



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103026397 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 08

(21) 申请号 201180036381. 3

(22) 申请日 2011. 07. 25

(30) 优先权数据

2010-168633 2010. 07. 27 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 01. 24

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2011/001717 2011. 07. 25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/014040 EN 2012. 02. 02

(73) 专利权人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县丰田市

(72) 发明人 根本雄介

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

代理人 田军锋 黄霖

(51) Int. Cl.

G08G 1/16(2006. 01)

B60W 30/16(2012. 01)

(56) 对比文件

US 5781119 A, 1998. 07. 14, 参见说明书第 5 栏第 46-62 行, 附图 1、4、5.

US 2002/0161506 A1, 2002. 10. 31, 参见说明书第 0041-0070 段, 附图 1-3.

EP 0263262 A2, 1988. 04. 13, 全文.

EP 1696403 A1, 2006. 08. 30, 全文.

CN 1521041 A, 2004. 08. 18, 全文.

审查员 张伟

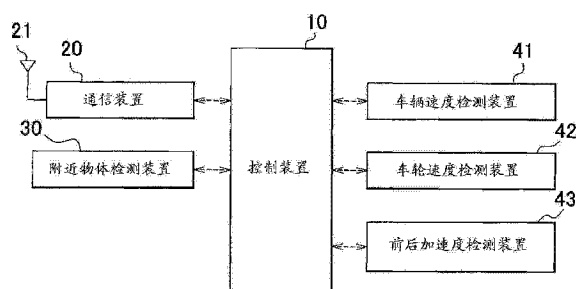
权利要求书2页 说明书13页 附图2页

(54) 发明名称

车辆控制系统

(57) 摘要

一种车辆控制系统包括:通信装置(20),通信装置(20)设置在车辆中以便从该车辆外部接收与另一车辆有关的信息;以及控制装置(10),控制装置(10)基于与用于在另一车辆的行驶控制期间使用的控制目标值的传递函数相关的信息和经由该车辆的通信装置(20)获得的另一车辆的控制目标值对该车辆执行行驶控制。另外,一种车辆控制系统包括:通信装置(20),通信装置(20)设置在车辆中;以及控制装置(10),控制装置(10)使用经由通信装置(20)从该车辆外部接收的与另一车辆有关的信息来执行行驶控制,其中,通信装置(20)传送与用于在行驶控制期间使用的控制目标值的传递函数相关的信息。



1. 一种车辆控制系统,其特征在于包括:

通信装置(20),所述通信装置(20)设置在车辆中以从所述车辆的外部接收关于另外的车辆的信息;以及

控制装置(10),所述控制装置(10)基于与针对所述另外的车辆的行驶控制期间所使用的控制目标值的传递函数相关的信息和经由所述车辆的所述通信装置(20)获得的所述另外的车辆的所述控制目标值对所述车辆执行行驶控制,其中,与所述传递函数相关的信息表示相对于所述另外的车辆的所述控制目标值的控制响应特性。

2. 根据权利要求1所述的车辆控制系统,其中,所述控制装置(10)基于经由所述通信装置(20)获得的关于所述另外的车辆的规格信息对所述车辆执行所述行驶控制。

3. 根据权利要求1或2所述的车辆控制系统,其中,经由所述车辆的所述通信装置(20)获得与所述另外的车辆的所述传递函数相关的信息。

4. 根据权利要求1或2所述的车辆控制系统,其中,所述控制装置(10)基于所述另外的车辆的所述控制目标值和相对于该控制目标值的实际输出的测量值来计算与所述另外的车辆的所述传递函数相关的信息。

5. 根据权利要求4所述的车辆控制系统,其中,由所述另外的车辆测量所述另外的车辆的所述实际输出的所述测量值,并且

所述车辆经由所述车辆的所述通信装置(20)获得所述另外的车辆的所述实际输出的所述测量值。

6. 根据权利要求4所述的车辆控制系统,还包括用于对相对于所述另外的车辆的所述控制目标值的所述实际输出进行测量的测量装置(30)。

7. 根据权利要求1所述的车辆控制系统,其中,所述控制装置(10)基于与所述车辆的传递函数相关的信息来执行所述行驶控制。

8. 根据权利要求1所述的车辆控制系统,其中,所述控制装置(10)使用与所述另外的车辆的所述传递函数相关的信息和所述另外的车辆的所述控制目标值来计算相对于所述另外的车辆的所述控制目标值的实际输出值,并且基于所述另外的车辆的所述实际输出值来获得所述车辆的所述行驶控制期间所使用的控制目标值。

9. 根据权利要求8所述的车辆控制系统,其中,所述控制装置(10)对关于所述车辆的规格信息与经由所述通信装置(20)获得的关于所述另外的车辆的规格信息进行比较以确定所述车辆与所述另外的车辆之间的输出特性或减速特性的特性差异,并且基于所述特性差异来获得所述车辆的所述控制目标值。

10. 根据权利要求9所述的车辆控制系统,其中,所述控制装置(10)基于所述特性差异对所述车辆的所述控制目标值进行校正。

11. 根据权利要求8所述的车辆控制系统,其中,所述控制装置(10)使用所述另外的车辆的实际输出和与所述车辆的传递函数相关的信息来计算所述车辆的所述控制目标值。

12. 根据权利要求11所述的车辆控制系统,还包括对相对于所述车辆的所述控制目标值的实际输出进行测量的测量装置(41、42、43),

其中,所述控制装置(10)使用所述车辆的所述实际输出和所述车辆的所述控制目标值来计算与所述车辆的所述传递函数相关的信息。

13. 根据权利要求1或2所述的车辆控制系统,其中,与所述传递函数相关的信息为时

间常数。

14. 一种车辆控制系统,其特征在于包括:

通信装置(20),所述通信装置(20)设置在车辆中;以及

控制装置(10),所述控制装置(10)使用经由所述通信装置(20)从所述车辆的外部接收的关于另外的车辆的信息来执行行驶控制,

其中,所述通信装置(20)传送与针对所述行驶控制期间所使用的控制目标值的传递函数相关的信息,并且,与所述传递函数相关的信息表示相对于所述车辆的所述控制目标值的控制响应特性。

15. 根据权利要求14所述的车辆控制系统,其中,与所述传递函数相关的信息为时间常数。

车辆控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种车辆控制系统,该车辆控制系统使主车辆基于与在主车辆附近行驶的另一车辆的关系来行驶。

背景技术

[0002] 例如,在日本专利申请公报 No. 2008-059094 (JP-A-2008-059094) 和日本专利申请公报 No. 63-098706 (JP-A-63-098706) 中公开了这种类型的常规的车辆控制系统。JP-A-2008-059094 公开了一种与车辆间隔控制有关的技术,在该技术中,基于车辆群中的另一车辆的目标速度和目标加速度/减速度来设定车辆群中的某一车辆的目标速度和目标加速度/减速度,所设定的目标速度和目标加速度/减速度通过通信被传送至该车辆,并且该车辆经受行驶控制,使得该车辆的速度和加速度/减速度与目标速度和目标加速度/减速度匹配。同时,JP-A-63-098706 公开了一种与车辆间隔控制有关的技术,在该技术中,在至少两个车辆之间执行车车通信,并且基于另外车辆的接收到的目标加速度对主车辆执行行驶控制。

