



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111746511 A

(43)申请公布日 2020.10.09

(21)申请号 202010212563.2

(22)申请日 2020.03.24

(30)优先权数据

2019-067504 2019.03.29 JP

(71)申请人 本田技研工业株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 加纳忠彦 辻完太 成濑忠司

加藤大智 户部拓也

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

11127

代理人 刘久亮 黄纶伟

(51)Int.Cl.

B60W 30/06(2006.01)

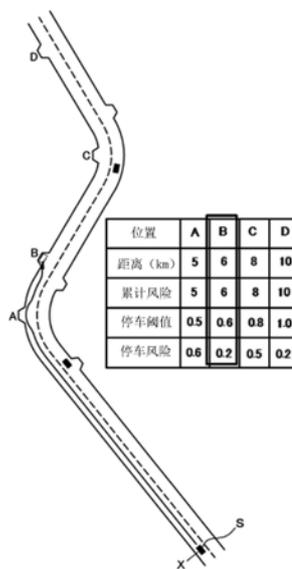
权利要求书2页 说明书18页 附图6页

(54)发明名称

车辆控制系统

(57)摘要

车辆控制系统。在被配置为用于自主驾驶的车辆的车辆控制系统中,车辆控制系统的控制单元在检测到控制单元或驾驶员变得不能正确地保持车辆的行驶状态时执行使车辆停泊在规定的停车区域中的停车过程,并且在停车过程中,控制单元根据关于车辆的周围环境的信息和地图信息确定多个可用停车区域,并针对每个可用停车区域计算通过累计从停车过程启动时车辆的位置行驶到每个可用停车区域所涉及的行驶风险而获得的累计行驶风险和在每个可用停车区域中停车的停车风险,控制单元通过从最近的可用停车区域开始依次将累计行驶风险与每个可用停车区域中的停车风险进行比较来确定最终停车区域。



1. 一种车辆控制系统,该车辆控制系统包括:
控制单元,该控制单元用于使车辆转向、加速和减速;
乘员监测装置,该乘员监测装置被配置为监测所述车辆的驾驶员;
外部环境识别装置,该外部环境识别装置被配置为获取关于所述车辆周围的环境的信息;以及
地图装置,该地图装置保留地图信息,
其中,所述控制单元被配置为当检测到所述控制单元或所述驾驶员变得不能正确地保持所述车辆的行驶状态时,执行使所述车辆停泊在规定的停车区域中的停车过程,并且
其中,在所述停车过程中,所述控制单元根据关于所述车辆周围的环境的信息和所述地图信息来确定多个可用停车区域,并针对每个可用停车区域计算累计行驶风险和在每个可用停车区域中停车的停车风险,所述累计行驶风险通过累计从所述停车过程启动时所述车辆的位置行驶到每个可用停车区域所涉及的行驶风险来获得,
所述控制单元通过从最近的可用停车区域开始依次将所述累计行驶风险与每个可用停车区域中的所述停车风险进行比较来确定最终停车区域。
2. 根据权利要求1所述的车辆控制系统,其中,所述控制单元将所述累计行驶风险超过所述停车风险的可用停车区域确定为所述最终停车区域。
3. 根据权利要求1所述的车辆控制系统,其中,所述控制单元将紧接在所述累计行驶风险超过所述停车风险的可用停车区域之前的可用停车区域确定为所述最终停车区域。
4. 根据权利要求1所述的车辆控制系统,其中,当所述外部环境检测装置检测到前方车辆时,所述控制单元使所述车辆在相邻的可用停车区域之间的各个间隔中跟随所述前方车辆。
5. 根据权利要求1所述的车辆控制系统,其中,所述累计行驶风险随着行驶距离或行驶时间单调地增加。
6. 根据权利要求1所述的车辆控制系统,其中,所述外部环境检测装置被配置为捕获道路标志的图像,并且所述控制单元随着所述道路标志的图像变暗而增加所述累计行驶风险。
7. 根据权利要求1所述的车辆控制系统,其中,所述控制单元在夜间比在白天更多地增加每个单位行驶距离的所述累计行驶风险。
8. 根据权利要求1所述的车辆控制系统,其中,所述控制单元在雨天比在晴天更多地增加每个单位行驶距离的所述累计行驶风险。
9. 根据权利要求1所述的车辆控制系统,其中,所述乘员监测装置被配置为检测除驾驶员之外的乘员,并且相比于未检测到除所述驾驶员之外的乘员时,所述控制单元在检测到除所述驾驶员之外的乘员时更多地增加每个单位行驶距离的所述累计行驶风险。
10. 根据权利要求1所述的车辆控制系统,其中,所述外部环境检测装置被配置为检测跟随车辆,并且在本车辆即将在下一个可用停车区域中停车的情况下,相比于未检测到所述跟随车辆时,所述控制单元在检测到所述跟随车辆时更多地增加每个单位行驶距离的所述累计行驶风险。
11. 根据权利要求10所述的车辆控制系统,其中,所述外部环境检测装置被配置为检测本车辆与跟随车辆之间的车辆间距离,并且相比于所述跟随车辆与本车辆之间的所述车辆

间距离大于规定值时,所述控制单元在所述车辆间距离等于或小于所述规定值时更多地增加每个单位行驶距离的所述累计行驶风险。

12.根据权利要求1所述的车辆控制系统,其中,相比于所述车辆正在慢车道中行驶时,所述控制单元在所述车辆正在快车道中行驶时更多地增加每个单位行驶距离的所述累计行驶风险。

13.根据权利要求1所述的车辆控制系统,其中,所述控制单元在道路的车道受限制的部分中增加所述累计行驶风险。

14.根据权利要求1所述的车辆控制系统,其中,所述控制单元从所述地图信息确定每个可用停车区域处的所述停车风险。

15.根据权利要求1所述的车辆控制系统,其中,所述控制单元在道路的变窄部分中增加所述累计行驶风险。

16.根据权利要求1所述的车辆控制系统,其中,所述控制单元在路线的过去数据指示车道改变频率高的部分中增加所述累计行驶风险。

车辆控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种被配置为用于自动驾驶的车辆控制系统。

背景技术

[0002] 已知在自动驾驶领域中,在车辆操作员无行为能力或以其它方式变得不能正常驾驶车辆的紧急情况下,将车辆自主操纵到最不可能干扰交通的地方,并且这种操作被称为最小风险策略(MRM)。例如,参见W02013/008299A。根据该现有技术,一旦发生需要系统接管驾驶车辆的责任并且车辆恰好位于车辆需要撤离的地方的紧急情况,系统就选择车辆可撤离至的多个目标位置。然后,系统计算在每个位置处停车的风险以及通过每个位置的风险,并决定车辆应撤离至的目标位置。一旦确定了目标位置,车辆就行驶到目标位置并停在目标位置。

[0003] 根据该现有技术,一旦确定出需要撤离当前位置,就决定目标位置。然而,依据周围其它车辆的位置以及目标位置的条件,等车辆到达目标位置的时候,目标位置可能已经不再适于处于MRM状况的车辆撤离过来。

发明内容

[0004] 鉴于现有技术的这种问题,本发明的主要目的是提供一种能够决定处于紧急情形下的车辆以最佳方式前进至的目标位置的车辆控制系统。

[0005] 为了实现这样的目的,本发明提供了一种车辆控制系统,其包括:控制单元(15),其用于使车辆转向、加速和减速;乘员监测装置(11),其被配置为监测车辆的驾驶员;外部环境识别装置(6),其被配置为获取关于车辆的周围环境的信息;以及地图装置(9),其保留地图信息,其中,所述控制单元被配置为当检测到所述控制单元或所述驾驶员变得不能适当地保持车辆的行驶状态时,执行使所述车辆停泊在规定的停车区域中的停车过程,并且其中,在所述停车过程中,所述控制单元根据关于所述车辆的周围环境的信息和所述地图信息确定多个可用停车区域,并针对每个可用停车区域计算通过累计从所述停车过程启动时所述车辆的位置行驶到每个可用停车区域所涉及的行驶风险而获得的累计行驶风险和在每个可用停车区域中停车的停车风险,所述控制单元通过从最近的可用停车位置开始依次将所述累计行驶风险与每个可用停车区域中的所述停车风险进行比较来确定最终停车区域。

[0006] 能够通过考虑行驶至或通过停车区域的累计行驶风险以及与在该停车区域处停车相关联的风险来确定车辆是否能够在某个停车区域安全地停车。当发现最初选择的停车区域不合适时,车辆自动行驶到另一停车区域。在下一个潜在的停车区域中可以重复相同的过程。结果,车辆能够更加安全可靠地停车。

[0007] 优选地,所述控制单元将所述累计行驶风险超过所述停车风险的可用停车区域确定为所述最终停车区域,或者另选地,所述控制单元将紧接在所述累计行驶风险超过所述停车风险的可用停车区域之前的可用停车区域确定为所述最终停车区域。

- [0008] 由此,车辆能够以最小风险在停车区域中停车。
- [0009] 优选地,当所述外部环境检测装置检测到前方车辆时,所述控制单元使所述车辆在相邻的可用停车区域之间的各间隔中跟随所述前方车辆。
- [0010] 由此,使车辆能够以最小风险向下一停车区域行驶。
- [0011] 优选地,所述累计行驶风险随着行驶距离或行驶时间单调增加。
- [0012] 由于累计行驶风险随着行驶距离或行驶时间的增加而增加,因此防止了车辆无限期地继续行驶。
- [0013] 优选地,所述外部环境检测装置被配置为捕获道路标志的图像,并且所述控制单元随着所述道路标志的所述图像变暗而增加所述累计行驶风险。
- [0014] 当由外部环境识别装置捕获的图像的亮度等于或小于预定值时,道路标记不能被检测出的可能性增加,并且累计行驶风险可以因此增加。因此,道路标记不能被检测出的可能性越高,越能防止车辆继续行驶。因此,如果道路标志不能被检测出的可能性高,则能够使车辆更快地停车。
- [0015] 优选地,所述控制单元在夜间比在白天更多地增加每个单位行驶距离的所述累计行驶风险。
- [0016] 因此,在很可能涉及更高行驶风险的夜间,累计行驶风险增加,从而能够使车辆更安全地停车。
- [0017] 优选地,所述控制单元在雨天比在晴天更多地增加每个单位行驶距离的所述累计行驶风险。
- [0018] 因此,考虑到在雨天行驶的风险更高,累计行驶风险在雨天比在晴天增加,从而能够使车辆更安全地停车。
- [0019] 优选地,所述乘员监测装置被配置为检测除驾驶员之外的乘员,并且所述控制单元在检测到除所述驾驶员之外的乘员时比在未检测到除所述驾驶员之外的乘员时更多地增加每个单位行驶距离的所述累计行驶风险。
- [0020] 这样,通过在检测到除了驾驶员之外的乘员时使车辆更快地停车,乘员能够更快地接管驾驶。
- [0021] 优选地,所述外部环境检测装置被配置为检测跟随车辆,并且在本车辆即将在下一可用停车区域中停车的情况下,相比于未检测到所述跟随车辆时,所述控制单元在检测到所述跟随车辆时更多地增加每个单位行驶距离的所述累计行驶风险。
- [0022] 这样,通过将累计行驶风险计算为在检测到跟随车辆时比在未检测到跟随车辆时更大,车辆能够通过减少被跟随车辆追尾碰撞的可能性而更安全地停车。
- [0023] 优选地,所述外部环境检测装置被配置为检测本车辆与所述跟随车辆之间的车辆间距离,并且相比于所述跟随车辆与本车辆之间的所述车辆间距离大于规定值时,所述控制单元在所述车辆间距离等于或小于所述规定值时更多地增加每个单位行驶距离的所述累计行驶风险。
- [0024] 通过考虑本车辆与跟随车辆之间的车辆间距离,能够更准确地评估被跟随车辆追尾碰撞的风险。
- [0025] 优选地,相比于所述车辆正在慢车道中行驶时,所述控制单元在所述车辆正在快车道中行驶时更多地增加每个单位行驶距离的所述累计行驶风险。

