的横向速度无关地,把在前车辆离开概率计算为“0%”。当在前车辆的横向位置在第二区域72L或72R内时,如果离开方向上的横向速度相对高,则把在前车辆离开概率计算为“中等”水平,然而,如果离开方向上的横向速度相对低,则把在前车辆离开概率计算为“低”水平。此外,当在前车辆的横向位置在第三区域73L或73R内时,如果离开方向上的横向速度相对高,则把在前车辆离开概率计算为“高”水平,然而,如果离开方向上的横向速度相对低,则把在前车辆离开概率计算为“中等”水平。

[0058] 注意到,可以使用任意阈值确定离开方向上的横向速度是相对高还是相对低。例如,阈值可以是在具有平均车道宽度(例如3.5米)的车道进行车道改变所需的时间的可能范围的下限,或者可以是稍大于该下限的值(例如,中间值),并且可以通过试验等修改该阈值。

[0059] 根据图4和图5中图示的示例,通过将横向范围分为在左方向和右方向的相对侧上的三个区域,能够通过多个步骤来评估在前车辆离开概率。因而,通过三个步骤或更多步骤,根据在前车辆离开概率改变对于减速的抑制水平变得可能。此外,通过考虑到离开方向

上的横向速度,能够以高准确度计算在前车辆离开概率。

[0060] 注意到,在图5图示的示例中,作为优选实施例,考虑到横向位置和横向速度来计算在前车辆离开概率;然而,如上所述,可以考虑到横向位置和横向速度中的仅一个来计算在前车辆离开概率。例如,如果仅考虑到横向位置来计算在前车辆离开概率,则可以使用在离开方向上的横向速度相对高的情况下使用的、图5中的区域(第一区域71、第二区域72L和72R、以及第三区域73L和73R)与在前车辆离开概率之间的关系,或者可以使用在离开方向上的横向速度相对低的情况下使用的、图5中的区域与在前车辆离开概率之间的关系。此外,如果仅考虑到横向速度来计算在前车辆离开概率,则可以使用图5中的针对第二区域72L和72R(或者第三区域73L和73R)的横向速度与在前车辆离开概率之间的关系。

[0061] 图6是用于图示出从前置雷达传感器16获得的在前车辆的横向位置的实际数据的示例的图。

[0062] 在图6中,当在前车辆在本车辆行驶在车道中央的情形下改变其行驶车道时,图示出时序上在前车辆的横向位置。在图6中,曲线90表示时序上在前车辆的实际横向位置,以及曲线91表示从前置雷达传感器16获得的时序上在前车辆的横向位置。

[0063] 如图6中所示,由于在前车辆的反射点在横向方向上的变化等,从前置雷达传感器16获得的在前车辆的横向位置可以以不稳定方式改变。例如,如由“X1”所表示的,应当增加(即从0开始逐渐增加)的横向位置可能会开始(朝向0)降低。这意味着可能存在下述情况:例如,当在前车辆的横向位置增加到进入第三区域73L之后,即使在前车辆的实际横向位置仍然在第三区域73L中,在前车辆的横向位置也在第二区域72L中。在这种情况下,如果已经增加的在前车辆离开概率相应地降低,则这会导致减速度的增加,并且从而导致违背驾驶员的意图的行为(即驾驶员感觉到有问题)。

[0064] 为此,为了考虑到前置雷达传感器16的这样的倾向(事实),如果在前车辆的横向位置从其增加状态开始降低,则在前车辆离开概率(从而校正增益)可以在预定时间段 $\Delta T1$ 内保持不变。预定时间段 $\Delta T1$ 可以对应于出现图6中由“X1”表示的这样的不稳定输出的时间长度,并且可以通过试验等修改该预定时间段 $\Delta T1$ 。通过该布置,能够降低由于前置雷达传感器16的不稳定特性而引起的减速度的不希望增加,这能够降低驾驶员感觉到有问题的可能性。

[0065] 图7是由车辆控制ECU 10执行的要求减速度校正处理的流程图的示例。图7中图示的处理可以用作图3中图示的步骤302的在前车辆离开概率计算处理。

[0066] 在步骤S702中,车辆控制ECU 10基于在前车辆的横向位置和横向速度来计算在前车辆离开概率的瞬时值(称为“在前车辆离开概率瞬时值”)。在前车辆离开概率瞬时值表示基于在前车辆的当前横向位置和当前横向速度所计算的在前车辆离开概率的值,从而该在前车辆离开概率瞬时值不一定对应于用于控制(在下文中描述)的在前车辆离开概率。只要在前车辆离开概率瞬时值基于在前车辆的横向位置和/或横向速度,则计算在前车辆离开概率瞬时值的方式可以是任意的。计算在前车辆离开概率瞬时值的方式可以与上述计算在前车辆离开概率的方式相同;然而,如在下文中描述的,可以考虑驾驶员的操作状态来计算在前车辆离开概率瞬时值。

