



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103459225 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 27

(21) 申请号 201180069751. 3

(22) 申请日 2011. 04. 08

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2013. 09. 29

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2011/058948 2011. 04. 08

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02012/137355 JA 2012. 10. 11

(73) 专利权人 丰田自动车株式会社  
地址 日本爱知县

(72) 发明人 吉浜勇树

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所  
11247

代理人 段承恩 徐健

(51) Int. Cl.

B60W 30/08(2012. 01)

B60R 21/00(2006. 01)

B60T 7/12(2006. 01)

B60W 30/12(2006. 01)

G08G 1/16(2006. 01)

(56) 对比文件

WO 2009101769 A1, 2009. 08. 20, 说明书第  
28-51 段, 附图 1-5.

JP 2007066179 A, 2007. 03. 15, 全文 .

JP 2005202579 A, 2005. 07. 28, 全文 .

JP 2010202042 A, 2010. 09. 16, 全文 .

JP 2010076584 A, 2010. 04. 08, 全文 .

CN 101870292 A, 2010. 10. 27, 全文 .

审查员 樊龙飞

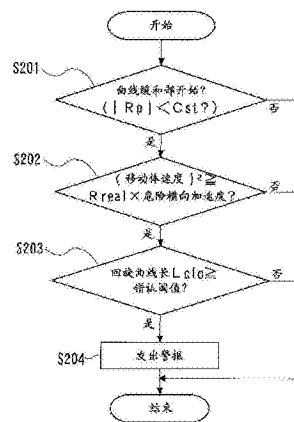
权利要求书1页 说明书9页 附图9页

(54) 发明名称

驾驶支援系统

(57) 摘要

本发明提供一种能够在道路的曲线等上对移动体的驾驶员在必要性更高的情况下进行适当的驾驶支援的技术。具备:曲线信息取得单元,取得关于曲率半径按照预定的函数而变化的曲率变动部的形状的信息;驾驶支援单元,当移动体在曲率变动部移动时对驾驶员进行驾驶支援;和驾驶支援控制单元,基于由曲率变动信息取得单元取得的关于曲率变动部的形状的信息来决定驾驶支援单元进行驾驶支援的定时。



1. 一种驾驶支援系统,其特征在于,具有:

曲线信息取得单元,取得具有曲率半径按照预定的函数而变化的曲率变动部的道路中的关于所述曲率变动部的形状的信息;

驾驶支援单元,当移动体在所述曲率变动部移动时,对驾驶员进行驾驶支援;和

驾驶支援控制单元,基于由所述曲线信息取得单元取得的关于所述曲率变动部的形状的信息,在所述曲率变动部的长度为阈值以上的情况下,作出所述驾驶支援单元进行驾驶支援的决定;

所述阈值基于所述移动体的行驶路线的由道路设计规范所规定的最小缓和长、所述移动体的行驶路线中的实际的曲率变动部的长度的分布、以及所述移动体的驾驶员过去错认为曲率变动部已结束的曲率变动部的长度中的至少一方而确定。

2. 根据权利要求 1 所述的驾驶支援系统,其特征在于,

所述驾驶支援控制单元基于所述曲率变动部的长度以及所述移动体的速度,作出所述驾驶支援单元进行驾驶支援的决定。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的驾驶支援系统,其特征在于,

所述驾驶支援是向驾驶员发出的警报。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的驾驶支援系统,其特征在于,

所述驾驶支援是所述移动体的速度的自动减速控制和车道保持控制中的任一方。

5. 根据权利要求 1 所述的驾驶支援系统,其特征在于,

所述驾驶支援控制单元基于所述移动体在所述曲率变动部移动的时间,作出所述驾驶支援单元进行驾驶支援的决定。

6. 根据权利要求 5 所述的驾驶支援系统,其特征在于,

在所述移动体在所述曲率变动部移动的时间为预定的错认时间阈值以上的情况下,所述驾驶支援控制单元作出所述驾驶支援单元进行驾驶支援的决定。

7. 根据权利要求 6 所述的驾驶支援系统,其特征在于,

所述错认时间阈值基于所述移动体的驾驶员过去错认为曲率变动部已结束的时间而确定。

## 驾驶支援系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及在汽车等移动体沿着具有曲率半径按照预定的函数变化的曲率变动部和曲率半径恒定的曲率固定部的曲线行驶时察觉危险而对驾驶员的驾驶进行支援的驾驶支援系统。

### 背景技术

[0002] 已提出曲线速度超过警报系统(CSWS)、自动巡航控制(ACC)、车道保持辅助系统(LKA)、预碰撞安全(PCS)等各种支援车辆驾驶的系统。在这样的技术中,例如,已知如下系统:检测存在于汽车的行进路径的曲线、障碍物,基于障碍物信息和曲线信息算出最佳速度,在汽车的速度大于最佳速度的情况下通过控制沟槽机构部和自动变速器,使汽车减速至最佳速度以下(例如,参照专利文献1。)

[0003] 另外,还存在如下系统:具备运算每瞬时的曲率的单元和控制本车的速度的单元,当每瞬时的曲率有增加倾向时进行控制以使本车的速度减小,当每瞬时的曲率有减少倾向时进行控制以使速度增加(例如,参照专利文献2)。进而,还已知通过取得道路形状的单元来取得道路形状并算出道路的曲率半径的技术、以及以所算出的曲率半径为基础在汽车速度过高的情况下从曲线跟前减速或发出警报的技术。

[0004] 然而,实际的驾驶员多在直线上以比较高的车速行驶,在曲线的跟前减速,在曲线结束后重复加速来驾驶。因此,即使曲线之前的车速比最佳速度高,也能够即将到达曲线之前减速至适当的车速,因此在安全行驶的观点上没有问题,所以如以上那样简单根据曲线的曲率半径来限制车速或发出警报有时对驾驶员来说很麻烦。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献1:日本特开2007-106170号公报

[0007] 专利文献2:日本特开2008-290469号公报

[0008] 专利文献3:日本特开2004-272426号公报

[0009] 专利文献4:日本特开2007-331580号公报

### 发明内容

[0010] 发明要解决的问题

[0011] 本发明是鉴于上述的情况而完成的,其目的在于,提供一种能够在道路的曲线等上对移动体的驾驶员在必要性更高的情况下进行适当的驾驶支援的技术。

[0012] 用于解决问题的手段

[0013] 用于实现上述目的的本发明的最大特征在于,取得关于曲率半径按照预定的函数而变化的曲线的形状的信息,基于关于所取得的曲线的形状的信息,决定向驾驶员进行驾驶支援的定时。

[0014] 更详细地说,其特征在于,具有:

[0015] 曲线信息取得单元,其取得具有曲率半径按照预定的函数而变化的曲率变动部的

道路中的关于所述曲率变动部的形状的信息；

[0016] 驾驶支援单元,当移动体在所述曲率变动部移动时,对驾驶员进行驾驶支援；

[0017] 驾驶支援控制单元,基于由所述曲率变动信息取得单元取得的关于所述曲率变动部的形状的信息,决定所述驾驶支援单元进行驾驶支援的定时。

[0018] 在此,车辆等移动体的驾驶员在进入曲率半径按照预定的函数而变化的曲率变动部时,具有以通常来说该位置的行驶距离或行驶时间、曲率变动部的曲线会结束这样的感觉。并且,在实际的曲线行驶时,在超过驾驶员具有的感觉而曲线继续等情况下,驾驶员多会犯下方向盘操作的错误或加减速操作的错误而发生危险。

[0019] 因此,在本发明中,曲线信息取得单元取得关于曲率变动部的形状的信息,基于该取得的信息来决定将对驾驶员进行驾驶支援的定时设为何时。据此,在移动体实际进入曲率变动部、以高概率发生危险这样的状况的时刻,能够执行对驾驶员的驾驶支援。因此,能够无需进行驾驶支援从而抑制驾驶员感觉麻烦、并且在真正发生危险的情况下能够恰当地执行驾驶支援。

[0020] 另外,在本发明中,所述驾驶支援控制单元也可以基于所述曲率变动部的长度,决定所述驾驶支援单元进行驾驶支援的定时。

[0021] 这样一来,曲率变动部的长度比驾驶员具有的感觉更长,能够抑制由于在驾驶员在曲率变动部的中途判断为曲率变动部已结束而产生的危险。

[0022] 另外,在本发明中,所述驾驶支援控制单元可以在所述曲率变动部的长度为预定的错认阈值以上的情况下,作出所述驾驶支援单元进行驾驶支援的决定。这样一来,能够根据更加明确的判断基准来进行驾驶支援的实施判断。

