



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113002562 A

(43) 申请公布日 2021.06.22

(21) 申请号 202011420938.0

(22) 申请日 2020.12.08

(30) 优先权数据

2019-228958 2019.12.19 JP

(71) 申请人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县

(72) 发明人 松村健 北川荣来 冈田悠

藤井祥太 西村直树 森友挥

丰浦贵充

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所

有限公司 11038

代理人 张丽

(51) Int.Cl.

B60W 60/00 (2020.01)

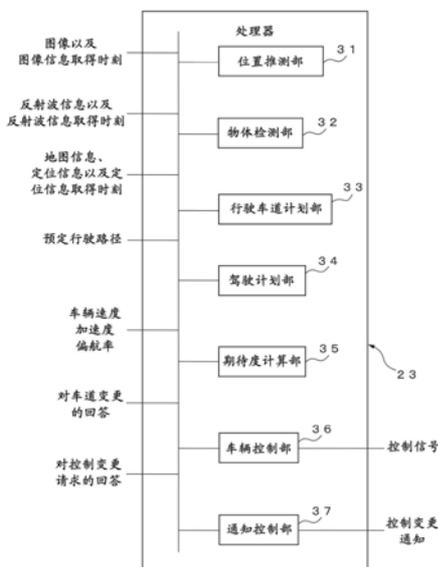
权利要求书1页 说明书16页 附图7页

(54) 发明名称

车辆控制装置以及存储介质

(57) 摘要

提供一种车辆控制装置和存储介质,被交接车辆的控制的驾驶员能够时间充裕地进行车辆的从汇流车道向主干道的车道变更的操作。车辆控制装置具有:汇流目标位置决定部,将在预定行驶路径上的汇流车道向主干道汇流的汇流区间中车辆从汇流车道向主干道变更车道的汇流目标位置,决定为相对汇流车道的终点比被交接车辆的控制的驾驶员能够进行用于车道变更的车辆的车辆的操作的最小距离的位置更靠跟前的位置;以及通知控制部,在车辆到达汇流目标位置时车道变更未结束的情况下,将通知将车辆的控制从自动控制变更到手动控制的第1通知,使用向驾驶员通知信息的通知部通知给驾驶员、或者通过使用控制车辆动作的车辆控制部使车辆进行预定的动作而通知给驾驶员。



1. 一种车辆控制装置,具有:

汇流目标位置决定部,将在预定行驶路径上的汇流车道向主干道汇流的汇流区间中车辆从所述汇流车道向主干道变更车道的汇流目标位置,决定为相对所述汇流车道的终点比被交接所述车辆的控制的驾驶员能够进行用于车道变更的所述车辆的操作的最小距离的位置更靠跟前的位置;以及

通知控制部,在所述车辆到达所述汇流目标位置时车道变更未结束的情况下,将通知将所述车辆的控制从自动控制变更到手动控制的第1通知,使用向驾驶员通知信息的通知部通知给驾驶员、或者通过使用控制所述车辆的动作的车辆控制部使所述车辆进行预定的动作而通知给驾驶员。

2. 根据权利要求1所述的车辆控制装置,其中,

所述通知控制部控制所述车辆控制部,作为所述预定的动作,降低所述车辆的速度、或者以使与在所述主干道上行驶的其他车辆的速度差变小的方式变更所述车辆的速度。

3. 根据权利要求1或者2所述的车辆控制装置,其中,

所述汇流目标位置决定部在所述汇流目标位置与所述最小距离的位置之间决定以所述车辆完成从所述汇流车道向主干道的车道变更为目标汇流完成目标位置,

所述通知控制部在进行所述第1通知之后,在所述车辆到达所述汇流完成目标位置的情况下,使用所述通知部或者所述车辆控制部向驾驶员通知第2通知,该第2通知用于通知存在将所述车辆的控制从自动控制变更到手动控制的可能性。

4. 根据权利要求3所述的车辆控制装置,其中,

所述通知控制部使用所述车辆控制部,通过制动动作或者转向动作使所述车辆的加速度变化,以向驾驶员通知所述第2通知。

5. 根据权利要求1~4中的任意一项所述的车辆控制装置,其中,

所述通知控制部从所述汇流目标位置决定部决定了所述汇流目标位置的时间点,使用所述通知部向驾驶员通知表示所述车辆要从汇流车道向主干道进行车道变更的信息。

6. 根据权利要求1~5中的任意一项所述的车辆控制装置,其中,

所述汇流目标位置决定部根据所述汇流车道的终点的位置、所述车辆的当前位置以及车辆状态信息来决定所述最小距离的位置。

7. 一种存储介质,存储有计算机可读的车辆控制用计算机程序,该车辆控制用计算机程序使处理器执行:

将在行驶路径上的汇流车道向主干道汇流的汇流区间中车辆完成从所述汇流车道向主干道的车道变更的汇流目标位置,决定为相对所述汇流车道的终点比被交接所述车辆的控制的驾驶员能够进行用于车道变更的所述车辆的操作的最小距离的位置更靠跟前的位置,