[0026] 当车辆正在快车道上行驶时,车辆将需要改变车道才能到达停车区域。由此,通过考虑在停车过程开始时车辆是否在快车道中,能够使车辆更安全地停车。

[0027] 优选地,所述控制单元在车道受限制的道路的一部分中增加所述累计行驶风险。

[0028] 车道中的限制意味着由于车辆从受阻或其它方式受限的车道交汇而导致的车辆风险更高。由此,通过考虑车道中限制的存在,能够使车辆更安全地停车。

[0029] 优选地,控制单元从地图信息确定在每个可用停车区域处的停车风险。

[0030] 因此,能够容易地评估每个可用停车区域处的停车风险。

[0031] 优选地,所述控制单元在道路的变窄部分中增加所述累计行驶风险。

[0032] 道路的变窄部分趋向于增加车辆行驶中的风险。因此,通过考虑道路的变窄部分的存在,能够使车辆更安全地停车。

[0033] 优选地,所述控制单元在路线中的过去数据表示车道改变频率高的一部分中增加所述累计行驶风险。

[0034] 如果在路线的某些部分高频率地发生车道改变,则意味着路线的这一部分对车辆造成高风险。因此,通过考虑路线的选定部分中的车道改变频率,能够使车辆更安全地停车。

[0035] 因此,本发明提供了一种能够决定处于紧急情形下的车辆以最佳方式前进至的目标位置的车辆控制系统。

附图说明

[0036] 图1是安装有根据本发明的车辆控制系统的车辆的功能框图;

[0037] 图2是停车过程的流程图;

[0038] 图3是停车区域确定过程的流程图;

[0039] 图4是停车位置确定过程的流程图;

[0040] 图5是例示了在停车过程中车辆的移动以及在晴天的白天期间在可用区域中行驶和停车所涉及的风险的图;以及

[0041] 图6是例示了在停车过程中车辆的移动以及在雨天的夜间期间在可用区域中行驶和停车所涉及的风险的图。

具体实施方式

[0042] 下面参照附图描述根据本发明的优选实施方式的车辆控制系统。以下公开内容基于靠左行驶的交通。在靠右行驶的交通的情况下,本公开中的左和右将被颠倒。

[0043] (第一实施方式)

[0044] 如图1所示,根据本发明的车辆控制系统1是安装在车辆上的车辆系统2的一部分。车辆系统2包括动力单元3、制动装置4、转向装置5、外部环境识别装置6、车辆传感器7、通信装置8、导航装置9(地图装置)、驾驶操作装置10、乘员监测装置11、HMI 12(人机界面)、自动驾驶级别开关13、外部通知装置14和控制单元15。车辆系统2的这些组件彼此连接,使得可以通过诸如CAN 16(控制器局域网)之类的通信手段在这些组件之间传输信号。

[0045] 动力单元3是用于向车辆施加驱动力的装置,并且可以包括动力源和传动单元。动力源可以由诸如汽油引擎和柴油引擎的内燃机、电动机或它们的组合组成。制动装置4

是向车辆施加制动力的装置,并且可以包括将制动片压向制动转子的制动钳以及向制动钳供给液压的电动液压缸。制动装置4也可以包括驻车制动装置。转向装置5是用于改变车轮的转向角的装置,并且可以包括使前轮转向的齿条齿轮机构和驱动齿条齿轮机构的电动机。动力单元3、制动装置4和转向装置5由控制单元15控制。

[0046] 外部环境识别装置6是检测位于车辆外部的对象的装置。外部环境识别装置6可以包括捕获来自车辆周围的电磁波或光以检测车辆外部的对象的传感器,并且可以由雷达17、激光雷达18、外部摄像头19或它们的组合组成。外部环境识别装置6还可以被配置为通过从车辆外部的源接收信号来检测车辆外部的对象。外部环境识别装置6的检测结果被转发给控制单元15。

[0047] 雷达17向车辆周围区域发射诸如毫米波之类的无线电波,并通过捕获反射波来检测对象的位置(距离和方向)。优选地,雷达17包括向车辆的前方辐射无线电波的前方雷达、向车辆的后方辐射无线电波的后方雷达以及在侧向方向上辐射无线电波的一对侧方雷达。

[0048] 激光雷达18向车辆的周围部分发射诸如红外线之类的光,并且通过捕获反射光来检测对象的位置(距离和方向)。在车辆的合适位置处设置至少一个激光雷达18。

[0049] 外部摄像头19可以捕获诸如车辆、行人、护栏、路缘石、墙壁、中间隔离带、道路形状、道路标志、涂在道路上的道路标记等的周围对象的图像。外部摄像头19可以由使用诸如CCD和CMOS之类的固态成像装置的数码摄像机组成。在车辆的合适位置处设置至少一个外部摄像头19。外部摄像头19优选地包括对车辆的前方进行成像的前方摄像头、对车辆的后方进行成像的后方摄像头以及对来自车辆的侧方视野进行成像的一对侧方摄像头。外部摄像头19可以由能够捕获周围对象的三维图像的立体摄像机组成。

[0050] 车辆传感器7可以包括检测车辆的行驶速度的车辆速度传感器、检测车辆的加速度的加速度传感器、检测车辆绕垂直轴的角速度的偏航率传感器、检测车辆的行驶方向的方向传感器等。偏航率传感器可以包括陀螺仪传感器。

[0051] 通信装置8允许在连接至导航装置9的控制单元15与本车辆周围的其它车辆以及位于车辆外部的服务器之间进行通信。控制单元15可以经由通信装置8执行与周围车辆的无线通信。例如,控制单元15可以经由通信装置8与提供交通规则信息的服务器通信,并且还经由通信装置8与接受来自车辆的紧急呼叫的紧急呼叫中心通信。此外,控制单元15还可以经由通信装置8与诸如存在于车辆外部的行人等的人员所携带的便携式终端进行通信。

[0052] 导航装置9能够识别车辆的当前位置,并且执行到目的地等的路线导航,并且可以包括GNSS接收器21、地图储存单元22、导航界面23和路线确定单元24。GNSS接收器21根据从人造卫星(定位卫星)接收到的信号来标识车辆的位置(经度和纬度)。地图储存单元22可以由诸如闪存和硬盘之类的本身已知的储存装置组成,并且存储或保留地图信息。导航界面23从用户接收目的地等的输入,并且通过视觉显示和/或语音向用户提供各种信息。导航界面23可以包括触摸面板显示器、扬声器等。在另一实施方式中,GNSS接收器21被配置为通信装置8的一部分。地图储存单元22可以被配置为控制单元15的一部分,或者可以被配置为可以经由通信装置8与控制单元15通信的外部服务器的一部分。

[0053] 地图信息可以包括广泛的道路信息,该道路信息可以包括但不限于诸如高速公

路、收费公路、国道和县道之类的道路类型,道路的车道数量,诸如各车道的中心位置(包括经度、纬度和高度的三维坐标)、道路分界线和车道线、是否存在人行道、路缘石、围栏等的道路标记,交叉口的位置,车道的合并点和分支点的位置,紧急停泊区的面积,每条车道的宽度以及沿道路设置的交通标志。地图信息还可以包括交通规则信息、地址信息(地址/邮政编码)、基础设施信息、电话号码信息等。

[0054] 路线确定单元24基于由GNSS接收器21指定的车辆位置、从导航界面23输入的目的地以及地图信息,确定到目的地的路线。当确定路线时,除了路线之外,路线确定单元24还通过参考地图信息中的车道的合并点和分支点来确定车辆将行驶的目标车道。

[0055] 驾驶操作装置10接收由驾驶员执行的输入操作以控制车辆。驾驶操作装置10可以包括方向盘、加速踏板和制动踏板。此外,驾驶操作装置10可以包括换档杆、驻车制动杆等。驾驶操作装置10的每个元件设置有用于检测相应操作的操作量的传感器。驾驶操作装置10将表示操作量的信号输出给控制单元15。

[0056] 乘员监测装置11监测乘员室内乘员的状态。乘员监测装置11包括例如对坐在车厢内座椅上的乘员进行成像的内部摄像头26以及设置在方向盘上的握持传感器27。内部摄像头26是使用诸如CCD和CMOS之类的固态成像装置的数码摄像机。握持传感器27是检测驾驶员是否正握住方向盘的传感器,并将握持是否存在输出为检测信号。握持传感器27可以由设置在方向盘上的电容传感器或压电装置形成。乘员监测装置11可以包括设置在方向盘或座椅上的心率传感器或设置在座椅上的就座传感器。另外,乘员监测装置11可以是由乘员佩戴并且可以检测包括驾驶员的心率和血压中的至少一个的驾驶员的生命信息的可穿戴装置。就此而言,乘员监测装置11可以被配置为能够经由本身已知的无线通信手段与控制单元15通信。乘员监测装置11将拍摄的图像和检测信号输出给控制单元15。

[0057] 外部通知装置14是用于通过声音和/或光向车辆外部的人员进行通知的装置,并且可以包括警告灯和喇叭。前照灯(前灯)、尾灯、制动灯、危险警告灯以及车辆内部灯可以用作警告灯。

[0058] HMI 12通过视觉显示和语音向乘员通知各种信息,并接收乘员的输入操作。HMI 12可以包括以下装置中的至少一个:包括LCD或有机EL的诸如触摸面板和指示灯之类的显示装置31;诸如蜂鸣器和扬声器之类的声音产生器32;以及诸如触摸面板上的GUI开关以及机械开关之类的输入接口33。导航界面23可以被配置为用作HMI 12。