[0003] 顺便说一下,根据实际输出值的相对于控制目标值的控制响应特性,在车辆中在发出用于获得控制目标值比如目标车辆加速度的控制指令的点与实际输出同控制目标值匹配的点之间会发生响应延迟。因此,根据相对于控制目标值的控制响应特性,当基于另外车辆的控制目标值在行驶上对主车辆执行控制时,可能不能够适当地执行行驶控制。例如,在上述车辆间隔控制中,相对于前行车辆的实际车辆加速度和实际车辆速度,尾随车辆的目标车辆加速度和目标车辆速度会偏离期望的控制目标值,因而,尾随车辆的跟随前行车辆的能力会劣化。

发明内容

[0004] 本发明提供一种车辆控制系统,该车辆控制系统能够提高基于主车辆的与另外的车辆的关系对主车辆执行的行驶控制的控制精度。

[0005] 本发明的第一方面为这样的车辆控制系统,该车辆控制系统包括:通信装置,该通信装置设置在车辆中以从该车辆的外部接收关于另外的车辆的信息;以及控制装置,该控制装置基于与针对另外的车辆的行驶控制期间所使用的控制目标值的传递函数相关的信息和经由该车辆的通信装置获得的另外的车辆的控制目标值对该车辆执行行驶控制。

[0006] 控制装置可以基于经由通信装置获得的关于另外的车辆的规格信息来执行行驶控制。

[0007] 可以经由该车辆的通信装置来获得与另外的车辆的传递函数相关的信息。

[0008] 控制装置可以基于另外的车辆的控制目标值和相对于另外的车辆的控制目标值的实际输出的测量值来计算与另外的车辆的传递函数相关的信息。

[0009] 可以由另外的车辆来测量另外的车辆的实际输出的测量值,并且该车辆可以经由通信装置获得另外的车辆的实际输出的测量值。

[0010] 车辆控制系统还可以包括对相对于另外的车辆的目标值的实际输出进行测量的测量装置。

[0011] 控制装置可以基于与该车辆的传递函数相关的信息来执行行驶控制。

[0012] 控制装置可以使用与另外的车辆的传递函数相关的信息和另外的车辆的控制目标值来计算相对于另外的车辆的控制目标值的实际输出值,并且可以基于另外的车辆的实际输出值来获得该车辆的行驶控制期间所使用的控制目标值。

[0013] 控制装置可以对经由通信装置获得的关于另外的车辆的规格信息与关于该车辆的规格信息进行比较以确定该车辆与另外的车辆之间的输出特性或减速特性的特性差异,并且可以基于该特性差异获得该车辆的控制目标值。

[0014] 控制装置可以基于特性差异对该车辆的控制目标值进行校正。

[0015] 控制装置可以使用另外的车辆的实际输出和与该车辆的传递函数相关的信息来计算该车辆的控制目标值。

[0016] 车辆控制系统还可以包括对相对于该车辆的控制目标值的实际输出进行测量的测量装置,并且控制装置可以使用该车辆的实际输出和该车辆的控制目标值来计算与该车辆的传递函数相关的信息。

[0017] 本发明的第二方面为这样的车辆控制系统,该车辆控制系统包括:通信装置,该通信装置设置在车辆中;以及控制装置,该控制装置使用经由通信装置从车辆的外部接收的关于另外的车辆的信息来执行行驶控制,其中,通信装置传送与针对行驶控制期间所使用的控制目标值的传递函数相关的信息。

[0018] 与传递函数相关的信息可以为时间常数。

[0019] 根据本发明的车辆控制系统使用与传递函数相关的信息对主车辆执行行驶控制,其中与传递函数相关的信息表示相对于在另外车辆的行驶控制中使用的控制目标值的控制响应特性。因此,能够在主车辆中以高精度得知另外车辆的相对于控制目标值的实际输出,因而,相对于另外车辆在主车辆中执行的行驶控制的控制精度得到提高。另外,在根据本发明的车辆控制系统中,从主车辆传送与用于在主车辆的行驶控制期间使用的控制目标值的传递函数相关的信息以便该信息能够被另外车辆接收。因此,能够以高精度通知另外车辆关于主车辆的相对于控制目标值的实际输出,因而,相对于主车辆在另外车辆中执行的行驶控制的控制精度得到提高。

附图说明

[0020] 根据示例性实施方式的参照附图的以下描述,本发明的上述及另外的目的、特征和优点将变得明显,附图中相同的附图标记用来表示相同的元件,并且在附图中:

[0021] 图 1 为视图,其示出了根据本发明的实施方式的车辆控制系统的构成;以及

[0022] 图 2 为视图,其示出了线性二次(LQ)控制。

具体实施方式

[0023] 下面将基于附图详细描述根据本发明的车辆控制系统的实施方式。应当指出的是,本发明不被该实施方式限制。

[0024] 现在将基于图 1 和图 2 来描述根据本发明的车辆控制系统的实施方式。

[0025] 根据该实施方式的车辆控制系统能够使用无线通信将与各个车辆有关的信息传送到附近车辆以及从附近车辆接收与各个车辆有关的信息,并且根据该实施方式的车辆控制系统能够使用各个车辆所共享的主车辆信息和另外车辆信息来执行行驶控制。本文中,多个车辆之间的车辆间隔控制将用作行驶控制的示例。换言之,在该示例中,车辆控制系统应用于下面将描述的车辆间隔自动控制系统。通过将图 1 中示出的构成元件(车辆控制设备)安装在车辆中来实现该系统。在该示例中,图 1 中示出的构成元件安装在根据该系统的主车辆以及主车辆附近的另一车辆(例如,前行驶车辆和尾随车辆)中。由图 1 中示出的控制装置(ECU) 10 来执行根据该系统的控制操作。

[0026] 车辆间隔自动控制系统执行所谓的自适应巡航控制(ACC)以便将车辆间隔控制成设定的目标车间距离和设定的目标车间时间。通过缩短车辆间隔以便实现目标车间距离和目标车间时间,车辆间隔自动控制系统能够减小尾随车辆所受到的空气阻力,因而能够提高尾随车辆的燃料效率。另外,通过缩短车辆间隔,车辆间隔自动控制系统能够使每单位时间通过公路上的某一点的车辆的数量(所谓的通行能力)增大,这对于缓解公路拥堵是有用的。

[0027] 由根据该示例的车辆间隔自动控制系统执行的车辆间隔控制不限于跟随单个前行驶车辆时或者被单个尾随车辆跟随时所执行的前后对车辆之间的车辆间隔控制,并且还包括对队列行驶期间形成单个队列的多个车辆(车辆群)中的每一个执行的车辆间隔控制,在该车辆间隔控制中,车辆以队列行驶,同时跟随前行驶车辆或者被尾随车辆跟随。

[0028] 在车辆间隔自动控制系统中,使用车辆无线通信技术,各种信息在车辆之间交换,并且基于该信息或者包括在该信息中的车辆间隔控制所需的信息来设定车辆间隔控制的控制目标值。车辆间隔自动控制系统然后执行对应于控制目标值的车辆控制,从而车辆间隔被控制成与用作控制目标值的目标车间距离(目标车间时间)匹配。换言之,车辆间隔自动控制系统执行信息通信类型的车辆间隔控制(例如,ACC)。

[0029] 控制装置 10 连接有通信装置 20,通信装置 20 执行车辆无线通信。通信装置 20 被控制装置 10 控制,以便从天线 21 传送在车辆间隔自动控制系统中在车辆之间交换的下面将描述的各种信息(识别信息、行驶信息、控制目标值信息、驾驶员操作信息、车辆规格信息、通信标准信息、行驶环境信息等)。