在所述车辆到达所述汇流目标位置时车道变更未结束的情况下,将把所述车辆的控制从自动控制变更到手动控制的情况,使用向驾驶员通知信息的通知部通知给驾驶员、或者通过使用控制所述车辆的动作的车辆控制部使所述车辆进行预定的动作而通知给驾驶员。

车辆控制装置以及存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及车辆控制装置以及存储有计算机可读的车辆控制用计算机程序的存储介质。

背景技术

[0002] 为了利用于车辆的自动驾驶控制,根据车辆的位置、车辆的目的地以及地图数据生成车辆的预定行驶路径,车辆被控制为沿着该预定行驶路径行驶。

[0003] 在预定行驶路径包含有汇流车道向主干道汇流的汇流区间的情况下,车辆被控制为在汇流区间进行从汇流车道向主干道的车道变更。

[0004] 车辆在汇流区间进行车道变更时控制行驶动作,以在车辆与其他车辆之间维持安全距离。

[0005] 例如,专利文献1提出有通过参照对应信息而导出成功概率,并根据导出的成功概率判定可否从汇流车道向主干道变更车道,其中,上述对应信息针对根据交通状况信息得到的信息和可汇流区间的长度这双方对应关联有从汇流车道向主干道的车道变更的成功概率。

[0006] 在貌似无法在本车辆与其他车辆之间确保安全距离的情况下,在变为能够在车辆与其他车辆之间确保安全距离的状况之前,车辆不进行车道变更而在当前的汇流车道上继续行驶。

[0007] 由于车辆在等待车道变更的期间也在汇流车道行驶,所以在无法通过自动控制进行车道变更的情况下,车辆将朝向汇流车道的终点行进。

[0008] 上述专利文献1提出:在判定为无法通过自动控制进行从汇流车道向主干道的车道变更的情况下,将车辆的控制从自动控制变更到手动控制,由驾驶员手动操作车辆而进行从汇流车道向主干道的车道变更。

[0009] 现有技术文献

[0010] 专利文献

[0011] 专利文献1:国际公开第2017/159493号

发明内容

[0012] 在此,搭乘于以自动控制进行控制的车辆的驾驶员,当在不可能从汇流车道向主干道变更车道的时间点被通知了控制交接时,存在用于通过手动控制操作而使车辆从汇流车道向主干道变更车道的的时间不足的可能性。

[0013] 因此,本发明的目的在于提供一种车辆控制装置,以被交接车辆控制的驾驶员能够时间充裕地进行车辆从汇流车道向主干道的车道变更的操作的方式通知控制交接。

[0014] 根据一个实施方式,提供一种车辆控制装置。该车辆控制装置具有:汇流目标位置决定部,将在预定行驶路径上的汇流车道向主干道汇流的汇流区间中车辆从汇流车道向主干道变更车道的汇流目标位置,决定为相对汇流车道的终点比被交接车辆的控制的驾驶员

能够进行用于车道变更的车辆的操的最小距离的位置更靠跟前的位置;以及通知控制部,在车辆到达汇流目标位置时车道变更未结束的情况下,将通知将车辆的控制从自动控制变更到手动控制的第1通知,使用向驾驶员通知信息的通知部通知给驾驶员、或者通过使用控制车辆的动作的车辆控制部使车辆进行预定的动作而通知给驾驶员。

[0015] 在该车辆控制装置中,优选通知控制部控制车辆控制部,作为预定的动作,降低车辆的速度、或者以使与在主干道上行驶的其他车辆的速度差变小的方式变更车辆的速度。

[0016] 另外,在该车辆控制装置中,优选汇流目标位置决定部在汇流目标位置与最小距离的位置之间决定以车辆完成从汇流车道向主干道的车道变更为目标汇流完成目标位置,通知控制部在进行第1通知之后,在车辆到达汇流完成目标位置的情况下,使用通知部或者车辆控制部向驾驶员通知存在将车辆的控制从自动控制变更到手动控制的可能性。

[0017] 另外,在该车辆控制装置中,优选通知控制部使用车辆控制部,通过制动动作或者转向动作使车辆的加速度变化,以向驾驶员通知第2通知。

[0018] 另外,在该车辆控制装置中,优选通知控制部从汇流目标位置决定部决定了汇流目标位置的时间点,使用通知部向驾驶员通知表示车辆要从汇流车道向主干道进行车道变更的信息。

[0019] 另外,在该车辆控制装置中,优选汇流目标位置决定部根据汇流车道的终点的位置、车辆的当前位置以及车辆状态信息来决定最小距离的位置。

[0020] 根据一个实施方式,提供一种存储介质,该存储介质存储有计算机可读取的车辆控制用计算机程序。该存储有计算机可读取的车辆控制用计算机程序的存储介质存储有使处理器执行如下的处理的车辆控制用计算机程序:将在行驶路径上的汇流车道向主干道汇流的汇流区间中车辆完成从汇流车道向主干道的车道变更的汇流目标位置,决定为相对汇流车道的终点比被交接车辆的控制的驾驶员能够进行用于车道变更的车辆的操的最小距离的位置更靠跟前的位置,在车辆到达汇流目标位置时车道变更未结束的情况下,将用于通知把车辆的控制从自动控制变更到手动控制的第1通知,使用向驾驶员通知信息的通知部通知给驾驶员、或者通过使用控制车辆的动作的车辆控制部使车辆进行预定的动作而通知给驾驶员。存储该计算机可读取的车辆控制用计算机程序。