[0023] 另外,在本发明中,所述错认阈值也可以基于所述移动体的行驶路线的由道路设计规范所规定的最小缓和长、所述移动体的行驶路线中的实际的曲率变动部的长度的分布、以及所述移动体的驾驶员过去错认为曲率变动部已结束的曲率变动部的长度中的至少一方而确定。据此,能够在驾驶员真正需要的状况下,以更加适当的定时实施驾驶支援。

[0024] 另外,在本发明中,所述驾驶支援控制单元可以基于所述曲率变动部的长度以及所述移动体的速度,决定所述驾驶支援单元进行驾驶支援的定时。或者,驾驶支援控制单元也可以基于所述移动体按照所述曲率变动部的形状在所述曲率变动部移动的时间,决定所述驾驶支援单元进行驾驶支援的定时。

[0025] 即,在进行对驾驶员的驾驶支援的情况下,除了曲率变动部的长度的信息以外,还基于移动体的速度的信息来决定驾驶支援的定时。据此,例如,即使在移动体进入曲率变动部到曲率变动部结束的驾驶时间比驾驶员的感觉更长这样的情况下,也能够以驾驶时间为基准来决定进行驾驶支援的定时,能够进行更加多样的判断。

[0026] 在该情况下,在所述移动体在所述曲率变动部移动的时间为预定的错认时间阈值以上的情况下,所述驾驶支援控制单元可以作出所述驾驶支援单元进行驾驶支援的决定。另外,所述错认时间阈值可以基于所述移动体的驾驶员过去错认为曲率变动部已结束的时间而确定。

[0027] 另外,在本发明中,所述驾驶支援的内容除了向驾驶员发出的警报以外,还可以是所述移动体的速度的自动减速控制或车道保持控制。

[0028] 此外,用于解决本发明的问题的单元只要可能就可以组合。

[0029] 发明的效果

[0030] 在本发明中,在道路的曲线等上,能够对移动体的驾驶员在必要性更高的情况下进行适当的驾驶支援。

### 附图说明

[0031] 图 1 是表示本发明的实施例 1 的驾驶支援系统的框图。

[0032] 图 2 是用于说明本发明的实施例 1 的道路形状的推定处理的图。

[0033] 图 3 是表示本发明的实施例 1 的道路形状推定例程的流程图。

[0034] 图 4 是表示本发明的实施例 1 的警报实施判定例程的流程图。

[0035] 图 5 是表示本发明的实施例 2 的错认阈值决定例程的流程图。

[0036] 图 6 是表示本发明的实施例 3 的错认阈值决定例程 2 的框图。

[0037] 图 7 是表示本发明的实施例 3 中的曲线缓和部的长度的分布的图。

[0038] 图 8 是表示本发明的实施例 3 中的许多曲线缓和部 12 的长度  $L_{c10}$ 、和此时产生的最大横向加速度  $G$  的关系的分布的图。

[0039] 图 9 是表示在本发明的实施例 4 中实际的驾驶员经过曲线时的各参数的时间变化的曲线图的例子。

[0040] 图 10 是在本发明的实施例 4 中实际的驾驶员经过曲线时的各参数的时间的变化的曲线图的其他例。

[0041] 标号说明

[0042] 1...车辆

[0043] 3...ECU

[0044] 4...偏航率传感器

[0045] 5...车轮速传感器

[0046] 6...白线识别照相机

[0047] 7...标识识别照相机

[0048] 10...曲线

[0049] 10a...白线

[0050] 11...直线部

[0051] 12...曲线缓和部

[0052] 13...圆形曲线部

[0053] 15...道路标识

### 具体实施方式

[0054] 以下,参照附图例示性地详细说明用于实施本发明的最佳方式。

[0055] (实施例 1)

[0056] 图 1 是表示本实施例的车辆用驾驶支援系统的概略结构的框图。在本系统中,具备作为控制内燃机的电子控制计算机的 ECU3。ECU3 具备未图示的 ROM、RAM、CPU、输入端口、输出端口等,与偏航率传感器 4、车轮速传感器 5、白线识别照相机 6 以及标识识别照相机 7 电连接。

[0057] 从偏航率传感器 4 向 ECU3 提供与车辆偏航率(yaw rate)对应的检测信号,从车轮速传感器 12 向 ECU3 提供与车轮的旋转同步的车轮速脉冲。另外,通过白线识别照相机 6 拍摄车辆附近的区划行驶车道的白线,通过标识识别照相机 7 拍摄道路标识,向 ECU3 提供各自的图像信息(摄像信号)。另外,包括后述的警报实施判定例程的各种程序存储于 ECU3 的 ROM 中并通过 ECU3 来执行。

[0058] 图 2 是用于说明车辆 1 在行驶中来到道路 10 的曲线的情况下的道路的形状的推定处理的图。该道路 10 的曲线由直线部 11、与直线部 11 连接且曲率半径逐渐变小的作为曲率变动部的曲线缓和部 12、与曲线缓和部 12 连接且曲率半径最小且恒定的圆形曲线部 13 构成。虽然圆形曲线部 13 的前方在图 1 中省略,但是经过曲率半径逐渐变大的出口侧曲线缓和部与出口侧直线部连接。此外,曲线缓和部 12 通过回旋曲线来确定形状。

[0059] 该回旋曲线是将距曲线起点的距离 L 与曲率半径 R 的关系如以下所示的式(1)那样表示的曲线。

$$[0060] \quad L \times R = A^2 \cdots (1)$$

[0061] 在此, $A^2$ 是确定回旋曲线的形状的常数。以下,说明关于道路形状的信息取得的步骤的例子。

[0062] 在图 2 中,作为移动体的车辆 1 位于曲线缓和部 12。在车辆 1 的当前位置 P,通过白线识别照相机 6 拍摄车辆 1 的前方,根据拍摄到的图像信息来识别白线 10a 的图像。然后,基于拍摄到的图像信息运算白线 10a 与车辆 1 的距离(白线横位置),基于该运算结果算出车辆 1 相对白线 10a 的姿态。进而,根据偏航率传感器 4 的检测信号检测车辆 1 的偏航角、并通过检测来自车轮速传感器 5 的车轮速脉冲来取得车辆 1 的速度  $V_s(t)$ 。然后,通过将该速度  $V_s(t)$  如式(2)所示那样进行积分,取得从曲线缓和部 12 起点到车辆 1 的当前位置 P 的距离  $L_p$ 。

$$[0063] \quad L_p = \int V_s(t) dt \cdots (2)$$

[0064] 进而,基于车辆 1 相对白线 10a 的姿态以及行驶轨迹运算白线 10a 的形状以及当前位置 P 的道路的曲率半径  $R_p$ 。针对该运算方法使用公知的方法,所以在此省略说明。

[0065] 接着,利用得到的  $R_p$ 、 $L_p$  的值,运算回旋曲线的常数  $A^2$ 如下。

$$[0066] \quad L_p \times R_p = A^2 \cdots (3)$$

[0067] 另外,在来到曲线之前的直线部 11,通过标识识别照相机 7 拍摄道路标识 15,基于拍摄到的图像信息,取得圆形曲线部 13 的曲率半径  $R_{real}$ 。然后,根据以下的(4)式,导出曲线缓和部 12 的长度  $L_{c10}$ 。

$$[0068] \quad L_{c10} = A^2 / R_{real} \cdots (4)$$

[0069] 然后,最终确定道路 10 的曲线形状如下。

$$[0070] \quad R(L) = A^2 / L \quad (0 \leq L \leq L_{c10}) \cdots (5)$$

$$[0071] \quad R(L) = R_{real} \quad (L \geq L_{c10}) \cdots (6)$$

[0072] 图 3 示出了道路形状推定例程的流程图。本例程是存储于 ECU3 的 ROM 中的程序之一,在车辆 1 的行驶中通过 ECU3 按预定期间来执行。当执行本例程时,首先,在 S101 中,基于白线识别照相机 6 的图像,取得当前位置 P 的曲线的曲率半径  $R_p$ 。当 S101 的处理结束时前进到 S102。