[0030] 以下类型的通信可以用作车辆无线通信。例如,这种类型的无线通信包括信息在车辆之间直接交换的通信、以及信息经由布置在车辆的外部的通信设施在车辆之间间接交换的通信。信息在车辆之间直接交换的车车通信可以引用作为前一类型的无线通信的示例。信息经由布置在车辆的外部的通信设施(路边装置)在车辆之间交换的车路车通信、以及信息经由布置在车辆的外部的通信设施(基站,比如信息中心)使用通信基础结构(比如互联网)在车辆之间交换的通信可以引用作为后一类型的无线通信的示例。在队列行驶期间,车辆群中的紧接着的前行驶车辆和任何其它前行驶车辆以及车辆群中的紧接着的尾随车辆和任何其它尾随车辆可以用作通信伙伴,而不管信息是被直接交换还是被间接交换。

[0031] 上述车路车通信为路车通信的应用的示例,在路车通信中,信息在车辆的通信装置 20 与布置在车辆的外部的通信设施(路边装置)之间交换。当车辆接收诸如与前面的公路有关的拥堵状况和交通信号状况之类的信息时,使用路车通信。

[0032] 在车辆之间交换的各种信息的示例包括识别信息、行驶信息、控制目标值信息、驾

驶员操作信息、车辆规格信息、通信标准信息、行驶环境信息等。车辆中安装有用于获得该信息的检测装置等。由检测装置等获得的信息(检测信号等)被传送至控制装置 10。

[0033] 识别信息为用于确认和识别信息传送源的信息。在车辆间隔自动控制系统中,用于确认和识别车辆自身的车辆识别信息被提前设定在车辆中。应当指出的是,可以在通信时传输车辆识别信息。在队列行驶期间,也可以传输用于确认和识别车辆群的车辆群识别信息。例如,由属于车辆群的车辆中的一个(例如,先头车辆)的控制装置 10 在开始队列行驶时设定车辆群识别信息,并且车辆群识别信息通过无线通信被传输至各个车辆。在队列行驶期间,当新车辆加入群时、当车辆离开群时等,在属于车辆群的车辆中会发生变化。在车辆间隔自动控制系统中,当在属于车辆群的车辆中发生变化时,可以重新传输新车辆群识别信息。替代性地,当新车辆加入车辆群时,预先存在的车辆群识别信息可以被传输至新加入的车辆。另一方面,当车辆离开车辆群时,保持在离开车辆中的车辆群识别信息由离开车辆的控制装置 10 删除。

[0034] 行驶信息为主车辆行驶时获得的测量信息和估计信息。行驶信息的示例包括表示主车辆的当前位置和前进方向的信息。例如,由全球定位系统(GPS) 31 获得的测量信息可以用作当前位置信息。例如,可以根据由 GPS31 获得的测量信息中的变化来估计前进方向信息、或者可以基于下面将描述的表示方向指示器操作方向和转向角度的信息来估计前进方向信息。来自导航系统 32 的地图信息可以与由 GPS31 获得的估计信息一起用作当前位置信息和前进方向信息。行驶信息还可以包括与主车辆有关的车辆速度信息、与主车辆有关的车辆加速度信息(车辆减速度信息)、与主车辆有关的车辆横向加速度信息、与主车辆有关的加加速度信息、与主车辆有关的横摆率信息、与主车辆有关的俯仰角信息和与主车辆有关的侧倾角信息。基于来自安装在主车辆中的各种传感器——比如车辆速度传感器(车辆速度检测装置 33)和加速度传感器——的检测值来获得该行驶信息。

[0035] 控制目标值信息为表示主车辆的执行与另一车辆的车辆间隔控制所需的控制目标值的信息。控制目标值信息包括表示前述目标车间距离和目标车间时间的信息,以及诸如目标车辆速度、目标车辆加速度或目标车辆减速度(下文中称为“目标车辆加速度/减速度”)、目标加加速度和驱动源的目标驱动力之类的信息,相对于主车辆设定所有这些信息以便实现目标车间距离和目标车间时间。控制装置 10 基于接收到的;另外车辆信息等来设定与车辆间隔控制相关的控制目标值。

[0036] 驾驶员操作信息包括表示驾驶员对主车辆的输入装置进行操作的量的信息以及表示输入装置是否已经被操作的信息。前一操作量信息包括表示加速器踏板的加速器操作量(节气门开度等)的信息、表示制动踏板的制动操作量(制动压力等)的信息、表示方向指示器已经被操作到左还是右的操作方向信息、表示转向盘的转向角度的信息和表示前照灯开关的操作状况的信息(表示前照灯处于高光束、低光束还是小光束的信息)等。同时,后一操作信息包括表示制动是否已经被操作(制动灯开关打开还是关闭)的信息、表示方向指示器是否已经被操作的信息、表示前照灯开关是否已经被操作的信息、表示雨刷开关是否已经被操作的信息、表示另一装置比如空调或音频设备上是否已经执行开关操作的信息等。

[0037] 车辆规格信息包括表示型号和制造商的信息。本文中,表示型号和制造商的信息可以包括在上述车辆识别信息中。因而,控制装置 10 仅需要参照车辆规格信息和车辆识别信息中的一个以便使用表示型号和制造商的信息。车辆规格信息不仅包括提前确定作为车

辆的设计值的信息,而且包括不表现出频繁变化的信息。例如,规格信息包括车辆重量、最大车辆制动力(最大车辆减速度,其取决于路面摩擦系数)、最大加速力(最大车辆加速度)、最大加加速度、车辆响应特性信息、各种致动器的响应性(对控制指令的响应速度)、设备信息等。致动器包括制动致动器、节气门致动器、传动装置致动器等。另外,例如,设备信息包括轮胎抓地性能等。

[0038] 车辆响应特性信息为与表示相对于车辆的控制目标值的控制响应特性的传递函数 $G(s)$ 有关的信息,或者换言之,车辆响应特性信息为与在以控制目标值控制驱动源、致动器等控制期间表现出的输出响应性(控制响应特性)有关的信息。例如,与传递函数 $G(s)$ 有关的信息可以由以下等式 1 所示的传递函数 $G(s)$ 自身或者与传递函数 $G(s)$ 有关的时间常数 T_s 来构成。替代性地,与传递函数 $G(s)$ 有关的信息可以由对应于传递函数 $G(s)$ 的映射来构成。时间常数 T_s 为每个车辆所特有的值。在等式 1 中,“ s ”为拉普拉斯算子。

$$[0039] \quad G(s) = \frac{1}{1 + T_s * s} \quad (1)$$

[0040] 使用等式 1 的传递函数 $G(s)$, 实际车辆加速度 / 减速度 a_{actual} 的相对于目标车辆加速度 / 减速度 u_{target} 的控制响应特性如以下等式 2 所示。

$$[0041] \quad a_{\text{actual}} = G(s) * u_{\text{target}} = \frac{1}{1 + T_s * s} u_{\text{target}} \quad (2)$$

[0042] 例如,通信标准信息为表示用于双向无线通信的通信标准、用于无线局域网(LAN)的通信标准、用于信标的通信标准等的信息。在车辆无线通信期间所执行的双向通信包括专用短程通信(DSRC)等。通信标准信息还包括传送至传送目的地的问候信息、表示上述各种致动器中的响应延迟的时间常数信息、表示传递信息的标记等。

[0043] 行驶环境信息为表示主车辆行驶所沿着的路面的信息。行驶环境信息包括表示路面摩擦系数的信息、表示路面倾斜度的信息、表示路面温度的信息、表示路面涂有沥青还是未铺砌的信息以及表示路面是湿的、干的还是被冻住的信息。