[0021] 本发明的车辆控制装置在车辆无法通过自动控制进行车道变更之前,预先通知驾驶员难以通过自动控制进行从汇流车道向主干道的车道变更,所以起到被交接车辆的控制的驾驶员能够时间充裕地进行车辆从汇流车道向主干道的车道变更的操作的效果。

附图说明

[0022] 图1是安装车辆控制装置的车辆控制系统的概略结构图。

[0023] 图2是作为车辆控制装置的一个实施方式的电子控制装置的硬件结构图。

[0024] 图3是与车辆控制处理有关的、电子控制装置的处理器的功能框图。

[0025] 图4是说明生成汇流区间中的预定行驶车道计划的处理的图。

[0026] 图5是说明汇流区间中的车道变更的处理的图(其1)。

[0027] 图6是说明汇流区间中的车道变更的处理的图(其2)。

[0028] 图7是包括车辆控制处理的、车辆控制系统的动作流程图。

[0029] (符号说明)

[0030] 1:车辆控制系统;2:照相机;3a~3d:LiDAR传感器;4:定位信息接收机;4a:定位信息接收部;4b:处理器;5:地图信息存储装置;5a:处理器;5b:存储装置;6:用户接口(UI);7:操作装置;8:导航装置;8a:存储器;8b:处理器;9:电子控制装置(ECU);10:车辆;11:车内网络;21:通信接口;22:存储器;23:处理器;31:位置推测部;32:物体检测部;33:行驶车道计划部;34:驾驶计划部;35:期待度计算部;36:车辆控制部;37:通知控制部。

具体实施方式

[0031] 以下,参照附图,说明车辆控制装置。该车辆控制装置在预定行驶路径上的汇流车道向主干道汇流的汇流区间中,将车辆从汇流车道向主干道变更车道的汇流目标位置决定在比相对汇流车道的终点为被交接车辆的控制的驾驶员能够进行用于车道变更的车辆操作的最小距离的位置靠跟前的位置。在车辆到达汇流目标位置时车道变更未结束的情况下,车辆控制装置使用通知部将用于通知将车辆控制从自动控制变更到手动控制的第1通知通知给驾驶员、或者使用控制车辆的动作用的车辆控制部使车辆进行预定的动作从而将上述第1通知通知给驾驶员。由此,在车辆无法通过自动控制进行车道变更之前,预先对驾驶员通知难以通过自动控制进行从汇流车道向主干道的车道变更,所以被交接车辆的控制的驾驶员能够时间充裕地进行车辆从汇流车道向主干道的车道变更的操作。

[0032] 具有本实施方式的车辆控制装置的车辆控制系统具有:自动控制驾驶模式,通过自动控制而驾驶车辆;以及手动控制驾驶模式,由驾驶员操作而驾驶车辆。在从自动控制变更到手动控制的控制变更通知得到驾驶员应诺的情况下,自动控制驾驶模式的车辆控制系统将车辆的驾驶从应用中的自动控制驾驶模式切换到手动控制驾驶模式。由此,在车辆无法通过自动控制进行车道变更的情况下,驾驶员能够通过手动控制操作车辆来进行车道变更。在手动控制驾驶模式中,车辆通过手动方式控制驱动、制动以及转向中的至少1个动作。

[0033] 图1是安装车辆控制装置的车辆控制系统的概略结构图。另外,图2是作为车辆控制装置的一个实施方式的电子控制装置的硬件结构图。

[0034] 在本实施方式中,搭载于车辆10并且控制车辆10的车辆控制系统1具有:照相机2,拍摄车辆的前方的图像;以及LiDAR传感器3a~3d,配置于车辆10的前后左右。另外,车辆控制系统1具有:定位信息接收机4;地图信息存储装置5,根据定位信息接收机4输出的定位信息生成地图信息;用户接口(UI)6;操作装置7;导航装置8;以及作为车辆控制装置的一个例子的电子控制装置(ECU)9。

[0035] 照相机2、LiDAR传感器3a~3d、地图信息存储装置5、UI6、操作装置7、导航装置8以及ECU9经由依照诸如控制器局域网的标准的车内网络11连接为可通信。

[0036] 照相机2以朝向车辆10的前方的方式例如安装于车辆10的车室内。照相机2在以预定的周期设定的图像信息取得时刻生成示出车辆10前方的预定区域的图像。在所生成的图像中,示出车辆10周围的其他车辆或者在车辆10前方的预定区域内包含的路面上的车道划区线等地上物。由照相机2生成的图像可以是彩色图像、或者也可以是灰度图像。照相机2是摄像部的一个例子,具有:由CCD或者C-MOS等对可见光具有灵敏度的光电变换元件的阵列构成的二维检测器;和使作为拍摄对象的区域的图像成像在该二维检测器上的摄像光学系统。