[0073] 在 S102 中,判定曲线缓和部 12 是否开始。具体地说,通过由 S101 取得的  $R_p$  的绝

对值是否比预定的阈值  $Cst$  小来进行判定。在此,在  $R_p$  的绝对值为  $Cst$  以上的情况下,判断为车辆 1 位于直线部 11,曲线缓和部 12 尚未开始,直接暂时结束本例程。另一方面,在  $R_p$  的绝对值小于  $Cst$  的情况下,判定为曲线缓和部 12 已开始,因此前进到 S103。此外, $Cst$  是在  $R_p$  的绝对值在其之上的情况下判断为曲线缓和部 12 尚未开始的阈值,可以预先通过理论或实验来确定。

[0074] 在 S103 中,使用由车轮速传感器 5 的检测信号得到的车速  $V_s(t)$ ,算出从曲线缓和部 12 的开始时刻到当前值  $P$  的距离  $L_p$ 。具体地说,通过上述的(2)式算出  $L_p$ 。当 S103 的处理结束时前进到 S104。

[0075] 接着,在 S104 中,算出  $A^2$  的值。具体地说,根据由 S101 取得的  $R_p$ 、和由 S103 算出的  $L_p$ ,通过上述的(3)式来算出。当 S104 的处理结束时前进到 S105。

[0076] 接着,在 S105 中,判定  $A^2$  的值是否收敛。具体地说,判定上次执行 S105 时的  $A^2$ 、与本次执行 S105 时的  $A^2$  的差  $\Delta A^2$  的绝对值是否小于作为预定的阈值的  $Ca$ 。在此,在作出否定判定的情况下返回至 S101。另一方面,在作为肯定判定的情况下,前进到 S106。在此, $Ca$  是在  $A^2$  的差  $\Delta A^2$  的绝对值比其小的情况下判断为  $A^2$  的值充分稳定且精度上没有问题的阈值,也可以预先通过理论或实验来确定。

[0077] 在 S106 中,曲线缓和部 12 的长度  $L_{c10}$  作为回旋曲线的长度通过上述的(4)式算出。另外,最终,曲线的形状如上述的(5)式、(6)式那样算出。当 S106 的处理结束时本例程暂时结束。此外,执行上述的道路形状推定例程的 ECU3、以及偏航率传感器 4、车轮速传感器 5、白线识别照相机 6、标识识别照相机 7 构成曲线信息取得单元。另外,在取代上述而使用汽车导航系统取得与曲线的形状相关的信息的情况下,汽车导航系统构成曲线信息取得单元。

[0078] 在此,以往,在车速相对所取得的曲线的曲率半径过快、产生的离心力变大而判断为危险的情况下,进行自动使车辆 1 的速度减慢、或对驾驶员发出警报等的驾驶支援。然而,实际上例如在即使进入曲线前的车速高但驾驶员在曲线上适当降低速度的情况下,危险并不会发生,有时驾驶员反而感到驾驶支援麻烦。因此,在使用如上所述得到的曲线的形状来进行驾驶支援的情况下,只有在对驾驶员来说真正需要的情况下才需要实施驾驶支援。

[0079] 在此,车辆 1 在曲线上行驶的情况下尤其会发生危险,多是在驾驶员将曲线的长度错认为比实际短、无法适当进行方向盘操作和减速操作的情况。更具体地说,是曲线缓和部 12 的长度比驾驶员的预测更长、或者曲率半径小的情况。因此,在本实施例中,只有曲线缓和部 12 的长度比预定的错认阈值长的情况下进行驾驶支援。此外,以下以驾驶支援的例子来说明对驾驶员发出警报的情况,但是驾驶支援的内容本身除了警报以外,当然也可以是车速控制(强制减速)、车道保持控制等其他内容。

[0080] 图 4 是本实施例的警报实施判定例程。本例程是存储于 ECU3 的 ROM 中的程序,在发动机工作中按预定时间来执行。当执行本例程时,首先,在 S201 中,判定车辆 1 是否已进入曲线。具体地说,与图 3 所示的道路形状推定例程的 S102 的处理同样,可以通过在车辆 1 的位置处的曲线缓和部 12 的曲率半径  $R_p$  是否小于阈值  $Cst$  来进行判定。在此,在作出否定判定的情况下,判断为车辆 1 在直线部 11 行驶中而暂时结束本例程。另一方面,在作出肯定判定的情况下,判断为车辆 1 已进入曲线缓和部 12,所以前进到 S202。

[0081] 在 S202 中,判定通过来自偏航率传感器 4 以及车轮速传感器 5 的输出得到的车辆 1 的速度是否满足以下的(7)式。

$$[0082] \quad (V_s(t))^2 \geq R_{real} \times \alpha_d \cdots (7)$$

[0083] 在此,  $R_{real}$  是圆形曲线部 13 的曲率半径。另外,  $\alpha_d$  是在车辆 1 的驾驶中开始发生危险的危险横向加速度,由预先实验等确定。该危险横向加速度  $\alpha_d$  的值例如可以是 0.4G 左右。在 S202 中判定为否定的情况下,判断为在该时刻不需要警报,因此暂时结束本例程。另一方面,在判定为肯定的情况下,前进到 S203。

[0084] 在 S203 中,判定曲线缓和部 12 的长度(回旋长) $L_{c10}$  是否在预定的错认阈值 LE 以上。在此,错认阈值 LE 是作为当曲线缓和部 12 的长度为该错认阈值 LE 以上长时驾驶员根据通常的感觉错误进行方向盘操作和 / 或加减速操作而容易发生危险的阈值的曲线长度。关于该错认阈值 LE 的确定方法,将在后面详细叙述。在 S203 中判定为否定的情况下,判断为不需要警报,因此直接结束本例程。另一方面,在由 S203 判定为肯定的情况下,判断为需要警报,因此前进到 S204。在 S204 中发出警报。具体地说,使用向驾驶座前的显示装置的显示、警告灯点亮、声音的发出等的单元。当 S204 的处理结束时,暂时结束本例程。在此,执行 S204 的处理的 ECU3、未图示的驾驶座前的显示装置、警告灯、声音发出设备等构成驾驶支援单元。

[0085] 以上,如已说明那样,在本实施例中,算出曲线缓和部 12 的长度  $L_{c10}$ ,在算出的曲线缓和部 12 的长度  $L_{c10}$  为预定的错认阈值 LE 以上的情况下,实施向驾驶员的警报。据此,能够在只有真正需要对驾驶员唤起注意的情况下才发出警报,从而能够实现更恰当的驾驶支援。此外,执行上述的警报实施判定例程的 ECU3 在本实施例中构成驾驶支援控制单元。

[0086] 另外,在上述的警报实施判定例程中,在 S201 ~ S203 的三个判定中全部判定为肯定的情况下发出警报,但是未必三个判定都为肯定判定。例如,在进入曲线前取得与曲线的形状相关的信息的情况下,无需进行 S201 的判定。另外, S202 的判定也是辅助的判定。

[0087] (实施例 2)

[0088] 在本实施例中,针对由实施例 1 说明的错认阈值 LE 的决定方法进行说明。图 5 中示出了本实施例的错认阈值决定例程的流程图。当执行本例程时,在 S301 中求出车辆 1 行驶中的道路的设计速度。这是在道路的设计上假设的行驶速度,有时也在考虑道路的所在地、使用状况之后确定。另外,该设计速度也可以认为在期待实质执行本例程的市区以外的道路上与限制速度大致一致。另外,该设计速度可以通过利用标识识别照相机 7 获取道路标识的图像信息来取得,也可以利用根据汽车导航系统的 GPS 信息求出道路宽度、并且根据求出的道路宽度反算设计速度的方法来取得。当 S301 的处理结束时前进到 S302。

[0089] 在 S302 中,求出由道路设计规范所规定的最小缓和长  $L_{min}$ 。该最小缓和  $L_{min}$  是通过道路设计规范而确定为相对道路的设计速度能够采用的曲线的缓和长的最小值。因此,能够根据由 S302 得到的设计速度的值求出车辆 1 行驶中的道路的最小缓和长  $L_{min}$ 。当 S302 的处理结束时前进到 S303。在 S303 中,通过在  $L_{min}$  上乘以系数 Gain 算出错认阈值 LE。在此, Gain 是也考虑驾驶员的感觉而通过实验等确定的常数,例如可以是 1.5 ~ 2.5 这样的值。