[0044] 在车辆间隔控制期间设定的控制目标值主要地为目标车间距离和目标车间时间,目标车间距离和目标车间时间用作车辆间隔控制的主要目标。例如,基于车辆之间的相对速度、车间距离和相对车辆加速度 / 减速度等的当前值将目标车间距离(目标车间时间)设定于即使例如前行车辆突然制动等也确保车间距离不达到零的值。基于与前行车辆有关的所接收到的信息(表示车辆速度、位置等的信息)来计算相对速度等。根据该车辆间隔自动控制系统,基于目标车间距离(目标车间时间)将目标车辆速度、目标车辆加速度 / 减速度、目标加加速度、目标驱动力等设定为所要控制的车辆的实际控制目标值。

[0045] 在该车辆间隔自动控制系统中,当安装在主车辆中的附近物体检测装置 30 检测到另一车辆时,该另一车辆被确定为可以在队列行驶(跟随行驶)期间用作伙伴的车辆。此时,例如,可以将信息从主车辆传送至该另一车辆以便在车辆之间起动信息通信类型的车间控制。另外,当附近物体检测装置 30 在队列行驶控制期间检测到主车辆前面或后面的新车辆时,可以将信息传送至该新车辆使得从在车辆之间共享信息的点对新队列执行信息通信类型的车间控制。另一方面,当附近物体检测装置 30 检测到另一车辆离开队列时,可以对具有减小数量的车辆的新队列执行信息通信类型的车间控制。

[0046] 附近物体检测装置 30 为用于检测主车辆附近的物体的装置,其用来检测主车辆附近的另一车辆。控制装置 10 使用来自附近物体检测装置 30 的检测结果来检测主车辆附近的另一车辆。附近物体检测装置 30 设置在使得能够在监测方向(比如主车辆的前方、后方或侧方)上检测另一车辆的部位中。换言之,如果要监测主车辆的前方,则附近物体检测装置 30 设置在主车辆的前部上,如果要监测主车辆的后方,则附近物体检测装置 30 设置在车辆的后部上,而如果要监测主车辆的侧方,则附近物体检测装置 30 设置在主车辆的右侧部和左侧部上。

[0047] 例如,毫米波雷达、便宜的激光雷达、近距离雷达比如超宽带(UWB)雷达、使用可听见的声波或超声波的声纳、图像采集装置等可以用作附近物体检测装置 30。图像采集装置的具体示例包括可见光摄像机、红外摄像机(包括或者不包括红外投射器)、单个摄像机、立体摄像机等。当雷达装置(毫米波雷达、激光雷达或近距离雷达)或声纳被使用时,主车辆的控制装置 10 基于来自雷达装置或声纳的检测信号来检测前行车辆,然后计算相对于前行车辆的车间距离、相对速度、相对加速度等。当图像采集装置被使用时,主车辆的控制装置 10 基于采集到的图像来检测前行车辆,然后计算相对于前行车辆的车间距离、相对速度等。应当指出的是,当能够从全球定位系统(GPS)获得与前行车辆有关的位置信息时,可以使用 GPS 基于与前行车辆有关的位置信息和与主车辆有关的位置信息来确定主车辆与前行车辆之间的相对位置关系。

[0048] 在该车辆间隔自动控制系统中,当两个或更多个车辆以队列行驶时,尾随车辆通过无线通信来接收至少前行车辆的控制目标值(目标车辆速度、目标车辆加速度/减速度、目标加加速度、目标驱动力等)。前行车辆可以为紧接着的前行车辆或者在更前面行驶的車輛。另外,除了前行车辆的控制目标值可以被接收外,尾随车辆的控制目标值也可以被接收。应当指出的是,在该示例中,例如,假定根据系统的规律提前确定目标车间距离(目标车间时间)。

[0049] 例如,尾随车辆的控制装置 10 参照前行车辆的控制目标值(目标车辆速度、目标车辆加速度/减速度、目标加加速度、目标驱动力等)来设定主车辆的控制目标值(目标车辆加速度/减速度和目标加加速度)以便使实际车间距离接近目标车间距离,并且将主车辆的控制目标值(目标车辆速度)设定于与前行车辆的车辆速度相同以便维持目标车间距离。

[0050] 本文中,车辆具有上述控制响应特性。因此,即使当尾随车辆的控制装置 10 通过通信获得前行车辆的控制目标值(目标车辆速度、目标车辆加速度/减速度、目标加加速度、目标驱动力等)时也不能够根据获得的控制目标值得知前行车辆的实际输出(实际车辆速度、实际车辆加速度/减速度、实际加加速度、实际驱动力等)。因此,尾随车辆的控制装置 10 考虑与前行车辆的传递函数 $G(s)$ 有关的前述信息(传递函数 $G(s)$ 、时间常数 T_s 或映射)来确定前行车辆的实际输出,并且尾随车辆的控制装置 10 基于所确定的实际输出来设定主车辆的控制目标值(目标车辆速度、目标车辆加速度/减速度、目标加加速度、目标驱动力等)。

[0051] 本文中,车辆加速度/减速度将被用作示例。通过将前行车辆的传递函数 $G(s)$ 和前行车辆的由通信装置 20 接收到的目标车辆加速度/减速度 u_{target} 代入到等式 2 中,尾随车辆(主车辆)的控制装置 10 能够确定前行车辆的实际车辆加速度/减速度 a_{actual} 。如果尾随车辆在该计算期间接收到的是传递函数 $G(s)$,则可以将传递函数 $G(s)$ 代入到等

式 2 中。替代性地,如果尾随车辆接收到的是时间常数 T_s ,则可以根据时间常数 T_s 来确定传递函数 $G(s)$ 并且可以将传递函数 $G(s)$ 代入到等式 2 中。例如,当前行车辆的车辆加速度 / 减速度在队列行驶(跟随行驶)期间在目标车间距离下改变时,控制装置 10 将前行车辆的已被确定的实际车辆加速度 / 减速度 a_{actual} 设定为主车辆的目标车辆加速度 / 减速度 u_{target} 并且对驱动源等的输出和制动装置的制动力进行控制使得主车辆被控制成以目标车辆加速度 / 减速度 u_{target} 行驶。因此,尾随车辆跟随前行车辆,同时以与前行车辆相同的加速度 / 减速度加速或减速,因而维持目标车间距离。

[0052] 例如,当前行车辆表现出与主车辆相同的输出特性(输出值、输出响应性等)和 / 或减速特性(制动力及其输出响应性)时,前行车辆和主车辆的传递函数 $G(s)$ 和时间常数 T_s 取得相同值。在该情况下,可以使用与前行车辆的传递函数 $G(s)$ 有关的信息来设定主车辆的目标车辆加速度 / 减速度 u_{target} ,由此根据目标车辆加速度 / 减速度 u_{target} 来控制驱动源等的输出和制动装置的制动力。这样,主车辆能够在良好的响应性的情况下加速和减速至前行车辆的车辆加速度 / 减速度。