[0037] 照相机2每当生成图像时,都经由车内网络11将图像以及生成图像的图像信息取

得时刻输出给ECU9。在ECU9中,图像被用于推测车辆位置的处理,并且还用于检测车辆10周围的其他物体的处理。

[0038] LiDAR传感器3a~3d各自以朝向车辆10的前方、左侧方、后方、右侧方的方式例如安装于车辆10的外表面。LiDAR传感器3a~3d各自在以预定的周期设定的距离信息取得时刻朝向车辆10的前方、左侧方、后方、右侧方同步地发射脉冲状的激光,接收由反射物反射的反射波。反射波返回所需的时间具有位于被照射激光的方向的地上物与车辆10之间的距离信息。LiDAR传感器3a~3d各自经由车内网络11将反射波信息与发射激光的反射波信息取得时刻一起输出到ECU9,该反射波信息包括激光的照射方向以及反射波返回所用的时间。在ECU9中,在检测车辆10的周围的其他物体的处理中使用反射波信息。

[0039] 定位信息接收机4输出表示车辆10的当前位置的定位信息。例如,定位信息接收机4能够为GPS接收机。定位信息接收机4具有:定位信息接收部4a,接收GPS电波;以及处理器4b,根据定位信息接收部4a接收到的GPS电波,输出表示车辆10的当前位置的定位信息。每当定位信息接收部4a以预定的接收周期取得定位信息时,处理器4b就将定位信息以及取得定位信息的定位信息取得时刻输出给地图信息存储装置5。

[0040] 地图信息存储装置5具有处理器5a和磁盘驱动器或者非易失性的半导体存储器等的存储装置5b,该存储装置5b存储包括车辆10的当前位置在内的相对宽范围(例如10~30km见方的范围)的广域地图信息。该广域地图信息优选为包括表示道路上的车道划线等地上物、构造物的种类以及位置的信息、道路的法定速度等的高精度地图信息。此外,道路上的地上物、构造物的位置例如用以实际空间中的预定的基准位置为原点的世界坐标系表示。处理器5a根据车辆10的当前位置,通过经由无线通信装置(未图示)的无线通信,经由基站从外部的服务器接收广域地图信息并存储到存储装置5b。每当从定位信息接收机4输入定位信息时,处理器5a就参照存储于存储装置5b的广域地图信息,经由车内网络11而将包括由定位信息表示的当前位置在内的相对窄的区域(例如100m~10km见方的范围)的地图信息、定位信息以及定位信息取得时刻输出到ECU9。另外,地图信息存储装置5的处理器每当从定位信息接收机4输入定位信息以及定位信息取得时刻时,都经由车内网络11而将定位信息以及定位信息取得时刻输出给导航装置8。

[0041] UI6是通知部的一个例子。UI6由ECU9控制,向驾驶员通知车辆10的行驶信息以及将车辆10的控制从自动控制变更到手动控制的控制变更通知等,并且,生成与驾驶员对车辆10的操作对应的操作信号。车辆10的行驶信息包括车辆的位置、预定行驶路径、进行车道变更的预定计划等与车辆当前的以及将来的路径有关的信息等。车辆10的行驶信息例如也可以包括与车辆10从汇流车道向主干道进行车道变更相关的信息。例如,UI6具有液晶显示器或者触摸面板,作为向驾驶员通知行驶信息以及控制变更通知等的通知装置。另外,例如,UI6具有触摸面板或者操作按钮,作为从驾驶员向车辆10输入操作信息的输入装置。作为操作信息,例如,可以列举出目的地、经由地、车辆速度、其他车辆的控制信息以及驾驶员对控制变更通知的回答等。UI6经由车内网络11将输入的操作信息输出给ECU9。

[0042] 操作装置7具有在车辆10的手动控制驾驶模式中用于驾驶员手动操作车辆10的方向盘、油门踏板、制动器踏板等。操作装置7生成与通过驾驶员的方向盘操作产生的转向量对应的控制信号,并输出给控制车辆10的转向轮的致动器(未图示)。操作装置7生成与通过驾驶员的油门踏板操作产生的油门踏板开度对应的控制信号,并输出给车辆10的引擎等驱

动装置(未图示)。操作装置7生成与通过驾驶员的制动器踏板操作产生的制动器量对应的控制信号,并输出给车辆10的制动器(未图示)。

[0043] 导航装置8根据导航用地图信息、车辆10的目的地以及车辆10的当前位置,生成车辆10的当前位置至目的地的预定行驶路径。导航装置8具有存储导航用地图信息的存储器8a和处理器8b。导航用地图信息具有表示道路的路线的位置信息和通过路线连接的节点的位置信息。预定行驶路径的道路配置通过表示道路的路线和利用路线连接的节点来表示。路线以及节点的位置例如用世界坐标系的坐标表示。处理器8b根据存储于存储器8a的导航用地图信息、从UI6接收到的车辆10的目的地以及从地图信息存储装置5接收到的表示车辆10的当前位置的定位信息,生成车辆10的当前位置至目的地的预定行驶路径。处理器8b例如使用迪克斯特拉法生成车辆10的预定行驶路径。预定行驶路径包括与右转、左转、汇流、分叉等的位置有关的信息。在新设定目的地的情况下、或者车辆10的当前位置脱离预定行驶路径的情况下等,处理器8b新生成车辆10的预定行驶路径。处理器8b每当生成预定行驶路径时,都经由车内网络11将该预定行驶路径输出给ECU9。