[0059] 自动驾驶级别开关13是根据驾驶员的指示来激活自动驾驶的开关。自动驾驶级别开关13可以是机械开关或显示在触摸面板上的GUI开关,并且位于车厢的适当部分中。自动驾驶级别开关13可以由HMI 12的输入接口33形成,或者可以由导航界面23形成。

[0060] 控制单元15可以由包括CPU、ROM、RAM等的电子控制单元(ECU)组成。控制单元15通过根据由CPU执行的计算机程序执行运算处理来执行各种类型的车辆控制。控制单元15可以被配置为单片硬件,或者可以被配置为包括多片硬件的单元。另外,控制单元15的每个功能单元的至少一部分可以通过诸如LSI、ASIC和FPGA之类的硬件来实现,或者可以通过软件和硬件的组合来实现。

[0061] 控制单元15被配置为通过组合各种类型的车辆控制来执行至少0级至3级的自动驾驶控制。级别是基于SAE J3016的定义的,并与驾驶员的驾驶操作中和车辆周围环境的监测中机器干预程度有关地确定。

[0062] 在0级自动驾驶中,控制单元15不控制车辆,并且驾驶员执行所有驾驶操作。因此,0级自动驾驶意味着手动驾驶。

[0063] 在1级自动驾驶中,控制单元15执行驾驶操作的特定部分,并且驾驶员执行驾驶操作的其余部分。例如,自动驾驶级别1包括恒速行驶、车辆间距离控制(ACC;自适应巡航控制)和车道保持辅助控制(LKAS;车道保持辅助系统)。当用于执行1级自动驾驶所需的各种装置(例如,外部环境识别装置6和车辆传感器7)全部正常运行时,执行1级自动驾驶。

[0064] 在2级自动驾驶中,控制单元15执行整个驾驶操作。仅当驾驶员监测车辆的周围环境,车辆在指定区域内并且用于执行2级自动驾驶所需的各种装置全部正常运行时,才执行2级自动驾驶。

[0065] 在3级自动驾驶中,控制单元15执行整个驾驶操作。3级自动驾驶要求驾驶员在需要时监测或注意周围环境,并且仅当车辆在指定区域内并且用于执行3级自动驾驶所需的各种装置全部正常运行时,才执行3级自动驾驶。执行3级自动驾驶的条件可以包括车辆正在拥挤的道路上行驶。车辆是否正在拥挤的道路上行驶可以基于从车辆外部的服务器提供的交通规则信息,或者另选地,由车速传感器检测到的车速被确定为低于预定减速确定值(例如,30km/h)超过预定时间段,来确定。

[0066] 因此,在1级至3级的自动驾驶中,控制单元15执行转向、加速、减速和监测周围环境中的至少一项。当处于自动驾驶模式时,控制单元15执行1级至3级的自动驾驶。下文中,将转向操作、加速操作和减速操作统称为驾驶操作,并且可以将驾驶和对周围环境的监测统称为驾驶。

[0067] 在本实施方式中,当控制单元15已经经由自动驾驶级别开关13接收到执行自动驾驶的指示时,控制单元15根据外部环境识别装置6的检测结果和由导航装置9获取的车辆位置来选择适于车辆环境的自动驾驶级别,并根据需要来改变自动驾驶级别。然而,控制单元15还可以根据对自动驾驶级别开关13的输入来改变自动驾驶级别。

[0068] 如图1所示,控制单元15包括自动驾驶控制单元35、异常状态确定单元36、状态管理单元37、行驶控制单元38和储存单元39。

[0069] 自动驾驶控制单元35包括外部环境识别单元40、车辆位置识别单元41和行动计划单元42。外部环境识别单元40基于外部环境识别装置6的检测结果识别位于车辆周围的障碍物、道路形状、是否存在人行道以及路标。障碍物包括但不限于护栏、电线杆、周围车辆以及行人。外部环境识别单元40可以从外部环境识别装置6的检测结果中获取诸如各个周围车辆的位置、速度和加速度之类的周围车辆的状态。各个周围车辆的位置可以被识别为诸如周围车辆的重心位置或角部位置之类的代表点、或由周围车辆的轮廓表示的区域。

[0070] 车辆位置识别单元41识别作为车辆正在行驶的车道的行驶车道以及车辆相对于行驶车道的相对位置和角度。车辆位置识别单元41可以基于地图储存单元22中存储的地图信息和由GNSS接收器21获取的车辆位置来识别行驶车道。此外,可以从地图信息中提取在车辆周围的路面上绘制的车道标记,并且可以通过将提取的车道标记与由外部摄像头19捕获的车道标记进行比较来识别车辆相对于行驶车道的相对位置和角度。

[0071] 行动计划单元42依次创建用于沿着路线驾驶车辆的行动计划。更具体地,行动计划单元42首先确定在车辆不与障碍物接触的情况下在由路线确定单元24确定的目标车道上行驶的一组事件。这些事件可以包括:车辆以恒定速度在同一车道上行驶的恒速行驶事

件;车辆以等于或低于由驾驶员所选择的速度的特定速度或者由当时环境确定的速度跟随前车的前辆跟随事件;车辆改变车道的车道改变事件;车辆超过前车的超车事件;车辆在道路的交汇口从另一道路并入交通的并道事件;车辆在道路交汇口处驶入所选道路的分流事件;自动驾驶结束并且驾驶员接管驾驶操作的自动驾驶结束事件;以及当满足特定条件时使车辆停车的停车事件,所述条件包括控制单元15或驾驶员变得不能继续驾驶操作的情况。

[0072] 行动计划单元42调用停车事件的条件包括:在自动驾驶期间没有检测到响应于对驾驶员的干预请求(移交请求)而对内部摄像头26、握持传感器27或自动驾驶级别开关13的输入的情况。干预请求是对驾驶员接管一部分驾驶的警示以及对执行驾驶操作和监测与要移交的一部分驾驶相对应的环境中的至少一项的警示。行动计划单元42调用停车事件的条件甚至包括行动计划单元42根据来自脉搏传感器、内部摄像头等的信号检测到驾驶员由于生理疾病而在车辆行驶中已经不能执行驾驶的事件。

[0073] 在执行这些事件期间,行动计划单元42可以基于车辆的周围状况(存在附近车辆和行人、由于道路建设而导致车道变窄等)调用用于避让障碍物等的避让事件。

[0074] 行动计划单元42生成与所选事件相对应的车辆未来行驶的目标轨迹。通过依次布置车辆在每个时间点应追踪的轨迹点来获得目标轨迹。行动计划单元42可以基于针对每个事件设置的目标速度和目标加速度来生成目标轨迹。此时,针对轨迹点之间的每个间隔确定关于目标速度和目标加速度的信息。

[0075] 行驶控制单元38控制动力单元3、制动装置4和转向装置5,使得车辆根据也由行动计划单元42生成的调度表来追踪由行动计划单元42生成的目标轨迹。

[0076] 储存单元39由ROM、RAM等形成,并且存储自动驾驶控制单元35、异常状态确定单元36、状态管理单元37和行驶控制单元38进行处理所需的信息。

[0077] 异常状态确定单元36包括车辆状态确定单元51和乘员状态确定单元52。车辆状态确定单元51分析来自各种装置(例如,外部环境识别装置6和车辆传感器7)的影响正在执行的自动驾驶级别的信号,并检测在任何装置和单元中发生的可能妨碍正在执行的自动驾驶级别的正常运行的异常。

[0078] 乘员状态确定单元52根据来自乘员监测装置11的信号来确定驾驶员是否处于异常状态。异常状态包括在要求驾驶员掌控车辆方向的1级或更低级的自动驾驶中驾驶员不能正确地掌控车辆方向的情况。在1级或更低级的自动驾驶中驾驶员无法掌控车辆方向可能意味着驾驶员未握住方向盘、驾驶员睡着了、驾驶员由于生病或受伤而丧失行为能力或失去意识,或者驾驶员处于心脏停跳状态。当在要求驾驶员掌控车辆方向的1级或更低级的自动驾驶中没有从驾驶员到握持传感器27的输入时,乘员状态确定单元52确定驾驶员处于异常状态。此外,乘员状态确定单元52可以根据从内部摄像头26的输出中提取的驾驶员的面部图像来确定驾驶员的眼睑的睁开/闭合状态。当驾驶员的眼睑闭合超过预定时间段时,或者当每单位时间间隔眼睑闭合的次数等于或大于预定阈值时,乘员状态确定单元52可以确定驾驶员在睡意很强、无意识或心脏骤停的情况下睡着了,使得驾驶者不能正确地驾驶车辆,并且驾驶员处于异常状况。乘员状态确定单元52还可以从捕获的图像中获取驾驶员的姿势,以确定驾驶员的姿势不适合驾驶操作或者驾驶员的姿势在预定时间段内未改变。这很可能意味着驾驶员由于生病、受伤或处于异常状况而无行为能力。

[0079] 在2级或更低级的自动驾驶的情况下,异常状况包括驾驶员忽略监测车辆周围环境的职责的情形。这种情形可以包括驾驶员没有握住或抓握方向盘的情况,或者驾驶员的视线没有朝向前方的情况。当握持传感器27的输出信号指示驾驶员没有握住方向盘时,乘员状态确定单元52可以检测驾驶员忽略监测车辆周围环境的异常状况。乘员状态确定单元52可以根据由内部摄像头26捕获的图像来检测异常状况。乘员状态确定单元52可以使用本身已知的图像分析技术来从捕获的图像中提取驾驶员的面部区域,然后从所提取的面部区域提取包括眼睛的内眼角和外眼角及瞳孔的虹膜部分(以下称为虹膜)。乘员状态确定单元52可以根据眼睛的内眼角和外眼角的位置、虹膜、虹膜轮廓等来检测驾驶员的视线。当驾驶员的视线未朝向前方时,确定驾驶员正在忽略监测车辆周围环境的职责。

[0080] 另外,在不需要驾驶员监测周围环境的级别的自动驾驶中或在3级自动驾驶中,异常状况是指在向驾驶员发出驾驶接管请求时驾驶员不能迅速接管驾驶的状态。驾驶员不能接管驾驶的状态包括不能监测系统的状态,或者换言之,诸如在驾驶员睡着时驾驶员不能监测可能正在呈现警报显示的画面显示的状态,以及在驾驶员不向前看时。在本实施方式中,在3级自动驾驶中,异常状况包括即使通知驾驶员监测车辆周围环境,驾驶员也不能执行监测车辆周围环境的职责的情况。在本实施方式中,乘员状态确定单元52在HMI 12的显示装置31上显示预定的画面,并指示驾驶员注视显示装置31。此后,乘员状态确定单元52用内部摄像头26检测驾驶员的视线,并且确定在驾驶员的视线未面向HMI 12的显示装置31的情况下驾驶员不能履行监测车辆周围环境的职责。