[0053] 另一方面,当前行车辆和主车辆的输出特性和 / 或减速特性之间存在差异时,以及特别地当例如前行车辆和主车辆具有一个为高性能车辆比如运动型车辆而另一个为典型标准车辆的关系时,会出现以下情况。当主车辆表现出比前行车辆优越的输出特性和 / 或减速特性时,主车辆中的时间常数 T_s 和传递函数 $G(s)$ 的响应性比前行车辆中的高。在该情况下,可以使用与前行车辆的传递函数 $G(s)$ 有关的信息来设定主车辆的目标车辆加速度 / 减速度 u_{target} ,由此根据目标车辆加速度 / 减速度 u_{target} 来控制驱动源等的输出和制动装置的制动力。这样,主车辆能够以良好的响应性加速和减速到前行车辆的车辆加速度 / 减速度。另一方面,当前行车辆表现出比主车辆优越的输出特性和 / 或减速特性时,前行车辆中的时间常数 T_s 和传递函数 $G(s)$ 的响应性比主车辆中的高。在该情况下,如果使用与前行车辆的传递函数 $G(s)$ 有关的信息来设定主车辆的目标车辆加速度 / 减速度 u_{target} ,则目标车辆加速度 / 减速度 u_{target} 会超过主车辆所能够输出的车辆加速度 / 减速度范围。

[0054] 因此,当设定主车辆的目标车辆加速度 / 减速度 u_{target} 时,优选地将前行车辆和主车辆的输出特性和 / 或减速特性进行比较。通过比较车辆规格信息(比如型号和制造商)以及特别地表示型号的信息,可以确定前行车辆和主车辆的输出特性和 / 或减速特性之间的差异。因此,当设定主车辆的目标车辆加速度 / 减速度 u_{target} 时,优选地使用前行车辆的规格信息。例如,基于前行车辆的规格信息来执行与主车辆的型号比较以便得知相对于主车辆的输出特性和 / 或减速特性的前行车辆的输出特性和 / 或减速特性。当前行车辆表现出与主车辆同等水平或者比主车辆低的水平的输出特性和 / 或减速特性时,确定的是,能够根据前行车辆的运动使主车辆加速和减速,因此使用与前行车辆的传递函数 $G(s)$ 有关的信息来设定主车辆的目标车辆加速度 / 减速度 u_{target} 。因而,能够使主车辆以与前行车辆相同的车辆加速度 / 减速度跟随前行车辆。另一方面,当前行车辆表现出比主车辆高至少预定水平的输出特性和 / 或减速特性时,确定的是,可能不能够根据前行车辆的运动使主车辆加速和减速,因此,会暂停用于使主车辆跟随前行车辆的控制。另外,当前行车辆表现出比主车辆高的输出特性和 / 或减速特性但前行车辆和主车辆的输出特性和 / 或减速特性之间的差异低于预定水平时,可能能够根据前行车辆的运动使主车辆加速和减速。在该情况下,同样可以使用与前行车辆的传递函数 $G(s)$ 有关的信息来设定主车辆的目标车辆加速

度 / 减速度 u_{target} 。应当指出的是,当表示输出特性和 / 或减速特性的信息被包括在车辆的规格信息中时,可以直接比较表示输出特性和 / 或减速特性的信息。

[0055] 另外,当设定主车辆的目标车辆加速度 / 减速度 u_{target} 时,优选地考虑表示相对于主车辆的控制目标值的控制响应特性的与传递函数 $G(s)$ 有关的信息。此时,通过将前行车辆的已被确定的实际车辆加速度 / 减速度 a_{actual} 代入到等式 2 的修改式中,尾随车辆(主车辆)的控制装置 10 可以确定主车辆的目标车辆加速度 / 减速度 u_{target} ,从而主车辆的考虑主车辆的控制响应特性的目标车辆加速度 / 减速度 u_{target} 被设定。以此方式设定的主车辆的目标车辆加速度 / 减速度 u_{target} 进一步更接近于前行车辆的实际车辆加速度 / 减速度 a_{actual} 。因此,尾随车辆能够以更精确的车辆加速度 / 减速度跟随前行车辆,因此尾随车辆能够根据前行车辆的车辆加速度 / 减速度来更精确地加速和减速,导致维持目标车间距离的精度提高。

[0056] 因此,根据该车辆间隔自动控制系统,除了考虑另外车辆的通过无线通信获得的控制目标值外,还考虑与表示另外车辆的相对于控制目标值的控制响应特性的传递函数 $G(s)$ 有关的信息,因此能够更准确地确定另外车辆的相对于控制目标值的实际输出。此外,在主车辆中,能够基于另外车辆的以此方式确定的实际输出将主车辆的控制目标值设定于对应于当前状况的适当的值,因此能够在行驶方面适当地控制主车辆。根据该车辆间隔自动控制系统,还考虑与主车辆的传递函数 $G(s)$ 有关的信息,因此能够以更高精确度设定主车辆的控制目标值。因而,能够在车辆之间以更高精确度执行对应于当前状况的适当的行驶控制。

[0057] 通过如上所述那样借助无线通信在车辆之间传送和接收传递函数 $G(s)$ 自身或时间常数 T_s ,可以由队列中的车辆共享与本文中使用的传递函数 $G(s)$ 有关的信息。然而,由于例如驱动源、致动器等中的经时变化等,传递函数 $G(s)$ 或时间常数 T_s 会改变。因此,当传递函数 $G(s)$ 或时间常数 T_s 在构成为传送预定传递函数 $G(s)$ 或时间常数 T_s 的车辆中变化时,不能够正确地确定传送源车辆的相对于控制目标值的实际输出。

[0058] 因此,在该车辆间隔自动控制系统中,优选地采取措施以便确保能够估计车辆的当前传递函数 $G(s)$ 或时间常数 T_s 。

[0059] 主车辆的控制目标值(目标车辆速度、目标车辆加速度 / 减速度、目标加加速度、目标驱动力等)被保持在主车辆中。另外,例如,基于来自主车辆的车辆速度检测装置(车辆速度传感器等)41 和车轮速度检测装置(车轮速度传感器等)42 的检测信号优选地在主车辆中确定主车辆的实际车辆速度、实际车辆加速度 / 减速度和实际加加速度。替代性地,可以基于来自主车辆的前后加速度检测装置(前后加速度传感器等)43 的检测信号来确定主车辆的实际车辆速度、实际车辆加速度 / 减速度和实际加加速度。因此,在主车辆中,能够基于主车辆的控制目标值和主车辆的检测到的实际输出来估计主车辆的当前传递函数 $G(s)$ 或时间常数 T_s 。例如,通过将目标车辆加速度 / 减速度 u_{target} 和实际车辆加速度 / 减速度 a_{actual} 代入到等式 2 的修改式中,主车辆的控制装置 10 能够估计主车辆的传递函数 $G(s)$ 或时间常数 T_s 。

[0060] 因此,当主车辆的新估计的传递函数 $G(s)$ 或时间常数 T_s 与存储在存储装置中的主车辆的传递函数 $G(s)$ 或时间常数 T_s 不同时,控制装置 10 能够将新传递函数 $G(s)$ 或时间常数 T_s 用做主车辆的更准确的当前传递函数 $G(s)$ 或时间常数 T_s (即,能够用主车辆的

估计出的传递函数 $G(s)$ 或时间常数 T_s 来替代所存储的传递函数 $G(s)$ 或时间常数 T_s 。在该车辆间隔自动控制系统中,由通信装置 20 传送主车辆的当前传递函数 $G(s)$ 或时间常数 T_s 。因而,能够在另外车辆中正确地计算主车辆的相对于控制目标值的实际输出,从而实现适当的行驶控制。

[0061] 另外,如上所述,根据该车辆间隔自动控制系统,队列中的另一车辆能够通过无线通信得知某一车辆的控制目标值。因此,如果获得该车辆的相对于控制目标值的实际输出(实际车辆速度、实际车辆加速度 / 减速度、实际加加速度、实际驱动力等),则能够在另一车辆中基于控制目标值和实际输出的测量值来估计该车辆的当前传递函数 $G(s)$ 或时间常数 T_s 。