[0044] ECU9依照所应用的驾驶模式来控制车辆10的行驶。在本实施方式中,在应用自动驾驶模式时,在预定行驶路径上的汇流车道向主干道汇流的汇流区间中,ECU9进行车辆10从汇流车道向主干道变更车道的车道变更处理,在判定为无法通过自动控制进行车道变更的情况下,进行向驾驶员通知将车辆10的控制从自动控制变更到手动控制的控制变更通知处理。为此,ECU9具有通信接口21、存储器22以及处理器23。

[0045] 通信接口(I/F)21是通信部的一个例子,具有用于将ECU9连接到车内网络11的接口电路。即,通信接口21经由车内网络11与UI6等连接。通信接口21在从ECU9接收到通知将车辆10的控制从自动控制变更到手动控制的信息时,将接收到的信息发送给UI6。另外,通信接口21在从UI6接收到表示进行车道变更或者驾驶员对控制变更通知的回答的操作信号时,将接收到的信息交给处理器23。另外,通信接口21经由车内网络11与照相机2以及地图信息存储装置5等连接。通信接口21例如每当从照相机2接收到图像以及图像信息取得时刻时,将接收到的图像以及图像信息取得时刻交给处理器23。另外,通信接口21每当从地图信息存储装置5接收到地图信息、定位信息以及定位信息取得时刻时,将接收到的地图信息、定位信息以及定位信息取得时刻交给处理器23。另外,通信接口21将从未图示的车辆速度传感器、加速度传感器以及偏航率传感器接收到的车辆速度、加速度以及偏航率交给处理器23。

[0046] 存储器22是存储部的一个例子,例如,具有易失性的半导体存储器以及非易失性的半导体存储器。而且,存储器22存储由ECU9的处理器23执行的车辆控制处理中使用的各种数据、照相机2的光轴方向以及安装位置等设置位置信息、摄像光学系统的焦距以及视角之类的内部参数等。另外,存储器22存储各LiDAR传感器3a~3d的设置位置以及操作范围等内部参数等。另外,存储器22存储从导航装置8接收到的预定行驶路径、从照相机2等接收到的图像以及图像信息取得时刻、从地图信息存储装置5接收到的地图信息、定位信息以及定位信息取得时刻等。

[0047] 处理器23具有1个或者多个CPU(Central Processing Unit,中央处理单元)及其外围电路。处理器23也可以还具有逻辑运算单元、数值运算单元或者图形处理单元之类的其他运算电路。在处理器23具有多个CPU的情况下,也可以针对每个CPU具有存储器。处理器

23根据照相机2生成的图像执行位置推测处理,推测生成该图像的图像信息取得时刻的车辆10的位置。另外,处理器23在以预定的周期所设定的位置决定时刻,使用最近的图像信息取得时刻的车辆10的推定位置以及车辆速度等车辆状态信息,更新车辆10的位置。处理器23根据车辆10的推定位置、车辆10的目的地以及车辆10与周围的其他物体的相对的位置关系,控制车辆10的行驶动作。进而,在预定行驶路径上的汇流车道向主干道汇流的汇流区间中,处理器23进行:车辆10从汇流车道向主干道变更车道的车道变更处理;以及控制变更通知处理,在判定为无法通过自动控制进行车道变更的情况下,使用UI6等通知部将通知将车辆10的控制从自动控制变更到手动控制的第1通知通知给驾驶员、或者通过使用控制车辆10的动作的车辆控制部使车辆10进行预定的动作而将上述第1通知通知给驾驶员。

[0048] 图3是与车辆控制处理有关的ECU9的处理器23的功能框图,车辆控制处理包括车道变更处理以及控制变更通知处理。处理器23具有位置推测部31、物体检测部32、行驶车道计划部33、驾驶计划部34、期待度计算部35、车辆控制部36以及通知控制部37。处理器23所具有的这些各部的全部或者一部分例如是通过在处理器23上工作的计算机程序实现的功能模块。或者,处理器23所具有的这些各部的全部或者一部分也可以是设置于处理器23的专用的运算电路。另外,处理器23具有的这些各部中的行驶车道计划部33、驾驶计划部34、车辆控制部36以及通知控制部37执行与如下处理有关的车辆控制处理:汇流区间中的从汇流车道向主干道的车道变更处理;以及判定为无法通过自动控制进行车道变更的情况下的控制变更通知处理。