[0067] 在步骤S704中,车辆控制ECU 10确定在当前处理周期的步骤S702计算的在前车辆离开概率瞬时值是否大于当前存储的在前车辆离开概率。注意到,在初始处理周期,在前车

辆离开概率可以为初始值(例如0)。如果在前车辆离开概率瞬时值大于当前存储的在前车辆离开概率,则处理进行至步骤S706,否则该处理进行至步骤S708。

[0068] 在步骤S706中,车辆控制ECU 10将在当前处理周期的步骤S702中计算的在前车辆离开概率瞬时值确定并存储(更新)为当前存储的在前车辆离开概率。在这种情况下,在下一处理周期,在当前处理周期的步骤S702中计算的在前车辆离开概率瞬时值变成当前存储的在前车辆离开概率,以与在下一处理周期计算的在前车辆离开概率瞬时值进行比较。

[0069] 在步骤S708中,车辆控制ECU 10确定在步骤S702中计算的在前车辆离开概率瞬时值小于或等于当前存储的在前车辆离开概率的状态是否持续预定时间段 $\Delta T1$ 。如果在步骤S702中计算的在前车辆离开概率瞬时值小于或等于当前存储的在前车辆离开概率的状态持续了预定时间段 $\Delta T1$,则处理例程进行至步骤S706。另一方面,如果该状态没有持续预定时间段 $\Delta T1$,则不改变当前存储的在前车辆离开概率,以返回至步骤S702。在这种情况下,在下一周期再次计算在前车辆离开概率瞬时值。

[0070] 根据图7中图示的处理,当在前车辆离开概率瞬时值增加时,立即更新当前存储的在前车辆离开概率,以变成在前车辆离开概率瞬时值。另一方面,当在前车辆离开概率瞬时值降低时,除非该降低状态持续预定时间段 $\Delta T1$,否则当前存储的在前车辆离开概率不变成在前车辆离开概率瞬时值。通过该布置,如参考图6所说明的,能够降低由于前置雷达传感器16的不稳定特性而引起的减速度的不希望增加,这能够降低驾驶员感觉到有问题的可能性。

[0071] 注意到,在图7图示的处理中,当在前车辆离开概率瞬时值为0%时,不管步骤S704中的确定结果如何,处理例程可以进行至步骤S706。此外,在步骤S704中,确定在前车辆离开概率瞬时值是否大于当前存储的在前车辆离开概率;然而,替代地,可以确定在当前处理周期计算的在前车辆离开概率瞬时值是否大于在先前的处理周期计算的在前车辆离开概率瞬时值。在这种情况下,在步骤S708中,可以确定在前车辆离开概率瞬时值增加的状态是否持续预定时间段 $\Delta T1$ 。

[0072] 图8是用于图示出计算在前车辆离开概率瞬时值的方式的示例的图。图8中图示的计算在前车辆离开概率瞬时值的方式可以被用在上文描述的图7中的步骤S702中。

[0073] 除了在前车辆的横向位置和横向速度以外,也可以基于驾驶员的操作状态确定在前车辆离开概率瞬时值。在图8图示的示例中,考虑了方向指示灯(方向指示灯操纵杆)的操作状态。注意到,通常在转向柱处设置方向指示灯,并且操作该方向指示灯以使左转向灯和右转向灯闪烁。

[0074] 在图8中,关于驾驶员的操作状态以及在前车辆(在离开方向上)的横向速度,图示了区域(第一区域71、第二区域72L和72R、以及第三区域73L和73R)与在前车辆离开概率瞬时值之间的关系。关于在前车辆离开概率瞬时值,“低”表示低水平,“中等”表示中等水平,“高”表示高水平,以及“0”表示0%。此外,在前车辆离开概率瞬时值“空(立即取消)”表示在前车辆离开概率瞬时值为0%以及在前车辆离开概率立即变成0%。因而,例如,在图7图示的处理中,当在前车辆离开概率瞬时值为“空(立即取消)”时,不管步骤S704中的确定结果如何,处理例程可以进行至步骤S706。注意到,在图8图示的示例中,当在前车辆的横向位置在第一区域71内时,在前车辆离开概率瞬时值始终为“空(立即取消)”。