[0062] 通过在主车辆中设置另外车辆行驶信息检测装置,可以测量另外车辆的相对于控制目标值的实际输出,或者换言之,与另外车辆有关的实际行驶信息。另外车辆行驶信息检测装置能够检测用于估计另外车辆的实际行驶信息(车辆速度、车辆加速度 / 减速度等)的信息,并且可以使用上述附近物体检测装置 30。如上所述,控制装置 10 基于来自附近物体检测装置 30 的检测信号来计算车间距离、相对速度、相对加速度等。基于这些检测信号,控制装置 10 确定另外车辆的实际车辆速度和实际车辆加速度 / 减速度。另外,控制装置 10 可以基于车辆速度等来确定另外车辆的实际加加速度。因此,根据该示例,主车辆的控制装置 10 基于另外车辆的接收到的控制目标值(目标车辆速度、目标车辆加速度 / 减速度和目标加加速度)和另外车辆的实际输出(实际车辆速度、实际车辆加速度 / 减速度和实际加加速度)(主车辆在接收控制目标值时测量这些实际输出)来估计另外车辆的当前传递函数 $G(s)$ 或时间常数 T_s 。例如,通过将目标车辆加速度 / 减速度 u_{target} 和实际车辆加速度 / 减速度 a_{actual} 代入到等式 2 的修改式中,主车辆的控制装置 10 能够估计另外车辆的当前传递函数 $G(s)$ 或时间常数 T_s 。另一方面,可以由另外车辆自身而不是由主车辆来测量另外车辆的实际输出的测量值,然后通过无线通信来接收这些测量值。

[0063] 在该车辆间隔自动控制系统中,例如,将另外车辆的通过无线通信接收的传递函数 $G(s)$ 或时间常数 T_s 与另外车辆的由主车辆估计的传递函数 $G(s)$ 或时间常数 T_s 进行比较,并且当这两者的值存在差异时,可以确定的是,另外车辆的控制响应特性已经被改变。当做出该确定时,使用另外车辆的由主车辆确定的传递函数 $G(s)$ 或时间常数 T_s ,主车辆的控制装置 10 可以确定另外车辆的相对于控制目标值的实际输出。因此,根据该车辆间隔自动控制系统,当另外车辆的被接收的传递函数 $G(s)$ 或时间常数 T_s 发生变化时,能够使用由主车辆估计的值来更准确地设定主车辆的控制目标值,因而,能够更适当地执行行驶控制。

[0064] 在根据该示例的队列行驶控制(跟随行驶控制)中,每次另外车辆的控制目标值(目标车辆速度、目标车辆加速度 / 减速度和目标加加速度)被接收时,同样使用另外车辆的传递函数 $G(s)$ 或时间常数 T_s 来设定主车辆的控制目标值,比如目标车辆速度,并且对主车辆执行行驶控制以便达到控制目标值。使用另外车辆的传递函数 $G(s)$ 或时间常数 T_s 的主车辆行驶控制也可以应用于跟随队列行驶控制而不是根据上述示例的控制。在该队列行驶控制中,基于车辆模型、通过基于模型的控制,在车辆之间执行车辆间隔控制使得车辆间隔与控制目标值(目标车间距离和目标车间时间)匹配。作为具体示例,执行用于设定各个车辆的控制目标值(目标车辆加速度 / 减速度)的优化控制(LQ 控制)使得在包括有两个

或更多个车辆模型的系统中实现最优化。

[0065] 在 LQ 控制中, 车辆 C1 至 C5 的各自的控制装置 10 共享与车辆 C1 至 C5 有关的信息(该信息通过无线通信被传送和接收), 并且基于所共享的信息来设定尾随车辆 C2 至 C5 的目标车辆加速度 / 减速度值 u_2 至 u_5 的组合。然后基于主车辆目标车辆加速度 / 减速度值 u_1 至 u_5 在各个车辆 C1 至 C5 中执行主车辆行驶控制。传递函数 $G(s)$ 或时间常数 T_s 被包括在共享的信息中。因此, 当设定目标车辆加速度 / 减速度值 u_2 至 u_5 的组合时, 优选地考虑车辆 C1 至 C5 的各个传递函数 $G(s)$ 或时间常数 T_s 来设定该组合。这样, 能够根据每个车辆 C1 至 C5 的控制响应特性或换言之当前状况来更适当地执行 LQ 控制。现在将简要描述该 LQ 控制的示例。

[0066] 在该示例中, 将描述当图 2 中示出的五个车辆 C1 至 C5 以队列行驶时通过 LQ 控制所执行的车辆间隔控制(队列行驶控制)。在该车辆间隔自动控制系统中, 根据先头车辆 C1 的行驶状况来控制尾随车辆 C2 至 C5 的行驶状况使得尾随车辆 C2 至 C5 跟随先头车辆 C1, 从而车辆 C1 至 C5 以目标车间距离 L_{tgt} 以队列行驶。此时, 上述与主车辆和另外车辆有关的所有各种信息或者被包括在这些各种信息中的所需信息通过无线通信在车辆 C1 至 C5 之中共享。然后基于所共享的信息来设定尾随车辆 C2 至 C5 的目标车辆加速度 / 减速度值 u_2 至 u_5 , 由此尾随车辆 C2 至 C5 的加速度 / 减速度被控制成与目标车辆加速度 / 减速度值 u_2 至 u_5 匹配。所共享的信息包括车辆加速度 / 减速度值(由前后加速度检测装置 43 比如加速度传感器获得的实际测量值或实际估计值) a_1 至 a_5 和用于各个车辆 C1 至 C5 的目标车辆加速度 / 减速度值 u_1 至 u_5 , 以及前后成列布置的各个车辆之间的车间距离误差 L_1 至 L_4 和相对速度 L_1' 至 L_4' (dL_1/dt 至 dL_4/dt)。

[0067] 在队列行驶控制中, 由下面示出的状态向量 x 的时间微分(等式 3: 状态空间等式)来表示车辆 C1 至 C5 的队列行驶, 其中, 状态向量 x 的时间微分将尾随车辆 C2 至 C5 的目标车辆加速度 / 减速度值 u_2 至 u_5 用作控制输入, 并且将车辆加速度 / 减速度值 a_1 至 a_5 、车间距离误差 L_1 至 L_4 和相对速度 L_1' 至 L_4' 用作状态量。

$$[0068] \quad \dot{x} = Ax + B_c u_c + B_0 u_0 + B_w u_w \quad (3)$$

[0069] 本文中, 等式 3 中的“ u_c ”为目标车辆加速度 / 减速度向量, “ u_0 ”为先头车辆 C1 的目标车辆加速度 / 减速度, 而“ u_w ”表示公路倾斜度或干扰比如风。另外, “ A ”、“ B_c ”、“ B_0 ”和“ B_w ”表示由各个车辆 C1 至 C5 的规格信息等确定的矩阵。状态向量 x 和目标车辆加速度 / 减速度向量 u_c 为如下。

$$[0070] \quad x = (a_1, L_1, L_1', a_2, L_2, L_2', a_3, L_3, L_3', a_4, L_4, L_4', a_5)^T$$

$$[0071] \quad u_c = (u_2, u_3, u_4, u_5)^T$$

[0072] 能够使用反馈增益矩阵 K 将目标车辆加速度 / 减速度向量 u_c 表示为如以下等式 4 中示出的那样。根据该示例的反馈增益矩阵 K 为 13 列 $\times$ 4 行矩阵。

$$[0073] \quad u_c = B_{ff} u_1 + Kx \quad (4)$$

$$[0074] \quad B_{ff} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

[0075] 在以下等式 5 中如所出地确定用于对由上文示出的状态空间等式(等式 3)表示的系统执行 LQ 控制的代价函数 J。

[0076]

$$J = \int \left\{ \varepsilon_L (L_1^2 + L_2^2 + L_3^2 + L_4^2) + \varepsilon_{dl} \left(\frac{dL_1^2}{dt} + \frac{dL_2^2}{dt} + \frac{dL_3^2}{dt} + \frac{dL_4^2}{dt} \right) + \varepsilon_u (u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2) \right\} dt$$