[0049] 处理器23的位置推测部31根据车辆10周围的地上物推测车辆10的位置。位置推测部31通过将设置于照相机2的图像内的对照区域输入到用于识别图像内的车道划区线的识别器,来检测车道划区线,上述对照区域是用于检测作为车辆10周围的地上物的一个例子的车道划区线的区域。作为识别器,例如,能够使用以从输入的图像中检测该图像中示出的车道划区线的方式预先学习了的深度神经网络(DNN)。而且,位置推测部31假设车辆10的位置以及姿势,将从地图信息生成装置5接收到的地图信息所示出的车道划区线投影到在本次的图像信息取得时刻生成的照相机2的图像上。例如,位置推测部31将利用在本次的图像信息取得时刻从定位信息接收机5接收到的定位信息表示的车辆10的位置、以及在紧前面得到的与车辆10的行进方向相当的车辆10的姿势,作为车辆10的假设位置以及假设姿势。位置推测部31依照该假设位置以及假设姿势,求出从世界坐标向照相机坐标系的变换式,其中,照相机坐标系以照相机2的位置为原点、以照相机2的光轴方向作为一个轴方向。这样的变换式用表示坐标系之间的旋转的旋转矩阵和表示坐标系之间的平行移动和平移向量的组合表示。然后,位置推测部31依照该变换式,将包含于地图信息的、用世界坐标系表示的车辆10周围的道路上的车道划区线的坐标变换为照相机坐标系的坐标。然后,位置推测部31根据照相机2的焦距之类的照相机2的内部参数将用照相机坐标系表示的车辆10周围的车道划区线投影到在本次的图像信息取得时刻生成的照相机2的图像上。然后,位置推测部31计算从照相机2的图像检测出的车道划区线和地图中示出的车辆10周围的车道划区线的一致程度。位置推测部31每次使假设位置以及假设姿势变化预定量,并且执行与上述同样的坐标系变换、投影以及一致程度计算的各处理,从而关于多个假设位置以及假设姿势的每一个,计算地图信息示出的车辆10周围的车道划区线和从图像检测出的车道划区线的一致程度。然后,位置推测部31确定一致程度最大时的假设位置以及假设姿势,将该假设位

置作为车辆10的推定位置,并根据该假设姿势求出表示车辆10的行进方向的推测方位角。

[0050] 另外,在以比照相机2生成图像的图像信息取得时刻的周期短的周期设定的位置决定时刻,位置推测部31根据在该位置决定时刻的紧前面的图像信息取得时刻推测出的车辆10的推定位置以及推测方位角、和该图像信息取得时刻与位置决定时刻之间的车辆10的移动量以及移动方向,推定位置决定时刻的车辆10的推定位置以及车辆10的推测方位角。位置推测部31对车辆10的车辆速度进行积分,求出图像信息取得时刻与位置决定时刻之间的车辆10的移动量,对车辆10的偏航率进行积分,求出图像信息取得时刻与位置决定时刻之间的车辆10的移动方向。位置推测部31根据地图信息和车辆10的推定位置以及推测方位角来推测车辆10所处的道路上的行驶车道。例如,位置推测部31判定为车辆10在用位于夹着车辆10的水平方向的中心位置的位置的彼此相邻的两个车道划区线确定的车道上行驶。位置推测部31每当求出位置决定时刻的车辆10的推定位置、推测方位角以及行驶车道时,就将这些信息通知给物体检测部32、行驶车道计划部33、驾驶计划部34、车辆控制部36以及通知控制部37。此外,当在与上述图像信息取得时刻一致的定位接收时刻无定位信息的情况下,位置推测部31也可以根据该图像信息取得时刻与定位接收时刻之间的车辆10的移动量以及移动方向来推测图像信息取得时刻的车辆10的推定位置以及车辆10的姿势。

[0051] 处理器23的物体检测部32根据照相机2生成的图像检测车辆10周围的其他物体及其种类。其他物体包括在车辆10的周围行驶的其他车辆。物体检测部32例如通过将照相机2生成的图像输入到识别器来检测图像中示出的物体。作为识别器,例如,能够使用以从输入的图像检测该图像中示出的物体的方式预先学习了的深度神经网络(DNN)。物体检测部32也可以使用DNN以外的识别器。例如,作为识别器,物体检测部32也可以使用以将从图像上设定的窗口计算的特征量(例如Histograms of Oriented Gradients,HOG)作为输入、并在该窗口中输出表示作为检测对象的物体的置信度的方式预先学习了的支持向量机(SVM)。或者,物体检测部32还可以通过示出作为检测对象的物体的模板与图像之间进行模板匹配来检测物体区域。另外,物体检测部32也可以根据LiDAR传感器3a~3d输出的反射波信息来检测车辆10周围的其他物体。另外,物体检测部32也可以根据照相机2生成的图像内的其他物体的位置求出其他物体相对车辆10的方位,根据该方位和LiDAR传感器3a~3d输出的反射波信息求出该其他物体与车辆10之间的距离。物体检测部32根据车辆10的当前位置和相对车辆10的到其他物体的距离以及方位,推测例如用世界坐标系表示的其他物体的位置。另外,物体检测部32依照基于光流的跟踪处理,将从照相机2生成的最新的图像中检测出的其他物体与从过去的图像中检测出的物体对应起来,跟踪从最新的图像检测出的其他物体。而且,物体检测部32也可以根据从过去的图像到最新的图像中的物体的用世界坐标系表示的位置,求出跟踪中的其他物体的轨迹。物体检测部32能够根据伴随时间经过的其他物体的位置的变化,推测该物体相对车辆10的速度。另外,物体检测部32能够根据伴随时间经过的其他物体的速度的变化,推测其他物体的加速度。进而,物体检测部32根据在地图信息中示出的车道划区线和其他物体位置,确定其他物体所行驶着的行驶车道。例如,物体检测部32判定为其他物体在用位于夹着其他物体的水平方向的中心位置的位置的彼此相邻的两个车道划区线确定的车道上行驶。物体检测部32向驾驶计划部34通知检测出的表示其他物体的种类(例如车辆)的信息、和表示该其他物体的位置的信息、速度、加速度以及行驶车道。