[0081] 乘员状态确定单元52可以根据来自握持传感器27的信号来检测驾驶员是否正握住方向盘,并且如果驾驶员没有握住方向盘,则可以确定车辆处于监测车辆周围环境的责任正被忽略的异常状态。此外,乘员状态确定单元52根据内部摄像头26捕获的图像来确定驾驶员是否处于异常状态。例如,乘员状态确定单元52通过使用本身已知的图像分析手段从所捕获的图像中提取驾驶员的面部区域。乘员状态确定单元52还可以从所提取的面部区域中提取驾驶员的包括眼睛的内眼角和外眼角及瞳孔的虹膜部分(以下称为虹膜)。乘员状态确定单元52根据所提取的眼睛的内眼角和外眼角的位置、虹膜及虹膜轮廓等来获得驾驶员的视线。当驾驶员的视线未朝向前方时,确定驾驶员正在忽略监测车辆周围环境的职责。

[0082] 状态管理单元37根据本车辆位置、自动驾驶级别开关13的操作、以及异常状态确定单元36的确定结果中的至少一项来选择自动驾驶的级别。此外,状态管理单元37根据所选的自动驾驶级别来控制行动计划单元42,从而执行根据所选自动驾驶级别的自动驾驶。例如,当状态管理单元37已经选择了1级自动驾驶并且正在执行恒速行驶控制时,行动计划单元42要确定的事件仅限于恒速行驶事件。

[0083] 除了执行根据所选级别的自动驾驶之外,状态管理单元37还根据需要升高和降低自动驾驶级别。

[0084] 更具体地,当满足用于以所选级别执行自动驾驶的条件并且用于升高自动驾驶级别的指示被输入到自动驾驶级别开关13时,状态管理单元37提高级别。

[0085] 当用于执行当前级别的自动驾驶的条件不再满足时,或者当用于降低自动驾驶级别的指示被输入到自动驾驶级别开关13时,状态管理单元37执行干预请求处理。在干预请求处理中,状态管理单元37首先向驾驶员通知切换请求。可以通过在显示装置31上显示

消息或图像或者从声音产生器32生成语音或警告声来向驾驶员进行通知。对驾驶员的通知可以在干预请求处理之后继续预定时间段或者可以继续继续进行通知,直到乘员监测装置11检测到输入为止。

[0086] 当车辆已经移动到仅允许比当前级别低的级别的自动驾驶的区域时,或者当异常状态确定单元36已经确定出驾驶员或车辆已经发生了妨碍继续进行当前级别的自动驾驶的异常状况时,不再满足用于执行当前级别的自动驾驶的条件。

[0087] 在通知驾驶员之后,状态管理单元37检测内部摄像头26或握持传感器27是否已经从驾驶员接收到指示驾驶接管的输入。以取决于要选择的级别的方式来确定对是否存在接管驾驶的输入的检测。当移动到2级时,状态管理单元37从内部摄像头26获取的图像中提取驾驶员的视线,并且当驾驶员的视线面向车辆的前方时,确定出接收到指示由驾驶员接管驾驶的输入。当移动至1级或0级时,状态管理单元37在握持传感器27已经检测到驾驶员握住方向盘时确定存在指示意图接管驾驶的输入。因此,内部摄像头26和握持传感器27充当检测驾驶员对驾驶的干预的干预检测装置。此外,状态管理单元37可以根据对自动驾驶级别开关13的输入来检测是否存在指示驾驶员对驾驶的干预的输入。

[0088] 当在从干预请求处理开始起的预定时间段内检测到指示对驾驶进行干预的输入时,状态管理单元37降低自动驾驶级别。此时,在降低级别之后的自动驾驶的级别可以是0,或者可以是能够执行的最高级别。

[0089] 当在执行干预请求处理之后的预定时间段内未检测到与驾驶员对驾驶进行干预相对应的输入时,状态管理单元37使行动计划单元42生成停车事件。停车事件是在车辆控制退化的同时使车辆停在安全位置(例如,紧急停泊区、路边区、路边路肩、停泊区等)处的事件。在此,在停车事件中执行的一系列处理可以称为MRM(最小风险策略)。

[0090] 当调用停车事件时,控制单元15从自动驾驶模式转换为自主停车模式,并且行动计划单元42执行停车过程。在下文中,参照图2的流程图描述停车过程的概要。

[0091] 在停车过程中,首先执行通知过程(ST1)。在通知过程中,行动计划单元42操作外部通知装置14以通知车辆外部的人员。例如,行动计划单元42激活外部通知装置14中包括的喇叭,以周期性地产生警示声。通知过程一直持续到停车过程结束。在通知过程结束之后,行动计划单元42可以依据情形继续激活喇叭以产生警示声。

[0092] 然后,执行退化过程(ST2)。退化过程是限制能够被行动计划单元42调用的事件的过程。退化过程可以禁止至超车道的车道改变事件、超车事件、并道事件等。此外,在退化过程中,与不执行停车过程的情况相比,车辆的速度上限和加速度上限在各个事件中会受到更大限制。

[0093] 接下来,执行停车区域确定过程(ST3)。停车区域确定过程基于本车辆的当前位置参考地图信息,并在本车辆的行驶方向上提取诸如道路路肩和疏散空间之类的适于停车的多个可用停车区域(停车区域或潜在停车区域的候选)。然后,通过考虑停车区域的大小、到停车区域的距离等,选择可用停车区域中的一个作为停车区域。

[0094] 接下来,执行移动过程(ST4)。在移动过程中,确定到达停车区域的路线,生成沿着通往停车区域的路线的各种事件,并确定目标轨迹。行驶控制单元38基于由行动计划单元42确定的目标轨迹来控制动力单元3、制动装置4和转向装置5。然后,车辆沿着路线行驶并到达停车区域。

[0095] 接下来,执行停车位置确定过程(ST5)。在停车位置确定过程中,基于由外部环境识别单元40识别出的位于车辆周围的障碍物、道路标记和其它对象来确定停车位置。在停车位置确定过程中,有可能由于存在周围车辆和障碍物而导致在停车区域中无法确定停车位置。当在停车位置确定过程中不能确定停车位置时(ST6中为“否”),依次重复停车区域确定过程(ST3)、移动过程(ST4)和停车位置确定过程(ST5)。

[0096] 如果在停车位置确定过程中能够确定停车位置(ST6中为“是”),则执行停车执行过程(ST7)。在停车执行过程中,行动计划单元42基于车辆的当前位置和目标停车位置来生成目标轨迹。行驶控制单元38基于由行动计划单元42确定的目标轨迹来控制动力单元3、制动装置4和转向装置5。然后,车辆朝向停车位置移动并停在停车位置处。

[0097] 在执行了停车执行过程之后,执行停车保持过程(ST8)。在停车保持过程中,行驶控制单元38根据来自行动计划单元42的命令来驱动驻车制动装置,以将车辆保持在停车位置。此后,行动计划单元42可以通过通信装置8向紧急呼叫中心发送紧急呼叫。当停车保持过程完成时,停车过程结束。

[0098] 在本实施方式中,车辆控制系统1包括外部环境识别装置6、导航装置9(地图装置)、乘员监测装置11以及控制单元15。控制单元15被配置为计算车辆行驶产生的作为数值的累计行驶风险。累计行驶风险是从启动停车过程的时间点开始累计的,并在每个可用停车区域处进行评估。

[0099] 下面参照图3描述停车区域确定过程的细节。作为停车区域确定过程的一部分,计算累计风险。在下面的讨论中,假设停车过程的持续时间足够短,并且天气没有变化或不区分白天和夜间。

[0100] 行动计划单元42在停车区域确定过程的第一步ST11中确定多个可用停车区域。更具体地,行动计划单元42根据地图信息在去往目的地的路线上搜索适于至少临时停泊车辆的诸如道路的路肩之类的可用停车区域。当可用停车区域的确定完成时,行动计划单元42执行步骤ST12。

[0101] 在步骤ST12中,行动计划单元42通过参考地图信息来计算在起始位置X与在步骤ST11中确定的各个停车区域之间的路线上的距离。计算出的距离对应于当车辆S沿着导航装置9所确定的路线从起始位置行驶到相应的可用停车区域时车辆S的行驶距离。在本实施方式中,行动计划单元42以公里(km)为单位计算从起始位置到每个可用停车区的路线上的距离。当距离的计算结束时,行动计划单元42执行步骤ST13。

[0102] 行动计划单元42在步骤ST13中计算外部对象识别系数。外部对象识别系数是指示在车辆行驶环境中检测对象的难度的数值。在本实施方式中,外部对象识别系数指示外部环境识别单元40从由外部摄像头19捕获的图像中检测道路标志的难度,并且这通常取决于由外部摄像头19捕获的图像的亮度。

[0103] 这里的亮度指示对象的亮度,并且是随着亮度增加而增加的数值。外部对象识别系数随着亮度增加而接近1,并且随着亮度的降低而增加。更具体地,当车辆在车辆外部明亮的环境中行驶并且道路标记和道路标志可以由外部环境识别单元40可靠地识别时,外部对象识别系数被设置为1。随着车辆外部变暗并且变得难以识别道路标记等,外部对象识别系数的值增大。例如,当车辆S在白天行驶且天气晴朗时,将外部对象识别系数设置为1,并且当车辆在夜间行驶并且天气由于雨、雪、冰雹或雾而恶劣时,将外部对象识别系数

设置为大于1的值。

[0104] 在本实施方式中,在步骤ST13中,行动计划单元42根据与时间相关联的时间系数和与天气相关联的天气系数来计算外部对象识别系数。更具体地,首先,行动计划单元42经由通信装置8连接到外部时间服务器(NTP服务器)并获取当前时间。接下来,行动计划单元42确定获取的时间是对应于白天(例如,在上午7:00am与下午6:00之间)还是任何其它时间。在白天的情况下,时间系数设置为1,而在其它时间,时间系数设置为大于1的数值(例如,1.2)。

[0105] 然后,行动计划单元42获取车辆外部的天气。更具体地,行动计划单元42经由通信装置8连接到外部服务器,并且获取车辆S的当前位置处的天气。当外部摄像头19设置在挡风玻璃后面时,行动计划单元42可以通过使用基于例如深度学习的本身已知的图像分析手段来分析由外部摄像头19拍摄的图像,并确定天气。当天气是雨、雪、冰雹或雾时,行动计划单元42将天气系数设置为大于1的数值(例如,1.2),否则将天气系数设置为1(天气系数保持不变)。此后,行动计划单元42计算时间系数和天气系数的乘积,并将该乘积设置为外部对象识别系数。此后,行动计划单元42执行步骤ST14。