[0090] 以上,根据说明,在本实施例中,使用标识识别照相机 7 或汽车导航系统来求出行驶中的道路的设计速度,根据求出的设计速度来求出行驶中的道路的最小缓和长  $L_{min}$ ,进

而通过在最小缓和长  $L_{min}$  上乘以适当的 Gain 来决定错认阈值 LE。据此,能够立即取得车辆 1 实际行驶中的道路的信息,基于该信息来实时地决定高精度的错认阈值 LE。

[0091] (实施例 3)

[0092] 接着,对决定错认阈值 LE 的其他方法进行说明。该方法是存储实际上车辆 1 行驶的道路的曲线缓和部 12 的长度  $L_{c10}$  的数据,并根据所存储的数据来决定错认阈值 LE 的方法。将在该情况下使用的错认阈值决定例程 2 的流程图示出在图 6 中。当执行本实施例时,在 S401 中,通过偏航率传感器 4 以及车轮速传感器 5 等自律传感器,利用图 3 的道路形状推定例程中示出的要点来求出  $L_p$  和  $R_p$  的值。另外,在 S402 中,根据汽车导航系统的 GPS 数据求出  $L_p$  和  $R_p$  的值。

[0093] 在本例程中,进行 S401 和 S402 中任一方的处理即可。即,通过使用自律传感器的方法和使用汽车导航系统的方法中的任何一方求出  $L_p$  和  $R_p$  的值即可。然后,在 S403 中,在使用了自律传感器的情况下、或在使用了汽车导航系统的情况下,都通过图 3 所示的 S104 ~ S106 的运算来求出曲线缓和部 12 的长度  $L_{c10}$ ,并存储该数据。然后,在 S404 中,使用该存储的  $L_{c10}$  的数据来决定错认阈值 LE。

[0094] 图 7 中示出了所存储的曲线缓和部 12 的长度  $L_{c10}$  的分布的例子。如图所示,在曲线缓和部 12 的长度  $L_{c10}$  的分布中,除了大的正态分布状的峰值以外,有时还存在小的峰值。并且,基本上,由于  $L_{c10}$  为由道路设计规范所规定的  $L_{min}$  以上的值,所以分布曲线的左端为  $L_{min}$ 。在本实施例中,错认阈值 LE 是在  $L_{c10}$  的平均值上加上预定的容限(margin)得到的值。例如,在图 7 中,错认阈值 LE 是在  $L_{c10}$  的平均值上加上标准偏差  $\sigma$  的  $k$  倍得到的( $k = 1 \sim 3$ )。这样一来,对于  $L_{c10}$  的分布,能够将错认阈值 LE 设为比大的正态分布状的峰值大的值且在从大的峰值奇异地稍微偏离的峰值以下。通过这样,针对构成  $L_{c10}$  的分布中的大的峰值的曲线,不特别进行驾驶支援,能够在经过从大的峰值稍微偏离的与例外的峰值相当的曲线的情况下进行驾驶支援。

[0095] 根据本实施例,在曲线缓和部 12 行驶中基于由自律传感器检测并存储的过去的的数据、或者基于由汽车导航系统的 GPS 检测并存储的所谓的未来的数据,求出曲线缓和部 12 的长度  $L_{c10}$  的分布,持有比该分布的平均值大预定量的值而设为错认阈值 LE。因此,能够基于车辆 1 实际经过的道路或此后实际经过的数据,得到更符合实际的错认阈值 LE。针对在曲线缓和部 12 行驶中由自律传感器检测并存储的过去的的数据、和由汽车导航系统的 GPS 检测并存储的未来的数据的区分使用,例如可以在路线类别发生了变化等由自律传感器检测的过去的的数据不再有效时,切换至由 GPS 检测的未来的数据。

[0096] 此外,图 8 中示出了在本实施例中取得的许多曲线缓和部 12 的长度  $L_{c10}$ 、和此时产生的最大横向加速度  $G$  的关系的分布。在图 8 中横轴是曲线缓和部 12 的长度  $L_{c10}$ 。另外,纵轴是在车辆经过各个曲线缓和部 12 时实测到的最大横向加速度  $G$ 。在该分布中,认为属于左下的曲线群 C1 的曲线是通常的曲线,在经过它们时驾驶员不大会感到危险。

[0097] 与此相对,针对右上奇异存在的曲线 C3,与分布在中央的曲线群 C2 相比较,尽管圆形曲线部 13 的曲率半径  $R_{real}$  相等,但曲线缓和部 12 的长度  $L_{c10}$  长。并且,产生的最大横向加速度  $G$  也大。在经过该曲线 C2 这样的曲线的情况下,驾驶员大多会感到危险。在本实施例中,通过在图 7 所示的区域设定错认阈值 LE,作为结果,在图 8 中,能够如图示那样设定错认阈值 LE,能够仅在车辆 1 经过曲线 C2 那样的奇异的曲线时发出警报,能够仅在经

过真正危险的曲线时实施驾驶支援。

[0098] (实施例 4)

[0099] 接着,对求出错认阈值 LE 的方法的另外其他例子进行说明。本实施例的方法是使用实际驾驶员在曲线上感到危险的现场的各参数的数据来求出错认阈值 LE 的方法。图 9 是示出了实际存在的驾驶员经过曲线时的车速  $V_s(t)$ 、横向加速度 G、曲率半径 R、曲率( $1/R$ )、舵角的时间变化的曲线图。根据该曲线图的曲率半径 R 以及曲率( $1/R$ )的变化,可知车辆 1 经过曲线缓和部 12 所需的时间是 4.8sec。另外,通过此时的车速是 46km/h,可知曲线缓和部 12 的长度  $L_{c10}$  是 61m。

[0100] 同时,根据图 9 可知,在驾驶员在曲线缓和部 12 行驶了 3.1sec (40m) 时,通过停止继续转方向盘来使舵角恒定。然后,可知驾驶员随后感到危险,再次重新转方向盘,由此使舵角增大。即,该驾驶员的情况下,认为曲线缓和部 12 结束的距离约为 40m、直到曲线缓和部 12 结束的时间为 3.1sec,根据该想法暂时作了认为曲线缓和部 12 结束的应对,但是由于曲线缓和部 12 并没有结束,所以之后慌忙再次重新转方向盘。因此,在本实施例中,将在 40m 这样的基于驾驶员的想法的值上乘以适当的 Gain 得到的结果设为错认阈值 LE。例如在将 Gain 设为 1.5 的情况下,错认阈值 LE 成为 60m。根据本实施例的方法,能够决定对驾驶员的个人特性进行了考虑后的错认阈值 LE,更准确地是能够抑制曲线行驶中的危险的发生。

[0101] 此外,在本实施例中,最终求出驾驶员认为曲线缓和部 12 结束的距离,但在本实施例中,由于所收集到的数据是各参数的时间变化,所以在这样的情况下,也可以根据驾驶员认为曲线缓和部 12 结束的时间,求出错认时间阈值 TE。具体地说,由于驾驶员认为曲线缓和部 12 结束的时间是 3.1sec,所以例如可以将在该 3.1sec 上乘以 Gain1.5 得到的 4.65sec 设为错认时间阈值 TE,在曲线缓和部 12 的经过时间为错认时间阈值 TE 以上时发出警报。当然,作为 Gain 也可以采用其他的值。

[0102] 接着,针对使用实际的驾驶员在曲线上感到危险的情况下的各数据来求出错认阈值 LE 或者错认时间阈值 TE 的方法的其他例子进行说明。在图 9 的例子中,着眼于驾驶员的方向盘操作(舵角)的变化来推测驾驶员认为曲线结束的距离(时间),但是在接下来的例子中,着眼于驾驶员的加减速的定时。在图 10 中示出了实际存在的驾驶员经过曲线时的车速  $V_s(t)$ 、横向加速度 G、曲率半径 R、曲率( $1/R$ )的时间变化的曲线图。实际上,该曲线是车辆 1 经过与图 8 中的曲线 C3 相当的曲线时的数据。