(5)

[0077] 在等式 5 中,“ ε_L ”、“ ε_{dl} ”和“ ε_u ”分别为用于与车间距离误差 L_1 至 L_4 有关的加权项、与相对速度 L_1' 至 L_4' 有关的加权项和与目标车辆加速度 / 减速度值 u_1 至 u_5 有关的加权项的加权。因此,在队列行驶控制期间,通过调节加权 ε_L 、 ε_{dl} 和 ε_u 来平衡车间距离的稳定性、相对速度的减小和加速度 / 减速度的减小。

[0078] 当形成队列的车辆 C1 至 C5 被确定为群时,唯一地确定用于使代价函数 J 最小化的反馈增益矩阵 K。

[0079] 在队列行驶控制中,通过将反馈增益矩阵 K 和基于来自各种检测装置的信息所获得的状态向量 x 代入到等式 4 中并且将先头车辆 C1 的目标车辆加速度 / 减速度 u_1 设定为前馈控制值,确定用于使代价函数 J 最小化的目标车辆加速度 / 减速度向量 u_c 。例如,在计算目标车辆加速度 / 减速度向量 u_c 期间可以使用车辆 C1 至 C5 的各个传递函数 $G(s)$ 或时间常数 T_s 。因而,用于使代价函数 J 最小化的目标车辆加速度 / 减速度值 u_2 至 u_5 的组合被确定。尾随车辆 C2 至 C5 的各自的控制装置 10 然后控制各个尾随车辆 C2 至 C5 使得各个尾随车辆 C2 至 C5 的加速度 / 减速度与目标车辆加速度 / 减速度值 u_2 至 u_5 匹配,因而,车辆 C1 至 C5 以队列行驶。

[0080] 在上述实施方式中,与传递函数 $G(s)$ 有关的信息表示实际车辆加速度 / 减速度 a_{actual} 的相对于目标车辆加速度 / 减速度 u_{target} 的控制响应特性,但是例如,与传递函数 $G(s)$ 有关的信息可以表示实际输出的相对于目标制动 / 驱动力(控制目标值)的控制响应特性。在该情况下,基于目标制动 / 驱动力和与前行车辆的传递函数 $G(s)$ 有关的信息设定主车辆的目标车辆加速度 / 减速度 u_{target} 和目标制动 / 驱动力。然而,在该情况下,前行车辆的通过无线通信而被接收的目标车辆加速度 / 减速度 u_{target} 不总是与前行车辆的实际车辆加速度 / 减速度 a_{actual} 匹配,并且即使当设定主车辆的目标车辆加速度 / 减速度 u_{target} 等时考虑与主车辆的传递函数 $G(s)$ 有关的信息,主车辆的车辆加速度 / 减速度 a 也不能够与前行车辆的车辆加速度 / 减速度 a_{actual} 匹配,除非与主车辆的传递函数 $G(s)$ 有关的信息具有和与前行车辆的传递函数 $G(s)$ 有关的信息相同的水平(换言之,除非主车辆和前行车辆为表现出相同或相同水平的输出特性和 / 或减速特性的型号)。在该情况下,可能不能够根据前行车辆的运动使主车辆加速和减速。

[0081] 因此,在该情况下,可以基于前行车辆的规格信息(特别地,诸如型号和制造商之类的信息)来确定前行车辆和主车辆的输出特性和 / 或减速特性之间的差异,由此根据这些差异来校正主车辆的目标车辆加速度 / 减速度 u_{target} 和目标制动 / 驱动力(主车辆的控制目标值)。例如,当主车辆和前行车辆被确定为表现出相同或相同水平的输出特性等的型号时,使用通过使用与前行车辆的传递函数 $G(s)$ 有关的信息所设定的主车辆的目标车辆加

速度 / 减速度 u_{target} 和目标制动 / 驱动力 (正常控制)。另一方面, 当前行车辆被确定为表现出比主车辆高的输出特性等的型号时, 对使用与前行车辆的传递函数 $G(s)$ 有关的信息所设定的主车辆的目标车辆加速度 / 减速度 u_{target} 和目标制动 / 驱动力进行校正, 使得在加速期间获得比正常控制高的加速度或者高的输出, 而在减速期间获得更高的减速度或者更低的输出 (更高的制动力)。此时执行校正使得当输出特性等中差异增大时, 在加速期间获得更高的加速度或者更高的输出, 而在减速期间获得更高的减速度或者更低的输出 (更高的制动力)。另外, 当主车辆被确定为表现出比前行车辆高的输出特性等的型号时, 对主车辆的设定的目标车辆加速度 / 减速度 u_{target} 和目标制动 / 驱动力进行校正, 使得在加速期间获得比正常控制低的加速度或者低的输出, 而在减速期间获得更低的减速度或者更高的输出 (更低的制动力)。此时, 执行校正使得当输出特性等中差异增大时, 在加速期间获得更低的加速度或更低的输出, 而在减速期间获得更低的减速度或更高的输出 (更低的制动力)。

[0082] 在校正过程期间, 从前行车辆的角度来看, 与前行车辆的传递函数 $G(s)$ 有关的信息表示准确的值, 而从主车辆的角度来看, 该值可能缺乏可靠性。因此, 当确定与传递函数 $G(s)$ 有关的信息从主车辆的观点来看缺乏可靠性时, 可以通过将主车辆的规格信息与前行车辆的规格信息进行比较并且对与前行车辆的传递函数 $G(s)$ 有关的接收到的信息进行校正来计算如上所述所校正的目标车辆加速度 / 减速度 u_{target} 和目标制动 / 驱动力。

[0083] 另外, 在到此为止所描述的示例中, 如等式 1 所示, 具有一阶延迟响应特性的函数用作传递函数 $G(s)$ 。然而, 例如在以下等式 6 和等式 7 中示出的具有二阶延迟响应特性的函数或者在以下等式 8 中示出的具有非线性 (具有一阶延迟和停滞时间) 响应特性的函数也可以用作传递函数 $G(s)$ 。在等式 6 的传递函数 $G(s)$ 中, ω_n 和 ζ 为时间常数。在该情况下, 通过无线通信来传送和接收传递函数 $G(s)$ 或时间常数 ω_n 、 ζ , 从而在车辆之中共享传递函数 $G(s)$ 或时间常数 ω_n 、 ζ 。另外, 在等式 7 的传递函数 $G(s)$ 中, α_x ($x=1, 2, \dots, n, n+1$) 和 β_y ($y=1, 2, \dots, m, m+1$) 为时间常数。在该情况下, 通过无线通信来传送和接收传递函数 $G(s)$ 或时间常数 α_x 、 β_y , 从而在车辆之中共享传递函数 $G(s)$ 或时间常数 α_x 、 β_y 。此外, 在等式 8 的传递函数 $G(s)$ 中, L 和 T_s 为时间常数。在该情况下, 通过无线通信来传送和接收传递函数 $G(s)$ 或时间常数 L 、 T_s , 从而在车辆之中共享传递函数 $G(s)$ 或时间常数 L 、 T_s 。应当指出的是, 等式 8 中的 “e” 为常用对数。