[0106] 在步骤ST14中,行动计划单元42计算同伴乘员系数。同伴乘员系数是1或更大的数值,并且被设置为随着车辆上除驾驶员以外的乘员人数或同伴乘员人数而单调增加。在本实施方式中,行动计划单元42通过使用基于例如深度学习的本身已知的图像分析单元来分析由内部摄像头25拍摄的图像,并计算乘员人数。接下来,行动计划单元42将预定的正数值(例如,0.2)乘以同伴乘员人数并且加上1作为同伴乘员系数。当同伴乘员系数的计算完成时,行动计划单元42执行步骤ST15。

[0107] 行动计划单元42在步骤ST15中计算累计行驶风险。累计行驶风险被确定为随行驶距离(或行驶时间)而单调增加。此外,累计行驶风险被确定为随着外部对象识别系数和同伴乘员系数而单调增加。在本实施方式中,作为示例,行动计划单元42按照里程数、外部对象识别系数和同伴乘员系数的乘积来计算累计行驶风险。

[0108] 例如,在白天和晴天(外部对象识别系数为1)下,当仅驾驶员在车上(同伴乘员系数为1)时,累计行驶风险被计算为等于行驶距离。在累计行驶风险的计算完成之后,行动计划单元42结束停车区域确定过程。

[0109] 接下来,在下面描述移动过程。在移动过程中,本车辆从停车过程的起始点或可用停车区域之一行驶到下一个可用停车区域。当检测到在相同方向行驶的前方车辆时,行动计划单元42可以在移动过程期间生成或调用跟随事件。在跟随事件中,本车辆以规定的车辆间距离跟随前方车辆。当外部摄像头19未检测到合适的前方车辆时,行动计划单元42生成恒速行驶事件,使得本车辆以规定的恒定速度行驶。行动计划单元42可以被配置为根据需要生成车道改变事件等。

[0110] 下面参照图4描述在停车区域中执行的停车位置确定过程的细节。

[0111] 在停车位置确定过程的第一步ST21中,行动计划单元42通过使用由外部摄像头19捕获的图像来提取停车区域中的适合停车的位置,并将该位置设置为可用停车位置。

[0112] 接下来,行动计划单元42执行步骤ST22。在步骤ST22中,行动计划单元42计算停车风险。停车风险是当将车辆S停在可用停车位置处时问题或危险情况可能发生的可能性的数值。这种问题的示例可以包括:可用停车位置具有障碍物的情况;在进入可用停车位

置时遇到一些困难的情况；以及具有在向可用停车位置移动的同时与附近车辆发生碰撞的风险的情况。行动计划单元42确定停车风险，以使得随着在将车辆S停在可用停车位置处时发生问题的可能性和/或可能遇到的问题的严重性增加，停车风险增加。在本实施方式中，当车辆S能够在没有任何实质问题的情况下在可用停车位置处停车时，停车风险被设置为0，而当车辆S不能在可用停车位置处停车时，停车风险被设置为1。

[0113] 在本实施方式中，行动计划单元42使用本身已知的图像分析单元来分析由外部摄像头19捕获的图像以获得位于可用停车位置附近的车辆等，并且根据所捕获的图像来计算停车风险。例如，一旦识别出在可用停车位置处已经存在停泊车辆时，行动计划单元42确定车辆S不能在该特定位置处停车，并将停车风险设置为1。例如，当可用停车位置被设置为平直道路左侧的具有足够面积的空间，并且车辆S能够毫无问题地以最小风险来停车时，行动计划单元42将停车风险设置为零。

[0114] 行动计划单元42可以从地图信息中获取在其上选择了可用停车位置的的道路的道路信息，并且根据道路的形状计算可用停车位置的停车风险。例如，当可用停车位置位于弯曲道路的一侧时，随着曲率的增加，停车风险可以设置为更接近于1。当可用停车位置位于悬崖附近时，停车风险可以设置为接近1。这样，通过参考地图信息，可以根据道路的形状和地形准确而轻松地评估停车的风险。

[0115] 行动计划单元42使用雷达17和激光雷达18中的至少一个来获取相对于跟随车辆的车辆间距离。当所获取的车辆间距离等于或小于适当的车辆间距离（在本实施方式中为80m）时，行动计划单元42计算出停车风险比当车辆间距离大于适当的车辆间距离时更大。这使得在车辆停车时与跟随车辆追尾碰撞的风险降低。相比于当检测到跟随车辆并且距离等于或小于适当的车辆间距离时，行动计划单元42可以计算出停车风险在未检测到跟随车辆时更低。

[0116] 接下来，行动计划单元42执行步骤ST23。在步骤ST23中，行动计划单元42计算停车阈值。停车阈值是可以是从累计行驶风险中计算出的阈值，并与每个可用停车位置的停车风险进行比较，以确定车辆是否应在特定停车位置处停车。在本实施方式中，停车阈值被确定为使得随着累计行驶风险而单调增加。例如，行动计划单元42可以计算通过将0.1乘以累计行驶风险而获得的值作为停车阈值。

[0117] 接下来，行动计划单元42执行步骤ST24。在步骤ST24中，行动计划单元42确定停车风险是否等于或小于停车阈值。行动计划单元42在停车风险等于或小于停车阈值时执行步骤ST25，并且当停车风险大于停车阈值时，在不确定停车位置的情况下结束停车位置确定过程。因此，控制单元15将累计行驶风险超过停车风险的可用停车区域确定为最终停车区域。

[0118] 另选地，控制单元可以将紧接在累计行驶风险超过停车风险的可用停车区域之前的可用停车区域确定为最终停车区域。

[0119] 累计行驶风险通常随行驶距离而增加。将最终停车区域选择为累计行驶风险不超过停车风险的最后一个停车区域。如果进一步行驶到最后一个停车区域之后的停车区域，则累积行驶风险将超过停车风险。

[0120] 在步骤ST25中，行动计划单元42确定作为最终停车位置的可用停车位置。一旦完成停车位置的确定，动作计划单元42结束停车位置确定过程。

[0121] 接下来,下面参照图5讨论如上所述的车辆控制系统的操作模式和效果。在图5所示的当执行停车过程时车辆S的移动示例中,假设仅驾驶员在车上,并且是在白天和晴天。

[0122] 在图5所示的示例中,车辆S位于起始位置X(在此启动停车过程),并且沿路线存在潜在适于车辆停车的四个可用停车区域A、B、C和D。图5中的表格示出了从起始位置X到可用停车区域A、B、C和D的路线上的距离。从起始位置X到可用停车区域A的距离最短,因此可用停车区域A最接近起始位置X处的车辆。可用停车区域B、C和D沿该路线与起始位置X的距离依次逐渐增大。可用停车区域D沿路线与起始位置X相距10公里。可以针对每个可用停车区域A、B、C和D指定可用停车位置。可用停车区域A、B、C和D通过具有大致恒定宽度的道路连接,并且在起始位置X和最后一个可用停车区域D之间道路没有变窄。可用停车区域A和可用停车区域C二者位于道路中曲率大的部分处,并且停车风险在可用停车区域A和可用停车区域C中比在可用停车区域B和可用停车区域D中更高。此外,假设在车辆S停下来之前与跟随车辆的车辆间距离足够大。

[0123] 当启动停车过程时,行动计划单元42在起始位置X处执行停车区域确定过程(ST3)。在停车区域确定过程中,行动计划单元42从可用停车区域A、B、C和D中选择最接近车辆S的可用停车区域A作为当前选择的停车区域(ST11)。此后,行动计划单元42计算从起始位置X到停车区域A的路线上的距离(5km)(ST12)。此后,由于车辆S在白天且天气晴朗的情况下行驶,因此行动计划单元42计算外部对象识别系数为1(ST13)。此后,由于仅驾驶员在车辆S上,因此行动计划单元42计算同伴乘员系数为1(ST14)。接下来,如图5的表格所示,行动计划单元42计算停车区域A的累计行驶风险为5(ST15)。

[0124] 此后,控制单元15使车辆S自主行驶并从起始位置X向停车区域A移动。当车辆S移动至停车区域A(ST4)时,行动计划单元42计算停车区域A中的可用停车位置处的停车风险(ST22)。此时,如图5的表格所示,停车风险被评估为0.6。此后,行动计划单元42根据累计行驶风险计算停车阈值(ST23),并将停车阈值与停车风险进行比较(ST24)。如图5的表格所示,停车阈值被计算为0.5,并且停车风险被评估为0.6。因此,行动计划单元42确定停车风险大于停车阈值,并且在不确定停车位置的情况下停车位置确定过程结束。

[0125] 此后,如图2所示,行动计划单元42确定出停车位置尚未被确定(ST6),并再次执行停车区域确定过程(ST3)。因此,如图5所示,行动计划单元42从可用停车区域B、C和D中选择最接近车辆S的可用停车区域B作为停车区域(ST11)。之后,行动计划单元42计算从起始位置X到停车区域B的路线上的距离(6km)(ST12)。此外,行动计划单元42将外部对象识别系数和同伴乘员系数二者计算为1(ST13, ST14)。接下来,如图5的表格所示,行动计划单元42将停车区域B的累计行驶风险计算为6(ST15),并结束停车区域确定过程。

[0126] 接下来,行动计划单元42执行移动过程(ST4),以使车辆S从可用停车区域A向可用停车区域B移动。这时,当外部摄像头19检测到前方车辆时,车辆S跟随前方车辆,并追踪前方车辆所遵循的轨迹。因此,如果在道路上存在障碍物等,则车辆S可以适当地避让障碍物,从而使车辆S能够更安全地在可用停车区域之间移动。

[0127] 当车辆S移动至可用停车区域B中时,行动计划单元42提取可用停车位置并计算停车风险(ST21, ST22)。如图5所示,可用停车区域B位于比可用停车区域A更直的道路上。因此,可用停车区域B中的停车风险比可用停车区域A中的停车风险低,并且如图5的表格中所示,停车风险被评估为0.2。之后,行动计划单元42计算停车阈值(ST23)。此时,由于累

计行驶风险被计算为6,因此停车阈值被评估为0.6。接下来,行动计划单元42将停车阈值与停车风险进行比较(ST24)。由于停车阈值为0.6,而停车风险为0.2,因此行动计划单元42将可用停车位置确定为停车位置,并结束停车位置确定过程。此后,执行停车执行过程(ST7),并且使车辆S停在可用停车区域B中的停车位置处,如图5所示。