[0052] 处理器23的行驶车道计划部33在以预定的周期设定的行驶车道计划生成时刻,根据地图信息、车辆10的当前位置以及朝向车辆10的目的地的预定行驶路径,在从预定行驶路径中选择的最近的驾驶区间(例如10km)中选择车辆10行驶的道路内的车道,生成表示车辆10行驶的预定行驶车道的行驶车道计划。另外,行驶车道计划部33根据地图信息、预定行驶路径以及车辆10的当前位置,判定在从预定行驶路径中选择的最近的驾驶区间中是否需要进行车道变更。另外,行驶车道计划部33在判定是否需要变更车道时也可以还利用周边环境信息或者车辆状态信息。周边环境信息包括在车辆的10的周围行驶的其他车辆的位置以及速度等。车辆状态信息包括车辆10的当前位置、车辆速度、加速度以及行进方向等。行驶车道计划部33判定在预定行驶路径的预定的区间内是否需要变更车道,生成行驶车道计划,该行驶车道计划包括有无车道变更,在含有车道变更时包括变更前的车道以及变更后的车道。行驶车道计划部33每当生成行驶车道计划时,将该行驶车道计划通知给驾驶计划部34以及通知控制部37。具体而言,行驶车道计划部33在以预定的周期设定的行驶车道计划生成时刻从由导航装置8通知的预定行驶路径中选择最近的驾驶区间,选择该驾驶区间内的车辆10行驶的道路内的车道,生成行驶车道计划。另外,行驶车道计划部33根据预定行驶路径和车辆10的当前位置,判定有无发生如下事件中的至少1个事件的事件位置:车辆10从当前行驶的道路进入汇流目的地的其他道路(汇流);车辆10右转;车辆10左转;以及车辆10从当前行驶的道路向分叉目的地的其他道路退出(分叉)。在驾驶区间包括事件位置的情况下,行驶车道计划部33判定是否需要进行车道变更。具体而言,行驶车道计划部33判定事件位置的用于执行事件的车道和车辆10当前行驶中的车道是否相同,在不同的情况下,判定为需要进行车道变更,生成包括变更前的车道以及变更后的车道的行驶车道计划。另外,当存在在与车辆10行驶的车道相同的车道上行驶的其他车辆、并且预测出如果车辆10保持原样地在相同的车道行驶则车辆10和其他车辆将发生碰撞的情况下,行驶车道计划部33判定为需要进行车道变更,生成包括变更前的车道以及变更后的车道的行驶车道计划。

[0053] 以下,参照示出车辆10从当前行驶的道路进入汇流目的地的其他道路(汇流)的图4,说明行驶车道计划部33生成行驶车道计划的处理的动作例。

[0054] 在图4所示的例子中,在驾驶区间包括作为事件位置的汇流区间的情况下,行驶车道计划部33根据地图信息、预定行驶路径以及车辆10的当前位置,判定汇流区间中的用于执行事件的车道和车辆10当前行驶中的车道是否相同。在汇流区间中的用于执行事件的车道和车辆10当前行驶中的车道不同的情况下,行驶车道计划部33判定为需要进行车道变更,生成包括车辆10从当前行驶中的车道移动到汇流区间中的用于执行事件的车道的行驶车道计划。

[0055] 在图4所示的例子中,车辆10的预定行驶路径403包括道路401上的路径403a和道路401所汇流的道路402上的路径403b。车辆10的当前位置400处于路径403a上。路径403b是车辆10将来要行驶的路径。当前的驾驶区间404包括车辆10当前行驶的道路401向其他道路402汇流的汇流区间405。行驶车道计划部33将车辆10从当前行驶的道路401进入汇流目的地的其他道路402的汇流区间405判定为驾驶区间404内的事件位置。从位置推测部31对行驶车道计划部33通知车辆10的当前位置400处于车道401a上。由于驾驶区间404包括汇流区间405,所以行驶车道计划部33判定是否需要进行车道变更。由于车辆10在汇流区间405中要从当前行驶的道路401的车道401a移动到汇流目的地的道路402的车道402a,所以行驶车

道计划部33判定为事件位置处的用于执行事件的车道和车辆10当前行驶中的车道不同。因此,行驶车道计划部33判定为需要从当前的道路401的车道401a向道路402的车道402a进行车道变更。然后,行驶车道计划部33生成行驶车道计划,该行驶车道计划包括:在驾驶区间404中,车辆10在到达汇流区间405之前从道路401的车道401a向道路402的车道402a变更车道。