$$[0084] \quad G(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} \quad (6)$$

$$[0085] \quad G(s) = \frac{\beta_1 s^m + \beta_2 s^{m-1} + \dots + \beta_m s + \beta_{m+1}}{\alpha_1 s^n + \alpha_2 s^{n-1} + \dots + \alpha_n s + \alpha_{n+1}} \quad (7)$$

$$[0086] \quad G(s) = e^{-Ls} \frac{1}{1 + T_s * s} \quad (8)$$

[0087] 各种所使用的传递函数 $G(s)$ 对于行驶控制的控制类型来说是适当的。

[0088] 在上述实施方式中, 无线通信用来将各种信息 (比如控制目标值和传递函数 $G(s)$ 或时间常数) 传送至伙伴。然而, 在无线通信的情况下, 可能不总是能够接收来自伙伴的信息。不能够接收信息的情况 (通信中断) 包括伙伴通信装置难以传送信息或者主通信装置难以接收来自伙伴的信息的通信异常以及主通信装置等待伙伴传送信息的通信等待状态。在

根据该车辆间隔自动控制系统的通信中断确定期间,例如,当信息接收故障的次数(每分钟等的次数)在预定通信时段内达到预定次数时,则确定已经发生通信异常。另外,在根据该车辆间隔自动控制系统的通信中断确定期间,例如,当预定时段(几秒钟等)内不能够接收信息(即使主车辆的通信装置正常工作)时,确定将要建立通信等待状态。应当指出的是,不易在主车辆侧检测难以传送信息的伙伴通信装置的情况,因此,在这种情况下,可以暂时确定为通信等待状态,此后,可以根据随后的通信状况确定通信异常。

[0089] 在上述信息通信类型的车辆间隔控制中,例如,基于与另一车辆比如前行车辆有关的从伙伴接收的信息来设定控制目标值。因此,在通信中断期间,不能够获得该另一车辆信息,因而,不能够设定控制目标值,比如目标车间距离。因此,在该车辆间隔自动控制系统中,上述信息通信类型的车辆间隔控制在通信中断期间被暂停,并且替代地,用于控制与紧接着的前行车辆的间隔的常规的车辆间隔控制被执行。换言之,在该车辆间隔自动控制系统中还执行常规的信息检测类型的自适应巡航控制(ACC)。在信息检测类型的车辆间隔控制中,由主车辆的附近物体检测装置 30 测量诸如相对于紧接着的前行车辆的车间距离、相对速度和相对加速度之类的信息,并且基于该测量信息来设定控制目标值,比如目标车辆速度。应当指出的是,当主车辆能够从 GPS 获得与前行车辆有关的位置信息时,可以使用 GPS 基于与前行车辆有关的位置信息和与主车辆有关的位置信息来确定车间距离,或换言之前行车辆与主车辆之间的相对位置关系。

[0090] 如上所述,根据本发明的车辆控制系统(车辆控制设备)可以用作一种用于提高相对于另一车辆对主车辆执行的行驶控制的控制精度的技术。

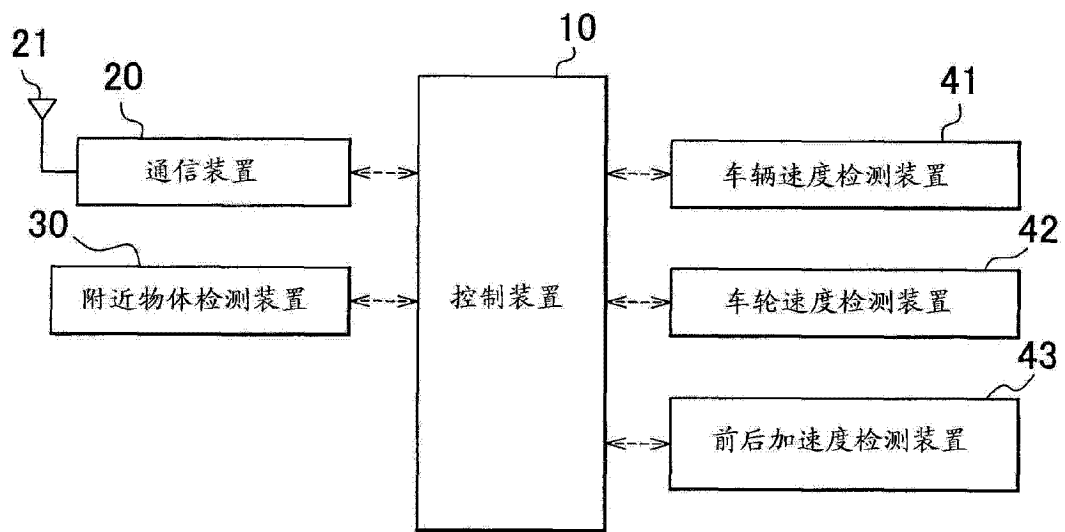


图 1

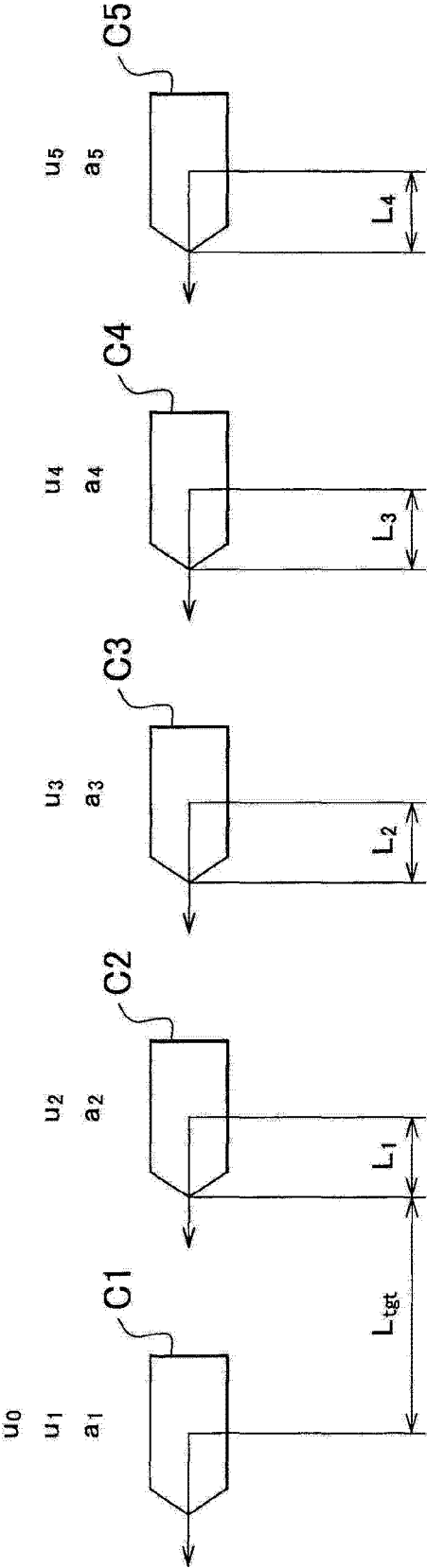


图 2