[0075] 在图8图示的示例中,对于驾驶员的操作状态,“左方向指示灯=ON”表示执行了使

左转向灯闪烁的方向指示灯操作的状态。在这种情况下,第二区域72L和第三区域73L在与离开方向相反的左侧上,从而在前车辆离开概率瞬时值为“空(立即取消)”,而与离开方向上的横向速度无关。另一方面,第二区域72R和第三区域73R在与离开方向相对应的右侧上,从而当离开方向上的横向速度相对高时,针对第二区域72R和第三区域73R的在前车辆离开概率瞬时值分别为“中等”和“高”,并且当离开方向上的横向速度相对低时,针对第二区域72R和第三区域73R的在前车辆离开概率瞬时值分别为“低”和“中等”。

[0076] 类似地,对于驾驶员的操作状态,“右方向指示灯=ON”表示执行了使右转向灯闪烁的方向指示灯操作的状态。在这种情况下,第二区域72R和第三区域73R在与离开方向相反的右侧上,从而在前车辆离开概率瞬时值为“空(立即取消)”,而与离开方向上的横向速度无关。另一方面,第二区域72L和第三区域73L在与离开方向相对应的左侧上,从而当离开方向上的横向速度相对高时,针对第二区域72L和第三区域73L的在前车辆离开概率瞬时值分别为“中等”和“高”,并且当离开方向上的横向速度相对低时,针对第二区域72L和第三区域73L的在前车辆离开概率瞬时值分别为“低”和“中等”。

[0077] 此外,对于驾驶员的操作状态,“右方向指示灯=OFF”表示没有针对左方向和右方向执行方向指示灯操作的状态。在这种情况下,在紧接于超驰事件之后的状态下,可以使用与图5中图示的关系相同的关系。然而,在图8图示的示例中,当离开方向上的横向速度相对低时,针对第二区域72L和72R在前车辆离开概率瞬时值为“0”,而针对第三区域73L和73R在前车辆离开概率瞬时值为“低”。

[0078] 此外,对于驾驶员的操作状态,“除了前述各项以外”表示没有针对左方向和右方向执行方向指示灯操作并且当前状态不对应于紧接于超驰事件之后的状态的情形。在这种情况下,当离开方向上的横向速度相对高时,针对第二区域72L和72R在前车辆离开概率瞬时值为“低”,而针对第三区域73L和73R在前车辆离开概率瞬时值为“中等”。另一方面,当离开方向上的横向速度相对低时,针对第二区域72L和72R以及第三区域73L和73R在前车辆离开概率瞬时值为0。

[0079] 根据在前车辆离开概率瞬时值的计算方式,考虑了驾驶员的操作状态,这增加了在前车辆离开概率瞬时值的准确度。例如,通过考虑方向指示灯操作的状态,在离开事件涉及本车辆的车道变化时,能够增加在前车辆离开概率瞬时值的准确度。

[0080] 注意到,在图8图示的示例中,除了方向指示灯操作的状态以外或者替代方向指示灯操作的状态,还可以使用转向操作的状态(转向角、转向方向等)。在这种情况下,例如,“右方向指示灯=ON”可以对应于右方向上的转向角大于或等于预定角的状态,而“左方向指示灯=ON”可以对应于左方向上的转向角大于或等于预定角的状态。然而,例如,在弯路上行驶期间可以不考虑转向操作的状态。在这种情况下,基于导航设备和GPS(全球定位系统)接收机的测量结果,或者基于图像传感器的白线识别结果可以检测到在弯路上行驶。

[0081] 图9是由车辆控制ECU 10执行的要求减速度校正处理的流程图的另一示例。在跟随模式下的操作以及自动驾驶开关的ON状态期间,可以每个预定周期反复执行图9中图示的处理例程。

[0082] 在步骤S902中,车辆控制ECU 10基于在前车辆的横向位置、在前车辆的横向速度以及驾驶员的操作状态(加速器踏板信息、方向指示灯信息等)计算在前车辆离开概率瞬时值。对于该计算,可以使用图8中图示的在前车辆离开概率瞬时值的计算方式。

[0083] 在步骤S904中,车辆控制ECU 10确定在步骤S902中计算的在前车辆离开概率瞬时值是否大于当前存储的在前车辆离开概率。注意到,在初始处理周期,在前车辆离开概率可以为初始值(例如0)。如果在前车辆离开概率瞬时值大于当前存储的在前车辆离开概率,则处理进行至步骤S906,否则该处理进行至步骤S908。

[0084] 在步骤S906中,车辆控制ECU 10将在步骤S902中计算的在前车辆离开概率瞬时值确定为在前车辆离开概率。在这种情况下,在下一处理周期,在当前处理周期的步骤S902中计算的在前车辆离开概率瞬时值变成当前存储的在前车辆离开概率,以与在下一处理周期计算的在前车辆离开概率瞬时值进行比较。