[0103] 在该驾驶员的情况下,认为在从进入曲线缓和部 12 起 5.7sec (72m) 的时刻曲线结束,开始加速。然后,在进入圆形曲线部 13 跟前,察觉到危险而紧急操作方向盘,因此在该定时形成横向加速度 G 陡峭的峰值。根据这样的信息,对该驾驶员来说,可以将 72m 上乘以 Gain 得到的距离设为错认阈值 LE、或将在 5.7sec 上乘以 Gain 得到的时间设为错认时间阈值 TE。

[0104] 以上,如说明的那样,根据本实施例,能够将每个驾驶员的习惯、特性纳入考虑并且设定对驾驶员而言最佳的错认阈值 LE 或错认时间阈值 TE,能够实现更加细致的驾驶支援。

[0105] 此外,在上述的实施例中,作为自律传感器,使用了白线识别照相机 6、偏航率传感器 4、车轮速传感器 5,但是只要是能够检测曲线缓和部 12 的的形状的信息的传感器,可以使

用其他的传感器类。另外,在上述的实施例中,曲线缓和部 12 以由回旋曲线的函数来定义为前提,但是本发明也能够适用于曲线缓和部由其他的函数来定义的道路。作为其他的函数,可以举例如 2 次曲线。

[0106] 另外,在上述的实施例中,与曲线缓和部 12 的形状相关的数据的取得及运算、错认阈值 LE、错认阈值 TE 的决定、驾驶支援的实施判断,对由搭载于车辆 1 的 ECU3 来进行的例子进行了说明。然而,本发明并不限于这样的结构。例如,也可以为如下结构:将各车辆 1 和信息中心设为能够进行无线通信的状态,上述的处理在信息中心进行,从信息中心向各车辆 1 发送驾驶支援指令。另外,与曲线缓和部 12 的形状相关的信息也可以从外部的服务器取得。