[0128] 如上所述,当车辆S在可用停车区域(可用停车区域A)中无法停车时,车辆S自主行驶到另一可用停车区域(可用停车区域B),并且在变为最终选择的停车区域的可用停车区域中停车。因此,如果在临时选择的停车区域中没有合适的停车位置,则车辆S行驶到下一个可用停车区域。如果发现下一个可用停车区域提供合适的停车位置,则选择该可用停车区域作为最终停车区域,并且使车辆S在最终选择的停车区域中的合适停车位置处停车。因此,能够以高度可靠的方式使车辆S在合适的位置处停车。

[0129] 行动计划单元42通过将停车阈值与停车风险进行比较来选择停车区域和停车位置。因此,能够使车辆S在涉及最小可能风险的位置处停车。

[0130] 停车阈值随着累计行驶风险而单调增加,并且累计行驶风险随着里程数而单调增加。因此,停车阈值随着行驶距离而单调增加。另一方面,依据每个可用停车区域的情形,将停车风险设置为0至1的值。由于只要停车风险变为等于或小于停车阈值,车辆S就停下来,因此在车辆停下来之前车辆行驶的行驶距离最多限于从起始位置X到停车阈值为1或更大的停车区域(图5中的D区域)的距离而与中间可用停车区域的条件无关。因此,能够使车辆S可靠地停车,而不必担心使车辆S继续行驶过长的距离。

[0131] 图6示意性地例示了与图5中类似的当停车过程在相同的起始位置X处开始时车辆S的移动。仅驾驶员在车辆S上并且是夜间且下雨。与图5的表格类似地,图6也包括示出了每个区域的路线上的距离、累计行驶风险、停车阈值和停车风险的表格。

[0132] 行动计划单元42在起始位置X处执行停车区域确定过程,并且临时选择可用停车区域A作为停车区域。此外,行动计划单元42计算从起始位置X到可用停车区域A的路线上的距离以及相关联的累计行驶风险。但是,由于是夜间且下雨,因此外部对象识别系数为 $1.2 \times 1.2 = 1.41$,因此累计行驶风险是白天且晴天的情况(如图5所示的情况)下的1.41倍。

[0133] 当车辆S到达可用停车区域A时,行动计划单元42计算停车阈值和停车风险,并将它们进行比较。此时,如图6的表格中所示,可用停车区域A中的停车阈值是0.705,而停车风险是0.6,所以行动计划单元42确定可用停车区域A中的可用停车位置为最终选择的停车位置。结果,车辆S在比白天且晴天下选择的停车位置更靠近起始位置X的停车位置处停车。

[0134] 当由外部摄像头19拍摄的图像的亮度低并且诸如在夜间当由于雨、雪、冰雹或雾而导致天气恶劣时难以检测道路标志时,外部对象识别系数设置为大于1。因此,夜间每单位行驶距离的累计行驶风险的增加率大于白天。另外,在雨天每单位行驶距离的累计行驶风险的增加率大于晴天。结果,夜间或在雨、雪、冰雹或雾中的停车阈值增加,并且车辆S趋于在更接近起始位置X的位置处停车。因此,当难以检测到道路标志时,到停车区域的行驶距离趋向于减小,并且能够增强车辆S的安全性。此外,由于可以根据一天中的时间和天气来计算外部对象识别系数,因此能够毫无困难地计算外部对象识别系数。

[0135] 当有同伴乘员时,同伴乘员系数被设置为大于1的值,并且每单位行驶距离的累

计行驶风险的增加率增加。结果,累计行驶风险和停车阈值更加迅速地增加,使得车辆S倾向于在更靠近起始位置X的位置处停车。因此,当有同伴乘员时能够使车辆S更快地停车。结果,同伴乘员能够以最小的延迟接管驾驶。

[0136] 当到跟随车辆的距离等于或小于适当的车辆间距离时,行动计划单元42计算出当车辆间距离大于适当的车辆间距离时的停车风险小于当车辆间距离等于或小于适当的车辆间距离时的停车风险。因此,在到跟随车辆的车辆间距离短且在车辆停车时被跟随车辆碰撞的危险很大时,停车风险增加。因此,当被跟随车辆碰撞的风险高并且停车风险大于累计行驶风险时,通过使车辆S继续行驶能够避免跟随车辆的碰撞。

[0137] (第二实施方式)

[0138] 根据第二实施方式的车辆控制系统101与第一实施方式的车辆控制系统1的不同之处仅在于停车区域确定过程的步骤ST12和ST15,并且其它部分相同。省略了其它部分的描述。

[0139] 在步骤ST12中,行动计划单元42计算从起始位置X到每个可用停车区域的路线上的有效距离,而不是从起始位置到停车区域的路线上的实际距离。有效距离是考虑了行驶难度的距离。例如,一旦确定出路线上存在道路变窄时,行动计划单元42根据道路变窄部分的距离和/或道路变窄的程度来增加有效距离。

[0140] 例如,行动计划单元42可以将有效距离确定为(从起始位置到可用停车区域的路线上的距离)+(道路的变窄部分的距离)×(变窄因子)。变窄道路的因子可以依据道路的变窄部分的宽度而变化,并且可以被设置为0.01以上且0.10以下的值。另选地,行动计划单元42可以通过检测道路的不超过特定阈值(诸如4m)的变窄部分的距离并在计算有效距离时将特定因子乘以道路的变窄部分的长度,来确定有效距离。

[0141] 在步骤ST15中,行动计划单元42将累计行驶风险计算为有效距离、外部对象识别系数和同伴乘员系数的乘积。

[0142] 接下来,以下将讨论如上所述配置的车辆控制系统101的优点。每个可用停车区域的累计行驶风险在道路变窄时比在道路没有变窄时更大。因此,在道路变窄的地方,趋向于减小车辆S的行驶距离,从而使车辆S能够更快地停车。

[0143] (第三实施方式)

[0144] 根据第三实施方式的车辆控制系统201与第一实施方式的车辆控制系统1的不同之处仅在于:停车区域确定过程的步骤ST12和ST15,并且其它部分相同。省略了其它部分的描述。

[0145] 在步骤ST12中,行动计划单元42计算车辆从起始位置行驶到每个可用停车区域所需的行驶时间,代替从起始位置到停车区域的路线上的距离。

[0146] 在步骤ST15中,行动计划单元42将累计的行驶风险计算为行驶时间、外部对象识别系数和同伴乘员系数的乘积。

[0147] 接下来,下面讨论如上所述配置的车辆控制系统201的优点。由于能够根据在行驶车道中花费的时间来计算累计行驶风险,因此能够根据与车辆S的行驶相关联的风险来计算累计行驶风险。另外,随着行驶时间变长,累计行驶风险增加。因此,能够缩短车辆S的行驶时间,使得车辆S能够更快地停车。

[0148] (第四实施方式)

[0149] 根据第四实施方式的车辆控制系统301与第一实施方式的车辆控制系统1的不同在于:停车位置确定过程的步骤ST22中的计算停车风险的方法。根据第四实施方式 的车辆控制系统301的其它部分与第一实施方式的车辆控制系统1的那些部分相同,并且将不重复其描述。

[0150] 在根据第一实施方式的车辆控制系统1中,与到跟随车辆的距离大于适当的车辆间距离时相比,行动计划单元42在该距离等于或小于适当的车辆间距离时增加预定值。另一方面,在根据第四实施方式的车辆控制系统301中,停车风险被计算为当车辆传感器7检测到跟随车辆时比当车辆传感器7未检测到跟随车辆时更大。本实施方式中的车辆传感器7可以包括用于监测车辆后方的外部摄像头19,并且用于检测跟随车辆的外部摄像头19的检测范围可以是大约100m。当完成停车风险的计算时,行动计划单元42执行步骤ST23。

[0151] 下面讨论如上所述配置的车辆控制系统301的优点。如果在车辆后方检测到跟随车辆,则停车风险被计算为更高。因此,当在车辆后方检测到跟随车辆时,或者换言之,当存在被跟随车辆追尾碰撞的可能性时,使车辆停下来的可能性更低,并且提高了车辆的安全性。另外,由于根据有无跟随车辆来计算停车风险,因此,与根据车辆间距离来计算停车风险的情况相比,配置更简单。

[0152] (第五实施方式)

[0153] 根据第五实施方式的车辆控制系统401与第一实施方式的车辆控制系统1的不同在于:停车位置确定过程的步骤ST22中的计算停车风险的方法。根据第五实施方式 的车辆控制系统401的其它部分与第一实施方式的车辆控制系统1的那些部分相同,因此将省略其描述。

[0154] 在根据第五实施方式的车辆控制系统401中,当车辆将要到达可用停车区域时,行动计划单元42根据车辆的当前位置和由导航装置9获取的地图信息确定车辆是否正行驶在超车道(或快速车道)中。当车辆正行驶在超车道中时,向停车风险添加预定值,从而计算出比未行驶在超车道中时更大的停车风险。当完成停车风险的计算时,行动计划单元42执行步骤ST23。

[0155] 将描述如上所述配置的车辆控制系统401的效果。如果在车辆将要到达停车区域时车辆正行驶在超车道上,则在使车辆停下来之前必须改变车道等。在车辆控制系统401中,与车辆正行驶在行驶车道(慢车道)中时相比,当车辆正行驶在超车道中时 停车风险被计算为更高,并且车辆可以继续行驶至新的可用停车区域而不停车。因此,车辆能够更安全地停车。

[0156] (第六实施方式)

[0157] 根据第六实施方式的车辆控制系统501与第一实施方式的车辆控制系统1的不同之处在于:由行动计划单元42执行的步骤ST22中的计算停车风险的方法。根据第六实施方式 的车辆控制系统501的其余部分与第一实施方式的车辆控制系统1相同,并且将不重复其描述。

[0158] 在根据第六实施方式的车辆控制系统501中,行动计划单元42在步骤ST12中 确定每个可用停车区域是否处于行车道中的存在限制的区域。行车道受限制的区域 可以是例如在从道路匝道入口或出口起的预定范围内,或者可以在从道路施工进行点 起的预定范围内。与停车区域位于行车道受限制的区域外侧时相比,行动计划单元42计算出相应的

停车风险在停车区域位于行车道受限制的区域时更大。当完成停车风险的计算时,行动计划单元42执行步骤ST23。

[0159] 下面讨论如上所述配置的车辆控制系统501的优点。与车辆在行车道受限制的区域外侧的情况相比,当可用停车区域在行车道受限制的区域时,停车风险增加。这使得车辆在由于行车道中的限制而导致车辆可能拥挤的区域的外侧停车。因此,防止了周围车辆的通行受阻,并且车辆能够更安全地停车。

[0160] (第七实施方式)

[0161] 根据第七实施方式的车辆控制系统601与第一实施方式的车辆控制系统1的不同之处在于:由行动计划单元42执行的步骤ST15中的计算累计行驶风险的方法。第六实施方式的车辆控制系统601的其它部分与第一实施方式的车辆控制系统1的那些部分相同,因此将省略其描述。