[0085] 在步骤S908中,车辆控制ECU 10确定在步骤S902中计算的在前车辆离开概率瞬时值是否为“空(立即取消)”。如果在前车辆离开概率瞬时值为“空(立即取消)”,则处理进行至步骤S906,否则处理进行至步骤S910。因而,如果在步骤S902中计算的在前车辆离开概率瞬时值为“空(立即取消)”,则在前车辆离开概率瞬时值立即变成0%。

[0086] 在步骤S910中,车辆控制ECU 10确定在前车辆的横向位置是否在第三区域73L或73R内。如果在前车辆的横向位置在第三区域73L或73R内,则当前存储的在前车辆离开概率不变,并且处理例程进行至步骤S914。另一方面,如果在前车辆的横向位置在第三区域73L或73R内(即,在前车辆的横向位置在第二区域72L或72R内),则处理例程进行至步骤S912。

[0087] 在步骤S912中,车辆控制ECU 10确定状态是否持续预定时间段 $\Delta T1$ 。具体地,车辆控制ECU 10确定下述状态是否持续预定时间段 $\Delta T1$:在步骤S902中计算的在前车辆离开概率瞬时值小于或等于当前存储的在前车辆离开概率,在步骤S902中计算的在前车辆离开概率瞬时值不为“空(立即取消)”,以及在前车辆的横向位置不在第三区域73L或73R内。如果该状态持续预定时间段 $\Delta T1$,则处理例程进行至步骤S906。另一方面,如果该状态不持续预定时间段 $\Delta T1$,则处理例程进行至步骤S914,而不改变当前存储的在前车辆离开概率。

[0088] 在步骤S914中,车辆控制ECU 10根据当前存储的在前车辆离开概率确定校正增益Kd。可以设置校正增益Kd,使得与步骤S304的情况一样,随着在前车辆离开概率变得越高,校正增益Kd变得越小。注意到,校正增益Kd与在前车辆离开概率之间的关系可以不是线性的,从而可以是非线性的。

[0089] 在步骤S916中,车辆控制ECU 10通过在步骤S914中计算的校正增益Kd校正要求减速度G。例如,要求减速度G可以像步骤S306的情况一样被校正。

[0090] 根据图9中图示的处理,除了通过图3中图示的处理获得的效果以外,还能够获得以下效果。根据图9中图示的处理,与图7中图示的处理一样,当在前车辆离开概率瞬时值增加时,在前车辆离开概率立即变成在前车辆离开概率瞬时值。另一方面,当在前车辆离开概率瞬时值降低时,除非除了特定情况以外该降低状态持续预定时间段 $\Delta T1$,否则在前车辆离开概率不变成在前车辆离开概率瞬时值。通过该布置,如参考图6所说明的,能够减低由于前置雷达传感器16的不稳定特性而引起的减速度的不期望的增加,这能够降低驾驶员感觉到有问题的可能性。另一方面,作为特定情况,如果在前车辆离开概率瞬时值为“空(立即取消)”,则在前车辆离开概率立即变成在前车辆离开概率瞬时值,这使得根据相对于在前车辆的车间时间/车间距离能够实现合适的减速。此外,作为特定情况,如果横向位置在第三区域73L或73R内,则在前车辆离开概率不变,这使得能够实现例如由于对方向指示灯的操作的取消而引起的减速度的增加。具体地,例如,如果本车辆通过驾驶员的使右转向灯闪

烁的方向指示灯操作将行驶车道变成右侧相邻车道,则当在前车辆的横向位置在第三区域73L内时,在前车辆离开概率瞬时值为高,但是此后,当针对右转向灯的方向指示灯关闭时,即使在前车辆的横向位置仍然在第三区域73L内,在前车辆离开概率瞬时值也变为“中等”(参见图8)。在这种情况下,因为在前车辆离开概率“高”保持不变,所以能够防止由于对方方向指示灯操作的这样的取消而引起的减速度的增加。这对于在改变车道时相对较早地关闭方向指示灯的驾驶员来说是有利的。

[0091] 注意到,根据图9中图示的处理,在步骤S904中,确定在当前处理周期计算的在前车辆离开概率瞬时值是否大于当前存储的在前车辆离开概率;然而,替代地,可以确定在当前处理周期计算的在前车辆离开概率瞬时值是否大于在先前处理周期计算的在前车辆离开概率瞬时值。在这种情况下,在步骤S912中,车辆控制ECU 10可以确定下述状态是否持续预定时间段 $\Delta T1$:在当前处理周期计算的在前车辆离开概率瞬时值小于或等于在先前处理周期计算的在前车辆离开概率瞬时值,在前车辆离开概率瞬时值不为“空(立即取消)”,以及在前车辆的横向位置不在第三区域73L或73R内。