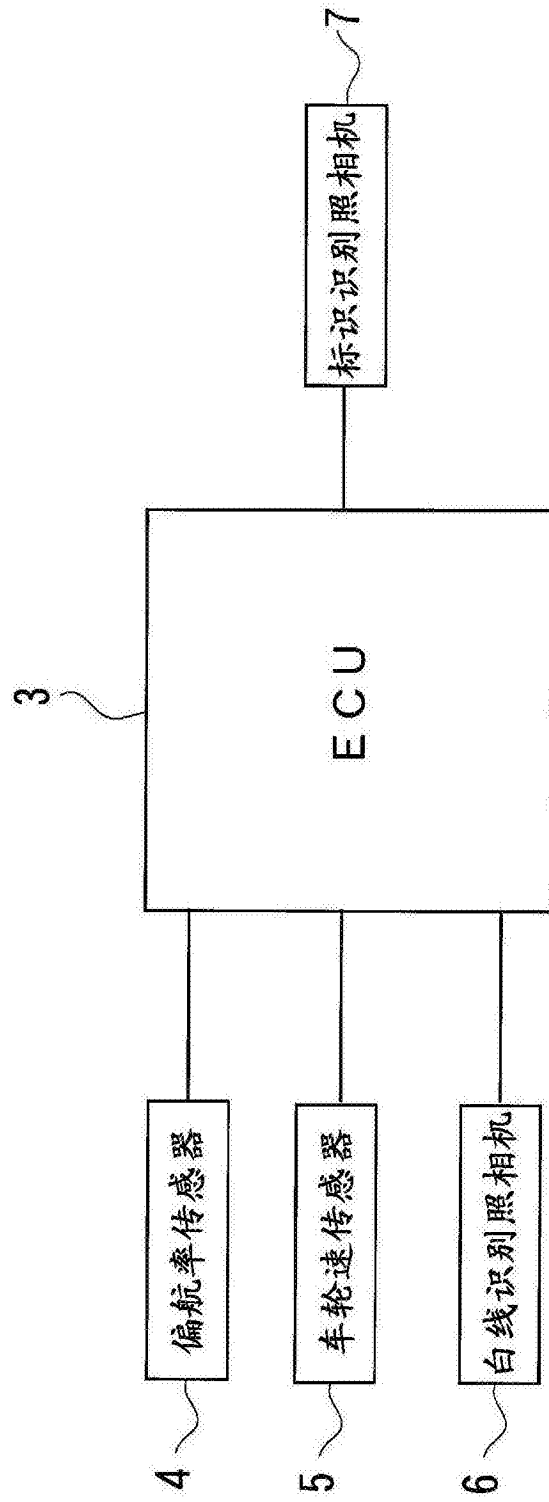


图 1

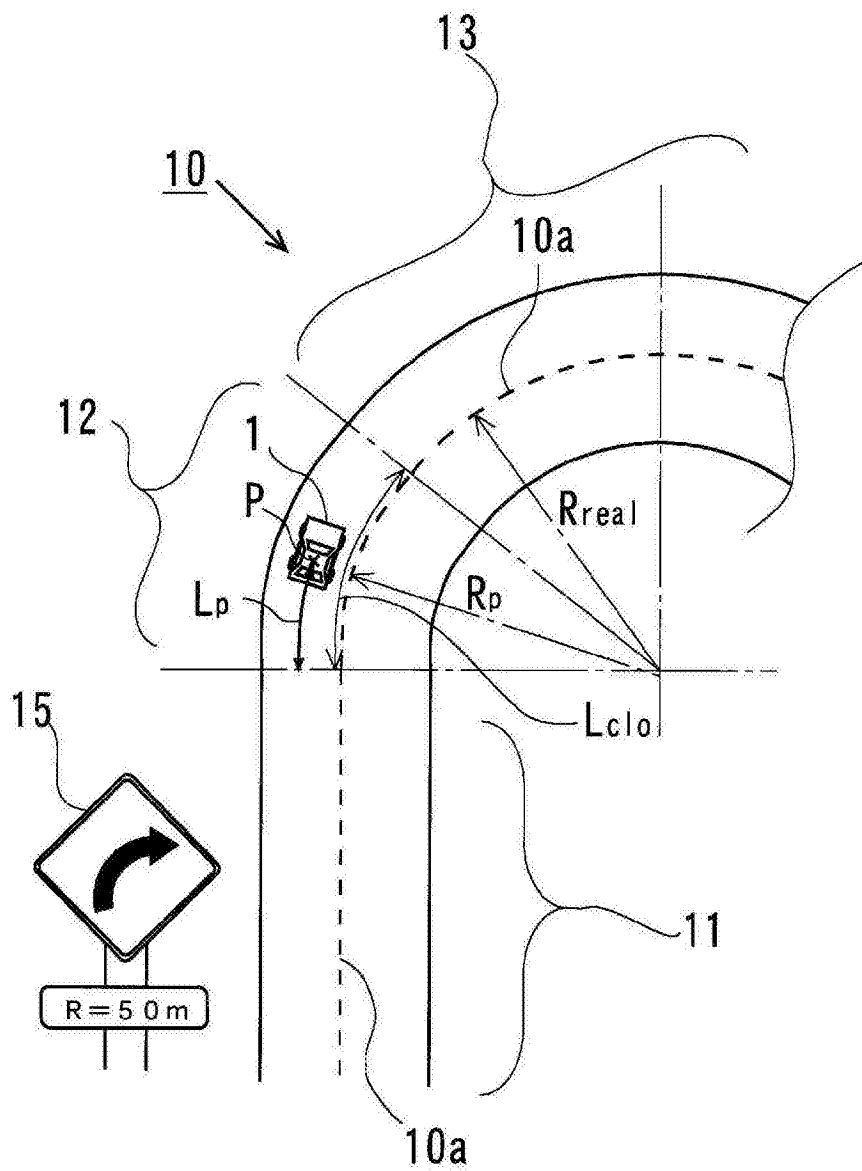


图 2

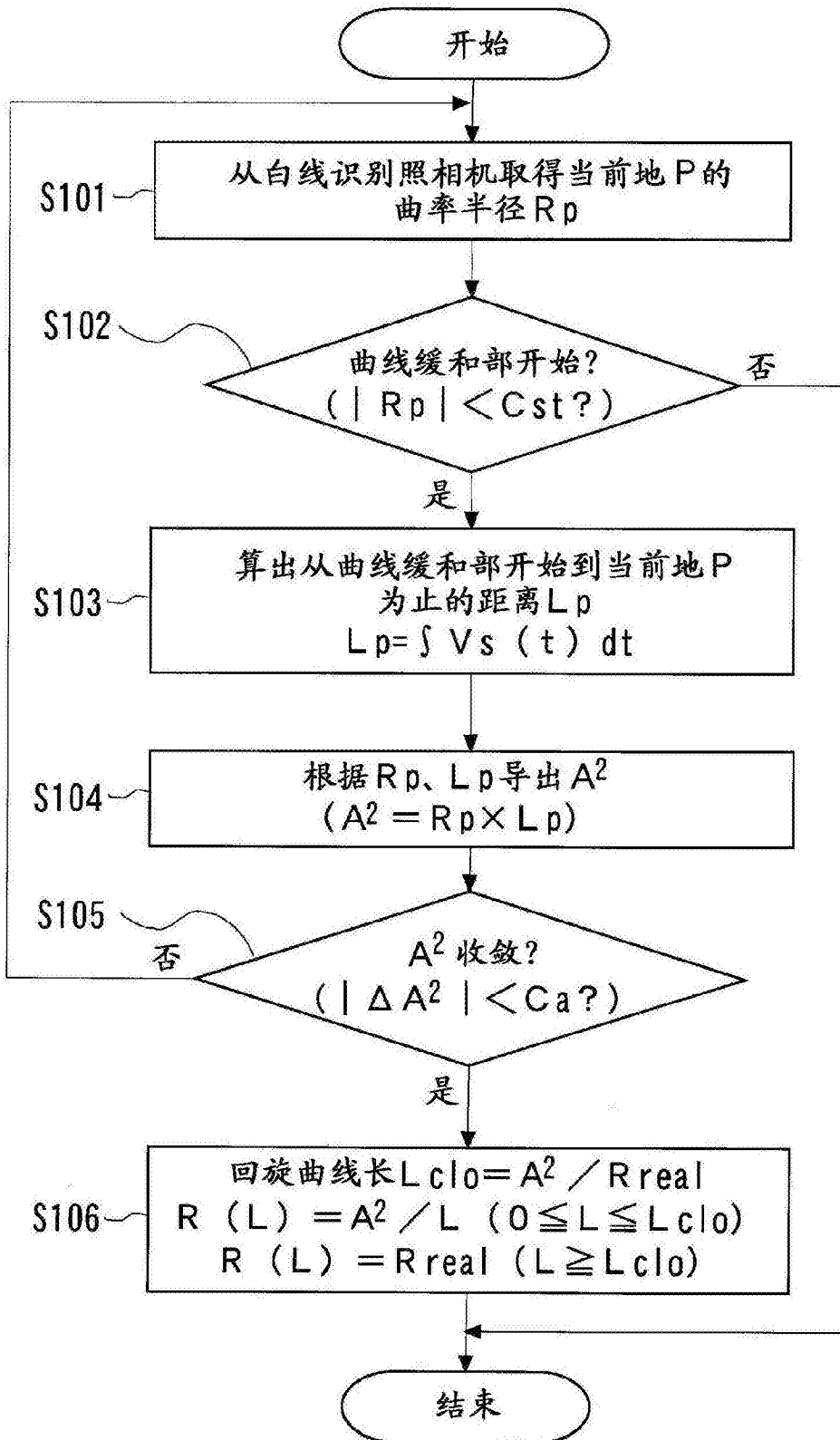


图 3