[0162] 在根据第七实施方式的车辆控制系统601中,由导航装置9存储的地图信息包括周围车辆的车道改变的结果。周围车辆的车道改变历史是指在沿路线的道路上的每个规定地点中周围车辆在过去的时间段期间进行车道改变的次数。例如,可以由道路管理者根据由设置在道路上的观察摄像头获取的关于车辆在规定时间内移动的数据,来预先计算已经执行的车道改变的次数。通常,在交汇道路、分支道路等在预定时间段内执行的周围车辆车道改变的次数趋向于大于在道路的其他部分中的次数。

[0163] 在步骤ST15中,行动计划单元42获得在从停车过程的起始位置到每个可用停车区域的路线上的每个点处的周围车辆的车道改变历史。此后,沿着从停车过程的起始位置至到达每个可用停车区域的路线,行动计划单元42计算在道路上的每个点处的在预定时间段内执行的周围车辆车道改变次数的总和。然后,行动计划单元42根据所计算出的周围车辆车道改变次数的总数来计算累计行驶风险。在本实施方式中,随着周围车辆的车道改变次数的总和增加,累计行驶风险被计算为更大。当完成累计行驶风险的计算时,行动计划单元42结束停车区域确定过程。

[0164] 下面讨论如上所述配置的车辆控制系统601的优点。如果在从停车过程的起始位置至到达每个可用停车区域的路线上的周围车辆车道改变总数增加,则累计行驶风险增加。因此,在计算累计行驶风险时,考虑由周围车辆的车道改变引起的风险,并且能够适当地计算车辆从起始位置行驶到每个可用停车区域所涉及的累计行驶风险。如上所述,当车道改变的总数增加时,累计行驶风险被计算为更大,从而能够避开周围车辆车道改变较频繁的路线,使得车辆能够更安全地停车。

[0165] 已经关于特定实施方式描述了本发明,但是本发明不限于这些实施方式,并且可以在不脱离本发明的精神的情况下以各种方式进行变型。累计行驶风险由各种系数和行驶距离的乘积表示,但是本发明不限于该模式。还可以按照不同方式计算累计行驶风险,使得累计行驶风险相对于行驶距离、行驶时间、有效距离和各种系数单调增加。

[0166] 在上述实施方式中,外部对象识别系数是根据时间和天气确定的,但是本发明不限于该模式。例如,可以通过将道路信息中所包括的道路标志的形状与由外部摄像头19获取的道路标志的形状进行比较,并且量化两者之间的一致度,来计算外部对象识别系数。此时,外部对象识别系数可以在一致度高时被设置为接近1,而在一致度低时被设置为大于1。

[0167] 在以上实施方式中,累计行驶风险是在停车区域确定过程中计算的,但是本发明不限于该模式。例如,可以在停车位置确定过程中计算累计行驶风险。此时,可以将累计行驶风险计算为车辆S到达停车位置之前所承担的风险,或者换句话说,直到车辆S到达停车位置为止所发生的代价。此时,车辆控制系统可以在停车过程开始时计算最终的累计行驶风险,或者可以计算当前的累计行驶风险,或者随着车辆向最终停车区域前进而修正较早的计算。在后一种情况下,在累计行驶风险的计算中能够考虑道路状况、天气和一天中的时间的变化。

[0168] 在以上实施方式中,行动计划单元42将累计行驶风险计算为里程数、外部对象识别系数和同伴乘员系数的乘积,但是本发明不限于该模式。行动计划单元42可以被配置为严格地根据行驶距离来计算累计行驶风险,并且车辆控制系统1可以不包括乘员监测装置11。

[0169] 在以上实施方式中,行动计划单元42根据车辆与跟随车辆之间的距离来计算停车风险,但是本发明不限于该模式。行动计划单元42可以根据车辆与任何附近车辆之间的距离或本车辆与沿着本车辆的侧面行驶的车辆之间的距离来计算停车风险。具体地,如果行动计划单元42根据离左侧行驶的车辆之间的距离来计算停车风险,则能够适当地考虑与本车辆左侧存在车辆相关联的风险,这是因为本车辆在可用停车区域处停车之前需要将车道改变为左车道。