[0092] 本文记载的所有示例和条件语言意在教育目的以帮助读者理解本发明以及由发明人为促进本领域所贡献的构思,并且应被解释为不对这样的具体记载的示例和条件进行限制,在说明书中这样的示例的组织与表现出本发明的优与劣无关。虽然已经详细地描述了本发明的实施例,但是应当理解的是,在不偏离本发明的精神和范围的情况下,可以对本发明的实施例做出各种改变、代替和更改。此外,能够组合上述实施例的组成部分的全部或部分。

[0093] 例如,在上述实施例中,用校正增益 K_d 来校正要求减速度 G ;然而,可以基于在前车辆离开概率和用于计算要求减速度 G 的参数(例如,车间距离)直接计算要求减速度 G ,使得在前车辆离开概率影响所计算的要求减速度 G 。因此,在这种情况下,这样的计算方式相当于“校正”要求减速度 G 。

[0094] 此外,在上述实施例中,通过将(校正前)要求减速度 G 乘以校正增益 K_d 来实现校正;然而,可以通过将校正增益 K_d 加到(校正前)要求减速度 G 或者从(校正前)要求减速度 G 减去校正增益 K_d 来实现校正。在这种情况下,可以基于与在确定校正增益 K_d 时使用的构思相同的构思来确定校正量。

[0095] 此外,在上述实施例中,使用了第一区域71、第二区域72L和72R以及第三区域73L和73R中的三个区域(如果分别考虑左侧和右侧,则为五个区域);然而,区域的数目是任意的。例如,可以使第二区域72L和第三区域73L统一为单个区域,并且可以使第二区域72R和第三区域73R统一为单个区域。

[0096] 此外,在上述实施例中,考虑了相对于本车辆的行进方向的在前车辆的横向位置等;然而,此时,本车辆的行驶方向可以对应于从本车辆在左方向和右方向上的中心开始在前后方向上延伸的方向,或者对应于与本车辆的行驶车道的延伸方向相对应的方向。在后一种情况下,相对于本车辆的行驶方向的在前车辆的横向位置等对应于相对于诸如白线等的车道界标的在前车辆的横向位置等。能够基于图像传感器的白线识别结果计算相对于车道界标的在前车辆的横向位置等。在这种情况下,可以考虑相对于关于本车辆的行驶车道的车道界标的本车辆的横向位置等与相对于相同的车道界标的在前车辆的横向位置等之间的关系。