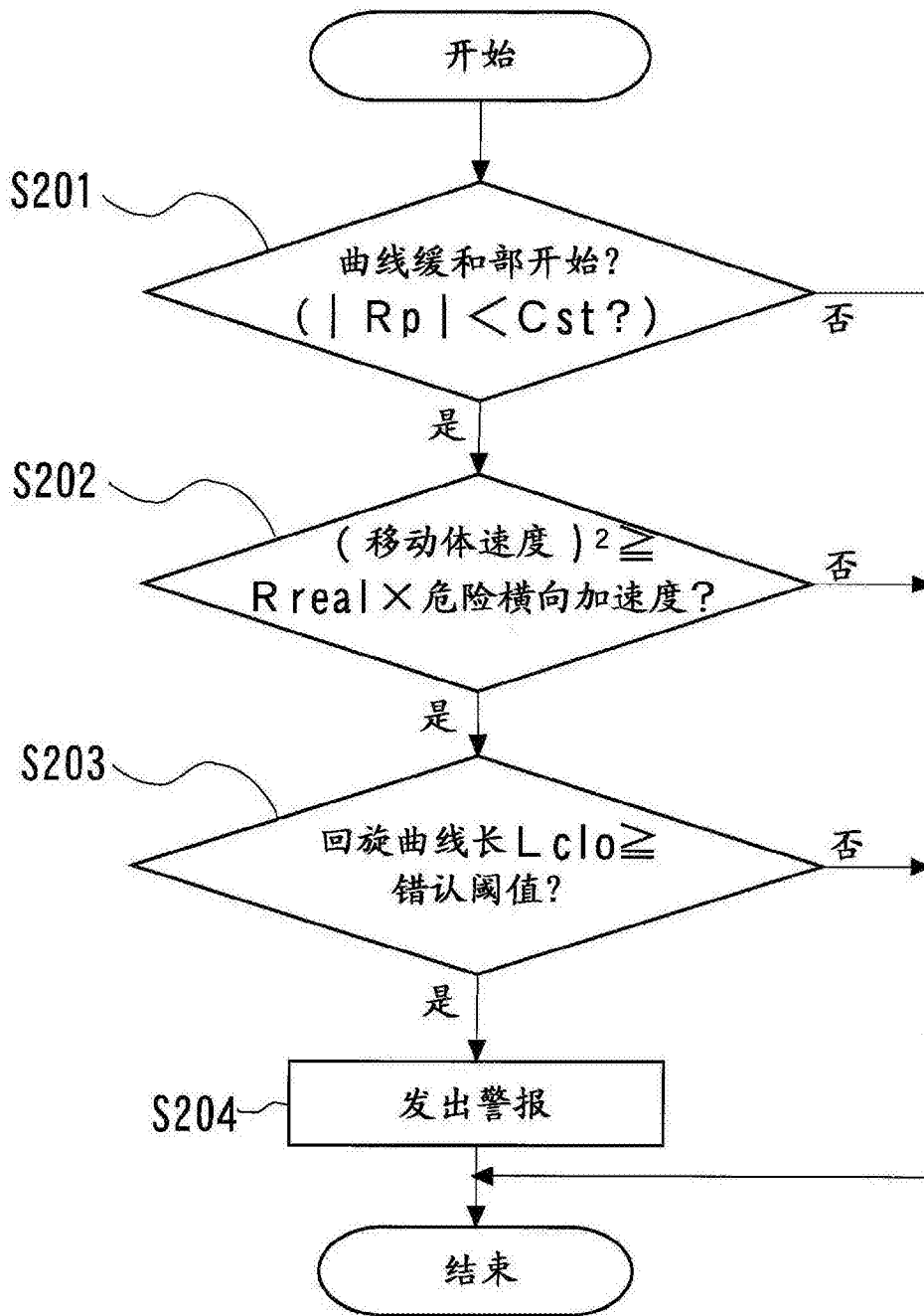


图 4

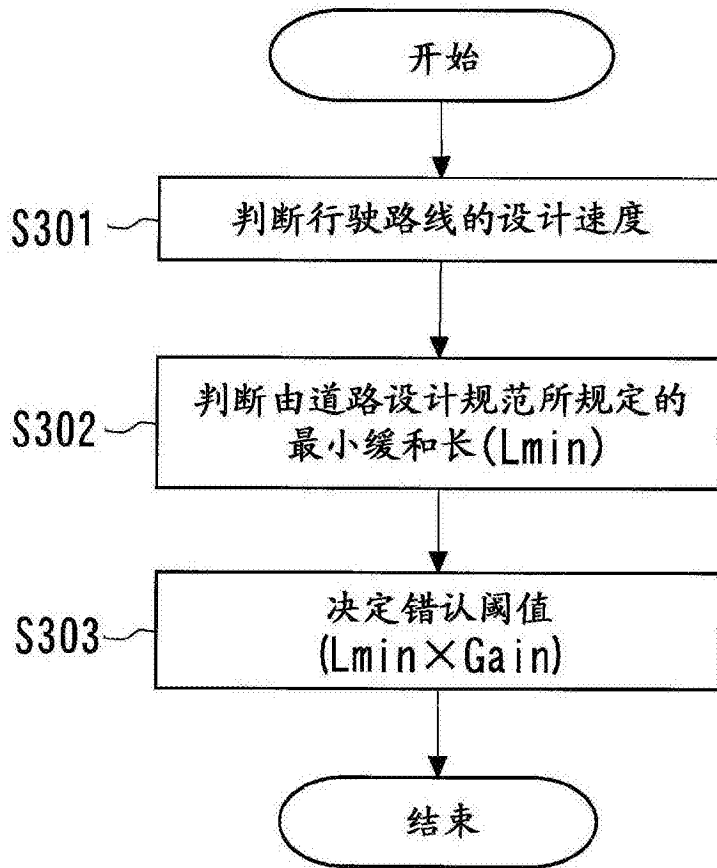


图 5

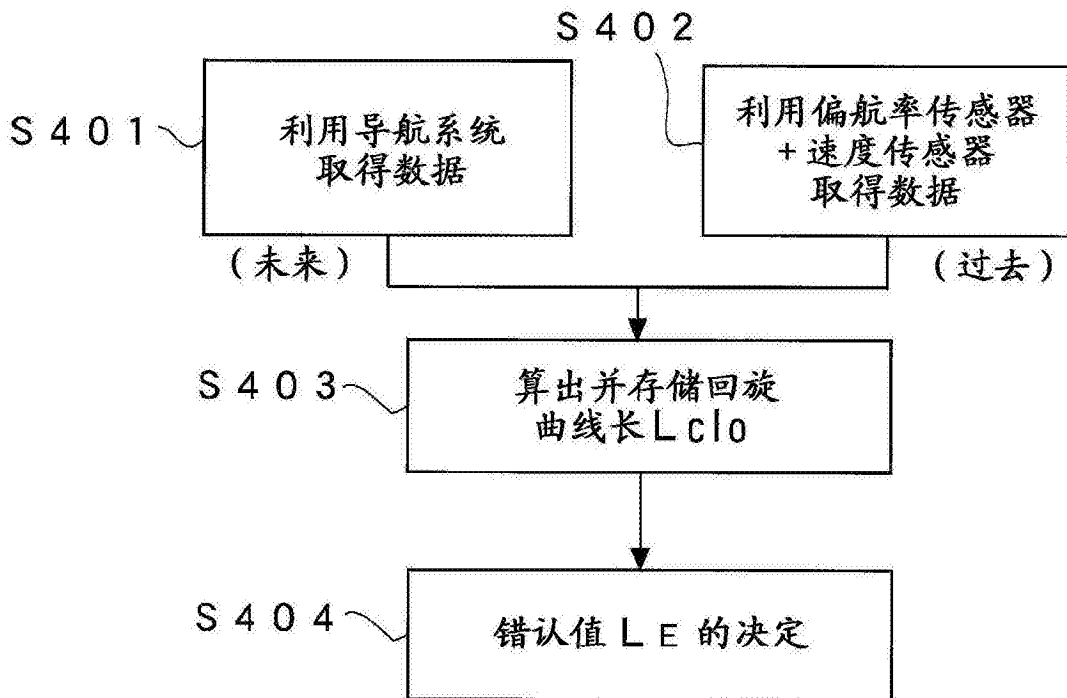


图 6

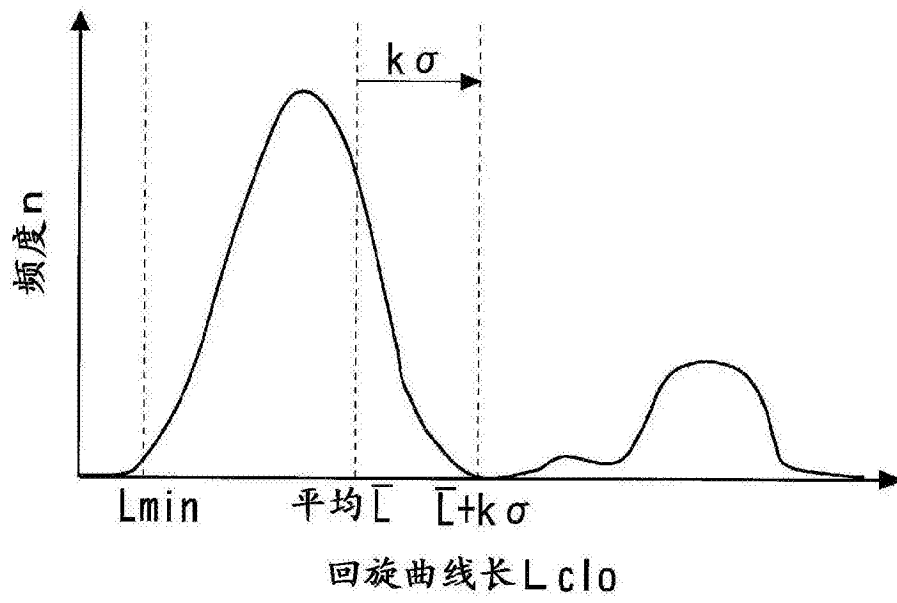