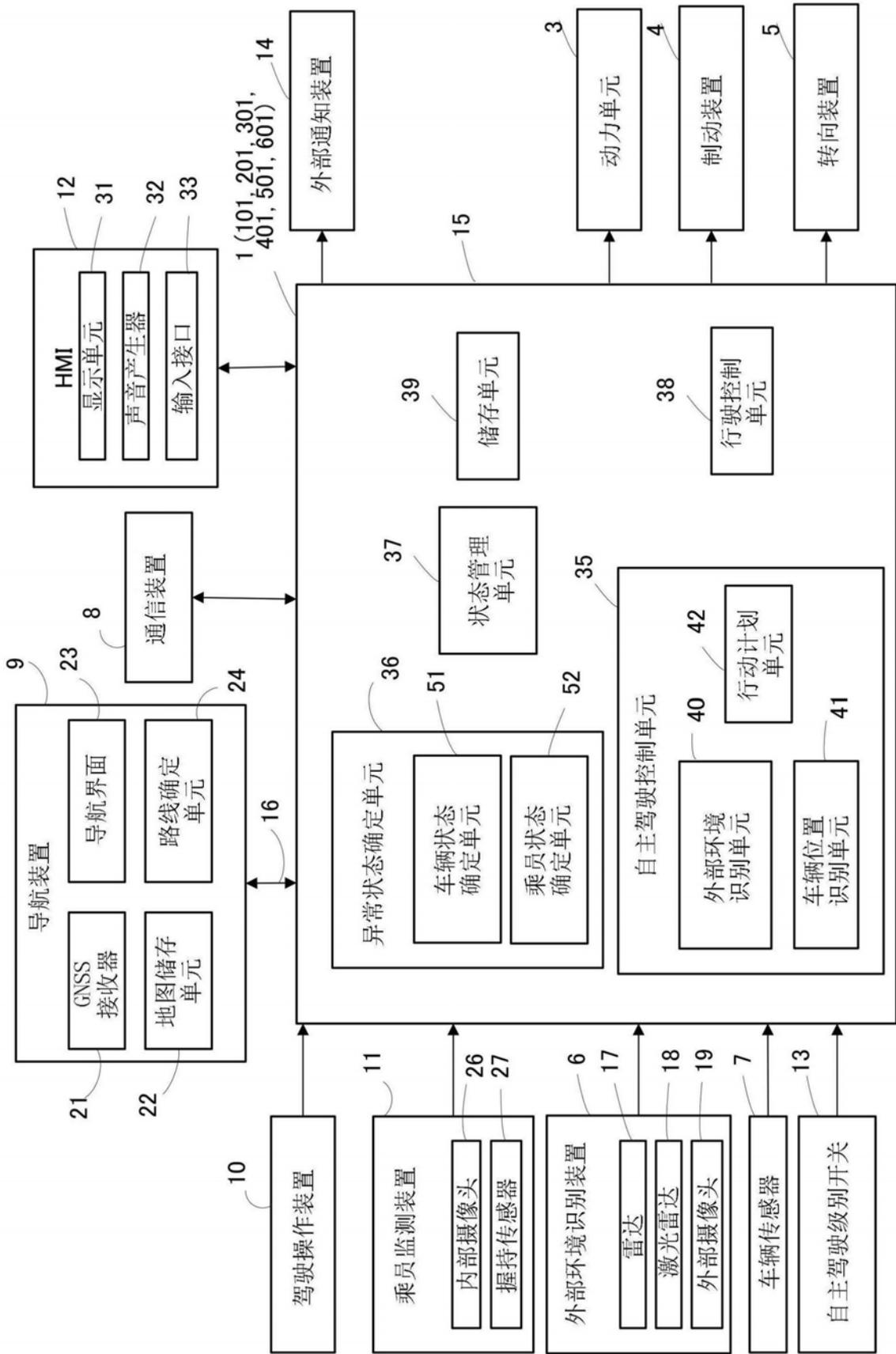


图1

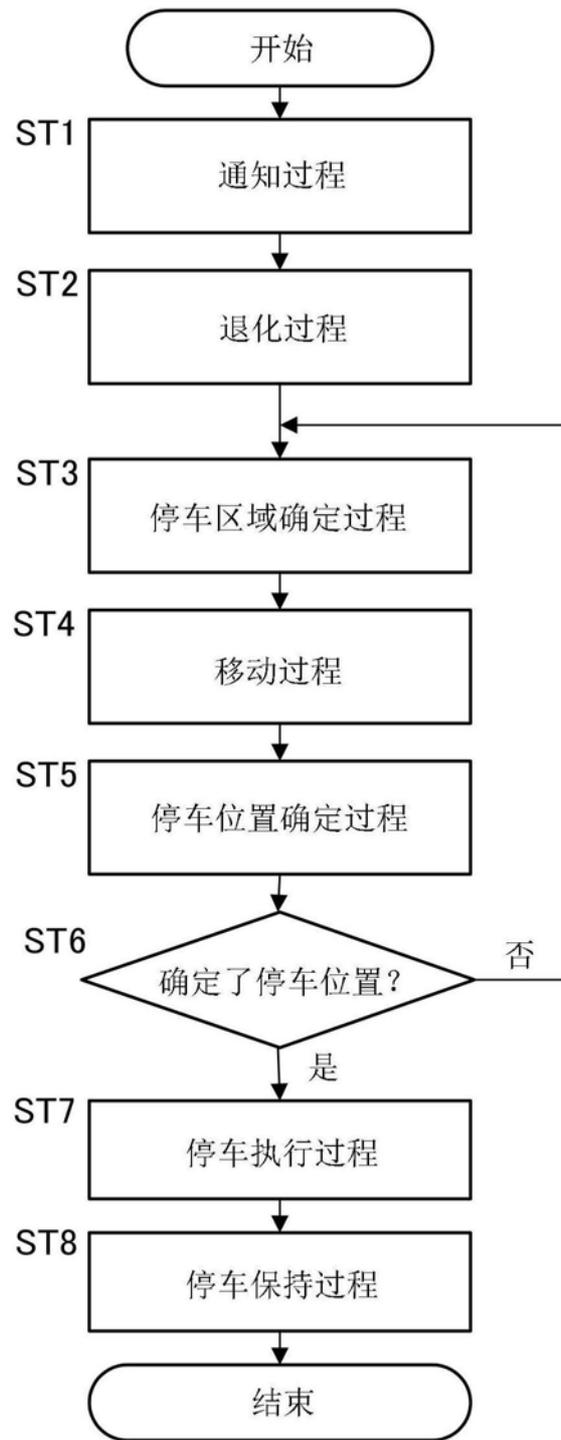


图2

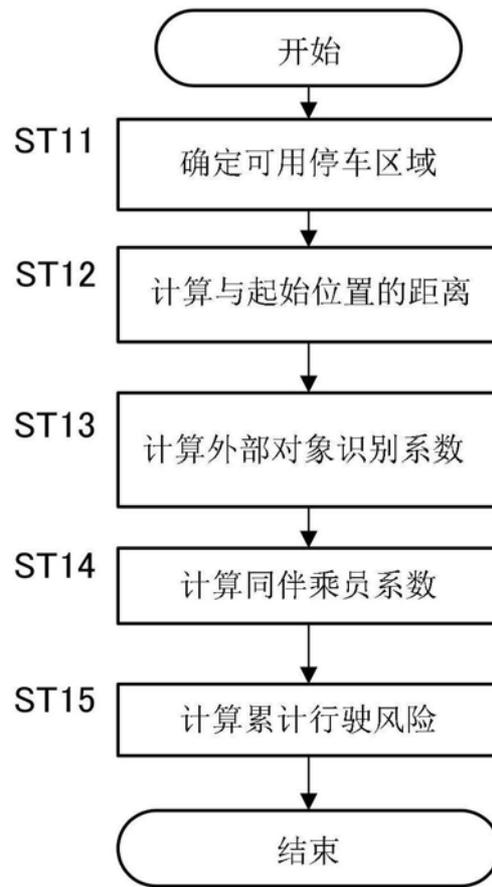


图3

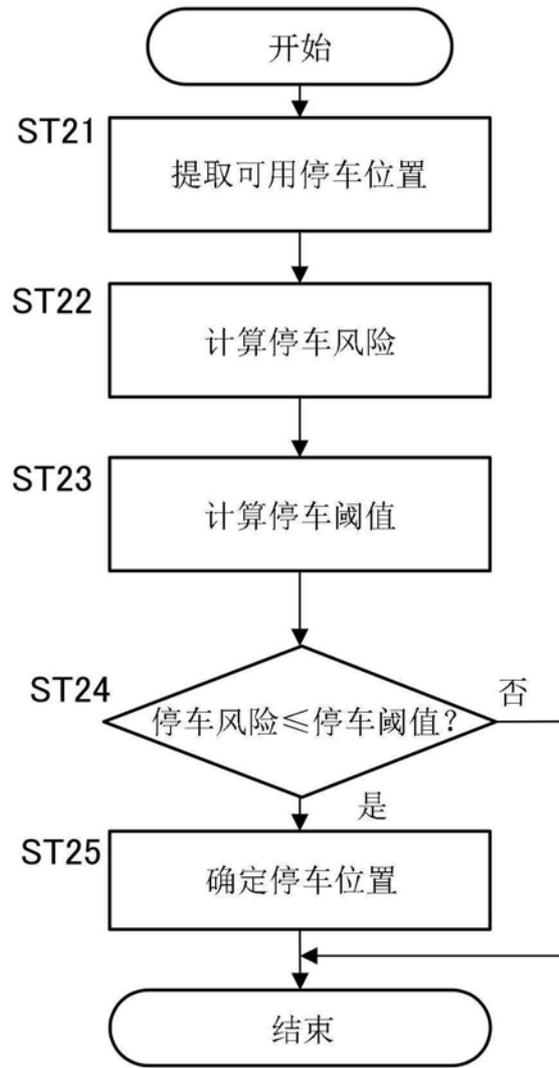


图4

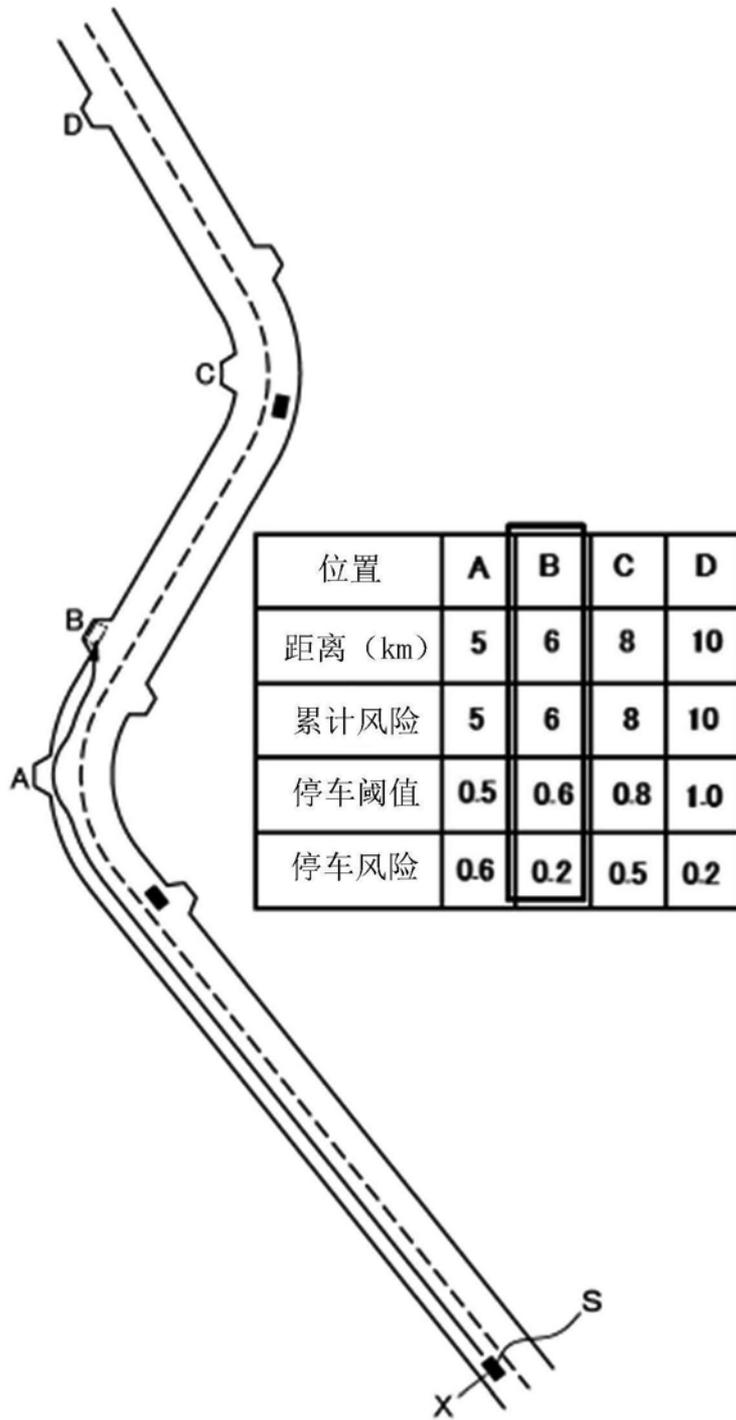


图5

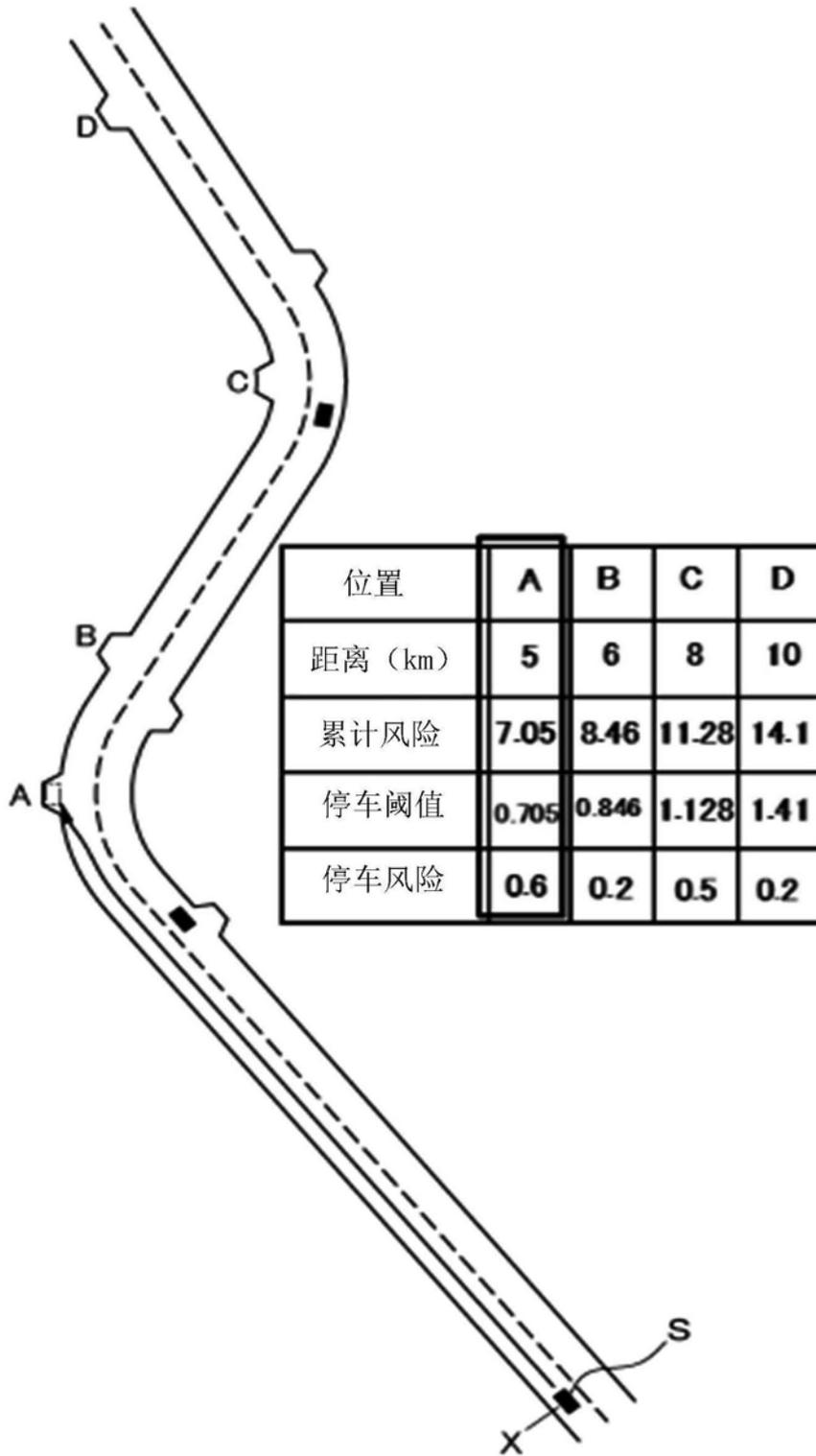


图6