[0097] 本申请基于2013年9月6日提交的日本优先权申请第2013-185685号,通过引用将其全部内容合并到本文中。

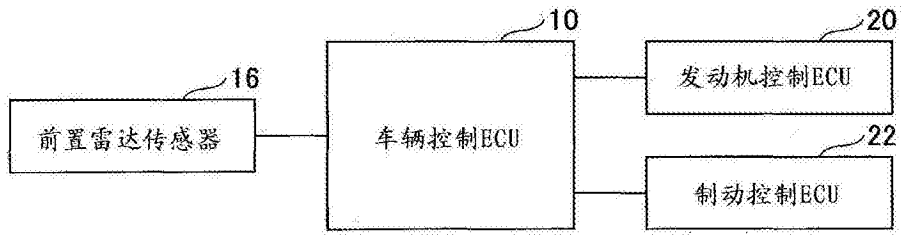


图1

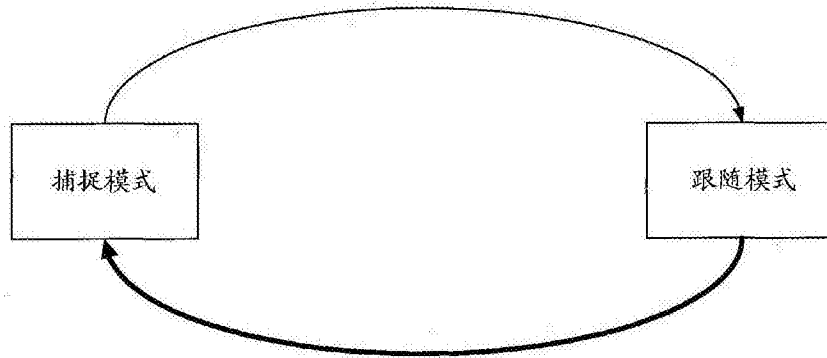


图2

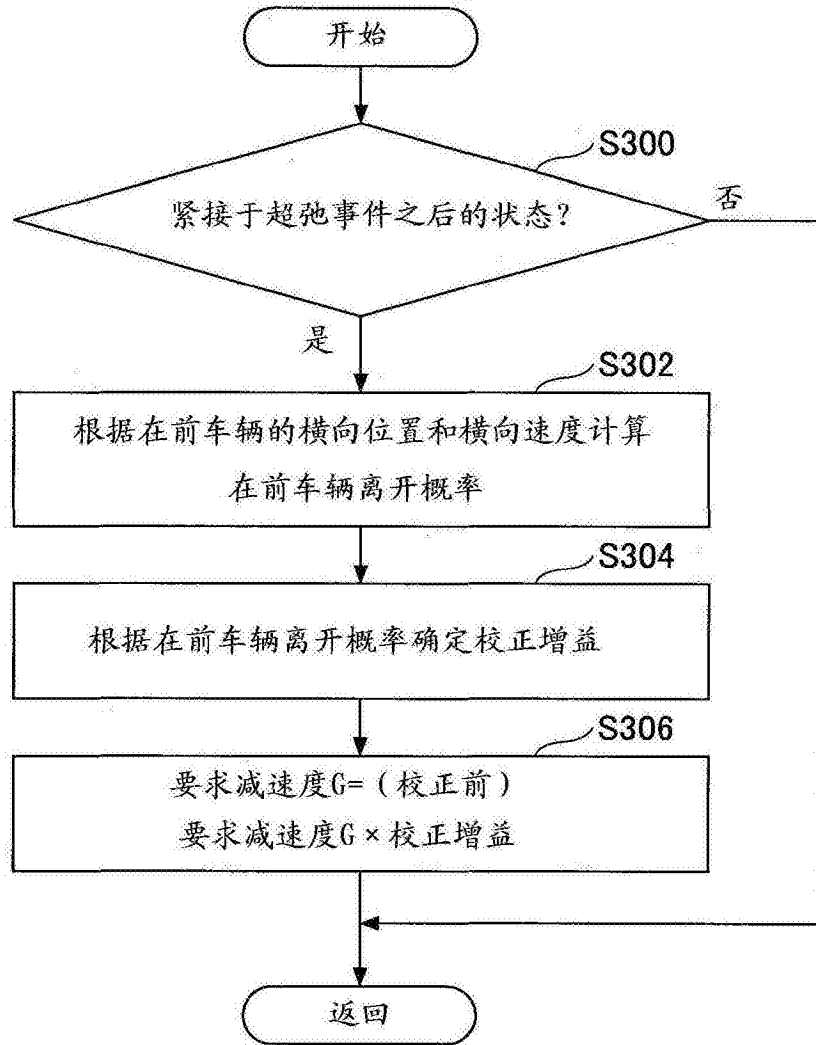


图3

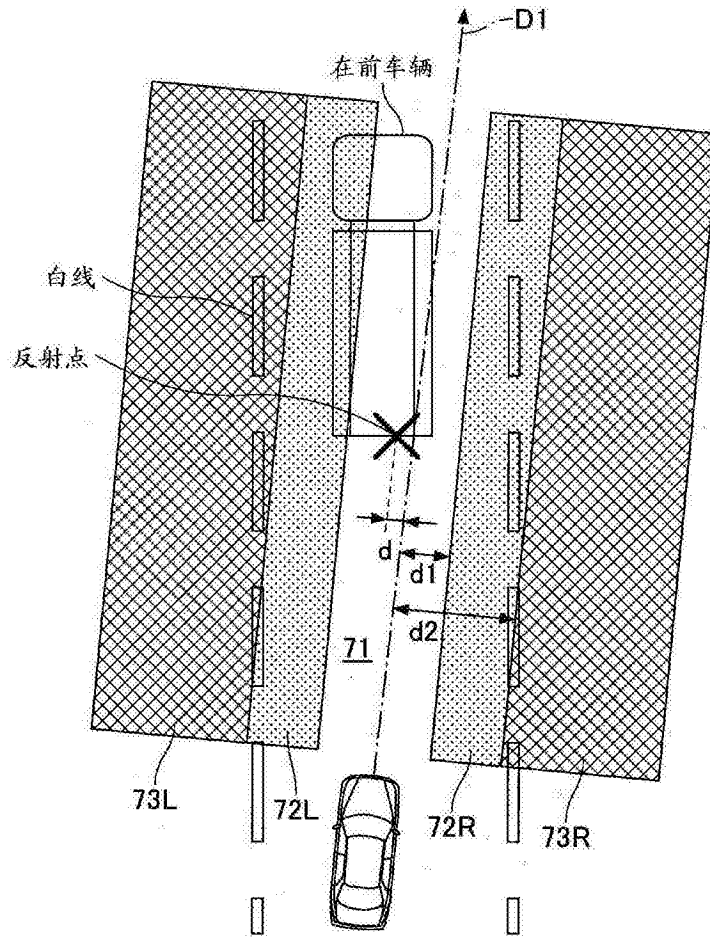


图4

离开方向上的 横向速度	在前车辆的横向位置		
	第一区域	第二区域	第三区域
高	0	中等	高
低	0	低	中等

图5

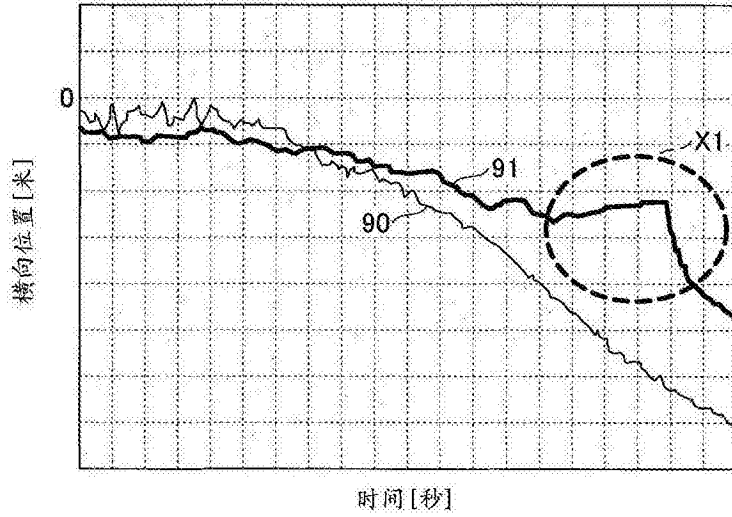


图6

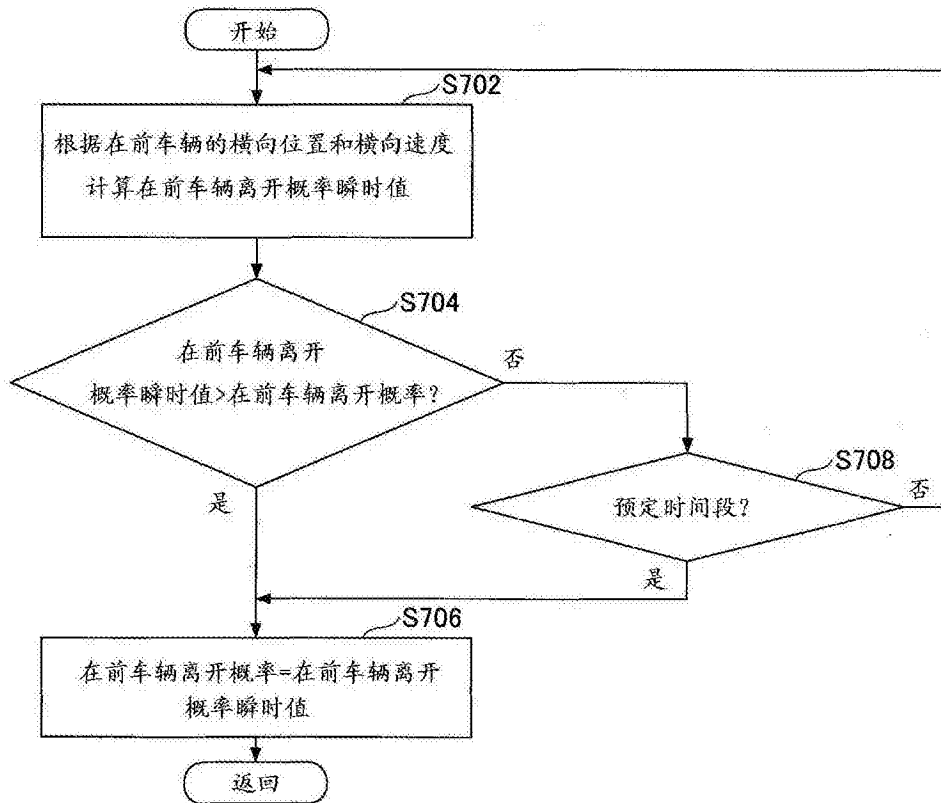


图7

		在前车辆横向位置[米]					
离开方向上的 的横向速度	驾驶员的 操作状态	第三区域(左)	第二区域(左)	第一区域	第二区域(右)	第三区域(右)	
		空(立即取消)	空(立即取消)	空(立即取消)	空(立即取消)	空(立即取消)	空(立即取消)
高	左方向指示灯=0N	高	中等	空(立即取消)	中等	高	
	右方向指示灯=0N			空(立即取消)	空(立即取消)	空(立即取消)	
	方向指示灯=0FF 以及紧接于超弛 事件之后的状态	高	中等	空(立即取消)	中等	高	
	除了前面各项 以外	中等	低	空(立即取消)	低	中等	
低	左方向指示灯=0N	空(立即取消)	空(立即取消)	空(立即取消)	低	中等	
	右方向指示灯=0N	中等	低	空(立即取消)	空(立即取消)	空(立即取消)	
	方向指示灯=0FF 以及紧接于超弛 事件之后的状态	低	0	空(立即取消)	0	低	
	除了前面各项 以外	0	0	空(立即取消)	0	0	