图 7

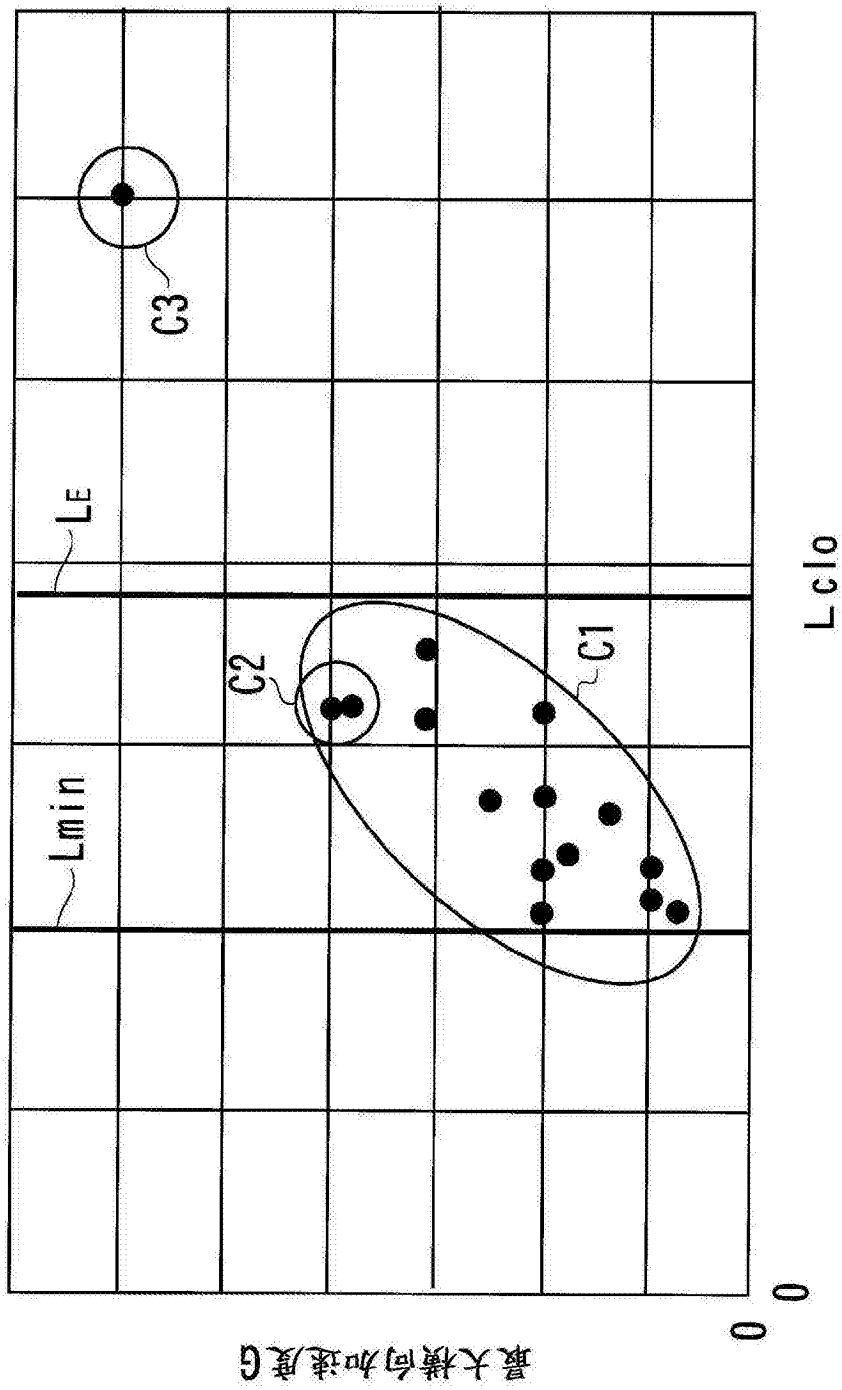


图 8

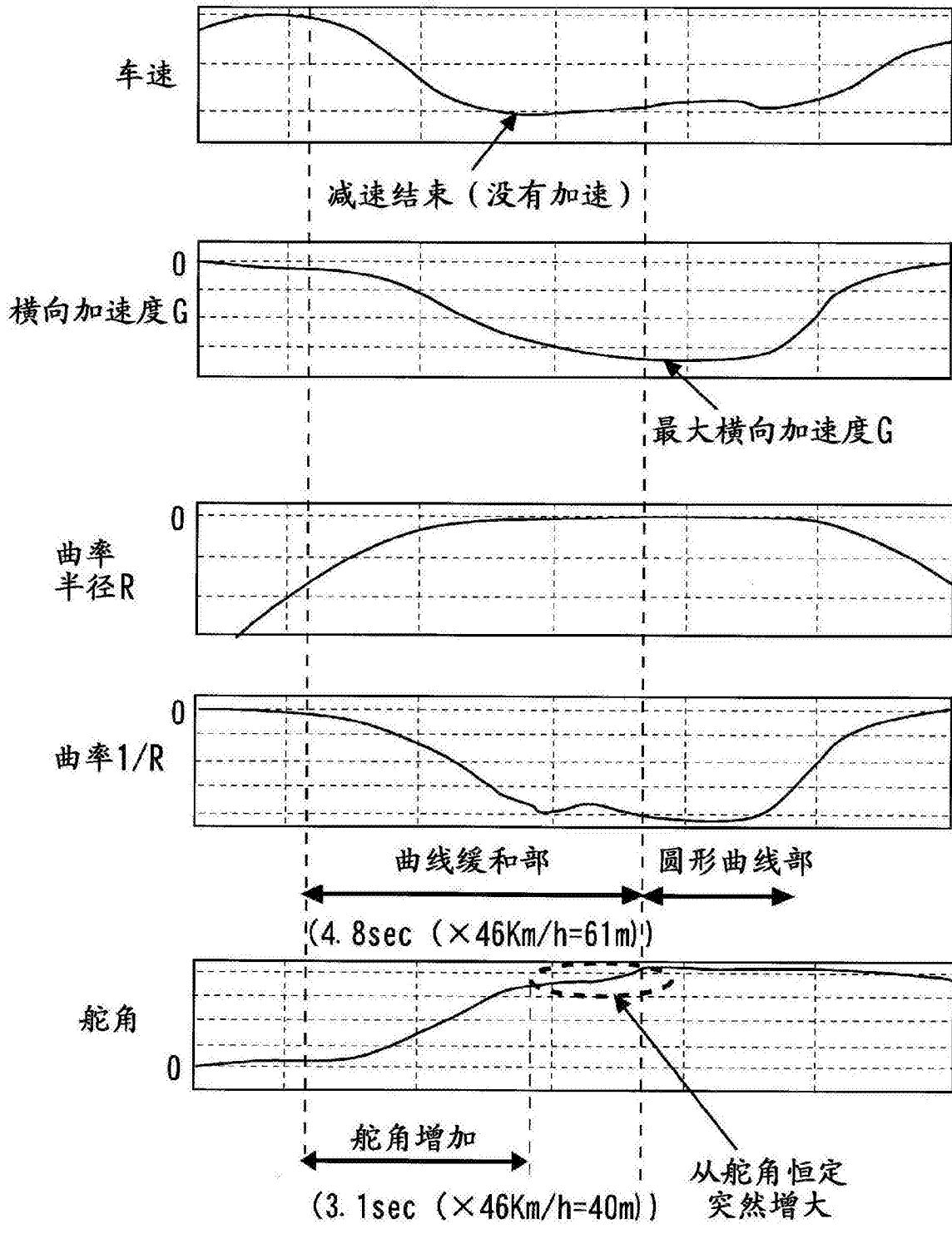


图 9

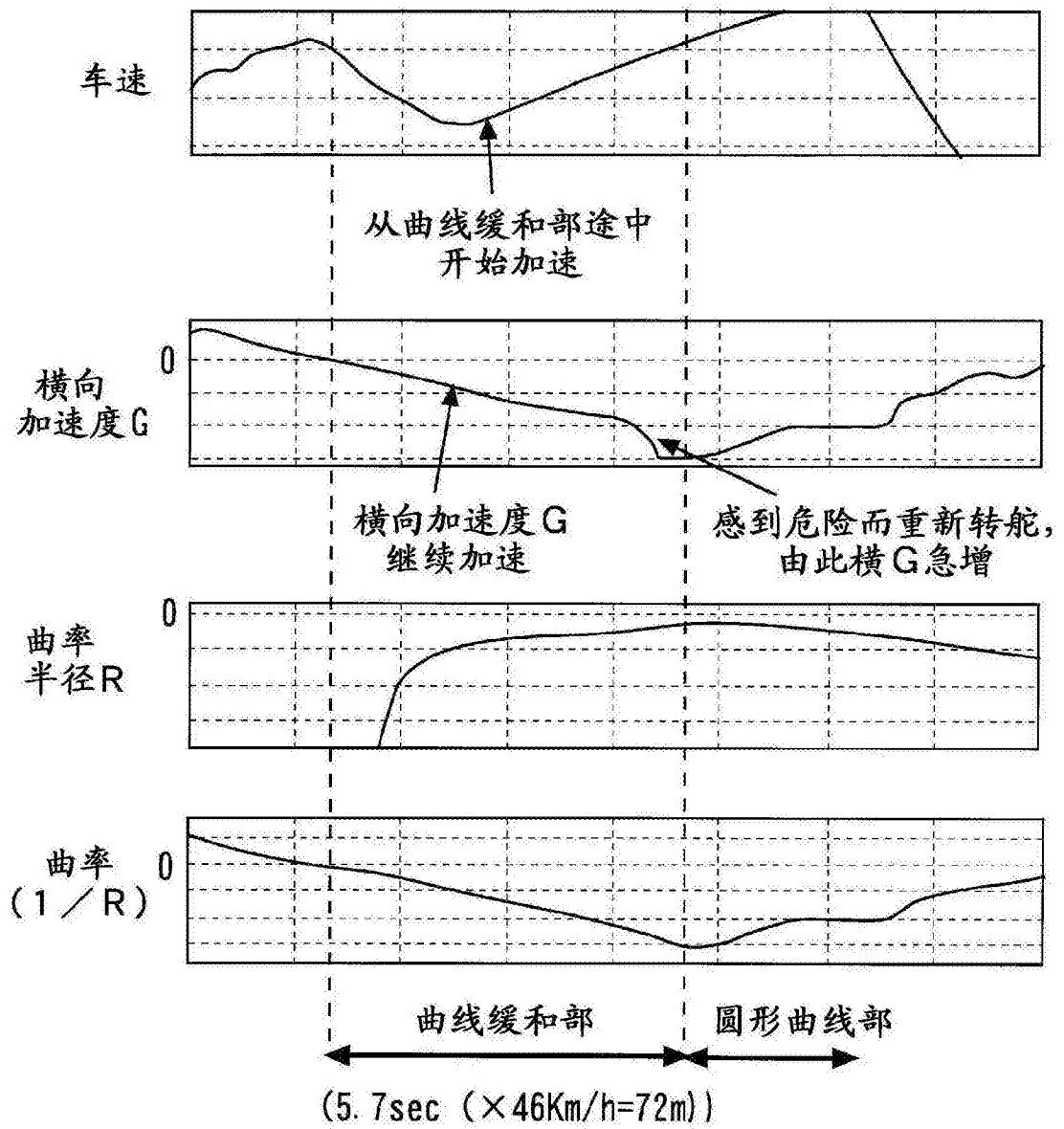


图 10