图8

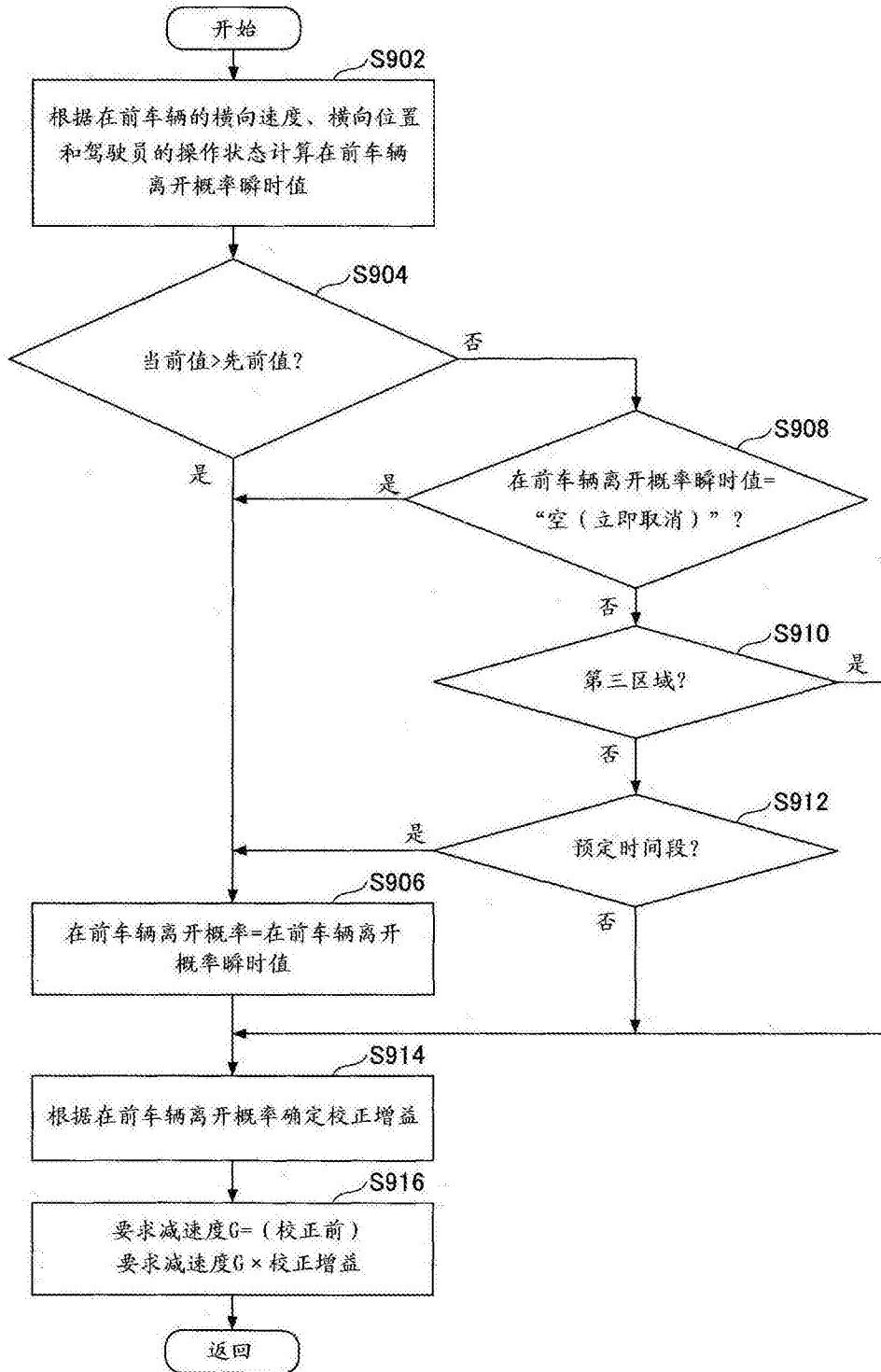


图9