[0056] 进而,以下,参照图5说明行驶车道计划部33生成包括车道变更的行驶车道计划的处理。在图5所示的例子中,车辆10在道路501的车道501a上行驶。道路501在汇流区间504中与汇流目的地的道路502汇流。在汇流区间504中,作为汇流车道的道路501的车道501a和作为主干道的道路502的车道502a邻接,所以车辆10能够从车道501a移动到车道502a。汇流区间504的起点P1是车道501a和车道502a的连接开始的位置。汇流车道的终点P4是作为汇流车道的车道501a的终点。行驶车道计划包括车辆10在该汇流区间504中从道路501的车道501a向道路502的车道502a进行车道变更。

[0057] 在汇流区间504中,在貌似无法在车辆10与其他车辆之间确保安全距离的情况下,在变为能够在车辆与其他车辆之间确保安全距离的状况之前,车辆10在当前的汇流车道继续行驶而不进行车道变更。因此,行驶车道计划部33在判定为在汇流区间504中无法通过自动控制进行车道变更的情况下,在汇流区间504的车道501a上决定中止车辆10利用自动控制进行车道变更的决定放弃位置P3。行驶车道计划部33将决定放弃位置P3决定为距离汇流区间504的终点P4为被交接车辆10的控制的驾驶员能够进行用于车道变更的车辆10的操作的最小距离的位置。例如,行驶车道计划部33也可以推测驾驶员辨识车辆10的控制变更的通知并开始用于车道变更的车辆10的操作而结束车道变更所需的时间(例如4秒)、与当前的车辆速度(例如最近几秒的平均车辆速度)的积求出的距离,将相对汇流区间504的终点P4靠跟前该推测出的距离的位置决定为决定放弃位置P3。另外,行驶车道计划部33也可以根据使车辆10制动而减速的每单位时间的减速度和当前的车辆速度,推测在车辆速度减为零之前车辆10行驶的距离,将相对汇流区间504的终点P4靠跟前该推测出的距离的位置决定为决定放弃位置P3。行驶车道计划部33根据当前的车辆速度和车辆10的制动能力而决定减速度。进而,行驶车道计划部33也可以将预定的距离(例如500m)用作决定放弃位置P3。另外,行驶车道计划部33也可以使决定放弃位置P3包含驾驶员能够通过手动控制时间充裕地进行车辆10的操作的余量距离。该余量距离既可以根据车辆速度来决定,或者也可以设为固定的值。

[0058] 在汇流区间504中,车辆10在汇流区间504的起点P1与决定放弃位置P3之间的自动控制区间D1中尝试通过自动控制从车道501a向车道502a的车道变更。因此,行驶车道计划部33以在汇流区间504的起点P1至决定放弃位置P3之间的自动控制区间D1从道路501的车道501a向道路502的车道502a进行车道变更的方式,生成行驶车道计划。

[0059] 在以预定的周期设定的驾驶计划生成时刻,驾驶计划部34根据地图信息、行驶车道计划、车辆10的当前位置、周边环境信息以及车辆状态信息生成示出往前预定时间(例如5秒)的车辆10的预定行驶轨迹的驾驶计划。驾驶计划被表示为从当前时刻至往前预定时间的各时刻的车辆10的目标位置与该目标位置处的目标车辆速度的集合。驾驶计划生成时刻的周期优选比行驶车道计划生成时刻的周期短。驾驶计划部34也可以根据由驾驶员输入的行驶速度或者正在行驶着的车道的法定速度来决定目标车辆速度。驾驶计划部34每当生成

驾驶计划时,就将驾驶计划通知给车辆控制部36以及通知控制部37。

[0060] 在行驶车道计划包括车辆10在车道之间移动的车道变更的情况下,驾驶计划部34使用卡尔曼滤波器等预测滤波器,基于检测到的其他车辆的最近的轨迹推测将来的轨迹,根据由检测出的其他车辆正在行驶中的车道以及推测出的轨迹计算的相对距离,在移动目的地的车道上决定车道变更后的移动目的地的一个或者多个目标位置(例如汇流目标位置)。驾驶计划部34利用期待度计算部35,关于一个或者多个目标位置的各个目标位置计算车道变更成功的期待度,将示出最高期待度的目标位置选择为移动目的地的目标位置,生成包括车道变更的驾驶计划。驾驶计划部34将包括移动目的地的一个或者多个目标位置、车辆10的当前位置、周边环境信息以及车辆状态信息在内的用于计算车道变更成功的期待度的期待度计算信息通知给期待度计算部35。在针对一个或者多个目标位置的各个目标位置从期待度计算部35通知的期待度为预定的阈值(例如0.7~0.9)以上的位置存在1个以上的情况下,驾驶计划部34生成移动目的地包含示出最高期待度的目标位置的驾驶计划,并通知给车辆控制部36。在移动目的地包含示出最高的期待度的目标位置的驾驶计划中,最能期待确保车道变更后的车辆10与前方及后方的车辆之间的距离。由期待度计算部35计算期待度的处理后述。另一方面,驾驶计划部34在针对一个或者多个目标位置的各个目标位置从期待度计算部35通知的期待度全部小于预定的阈值(例如0.7~0.9)的情况下,对车辆控制部36通知不包括车道变更的驾驶计划。在该情况下,车辆10继续在当前行驶中的车道行驶。

[0061] 在驾驶计划不包括车道变更、或者行驶车道计划不包括车道变更的情况下,驾驶计划部34使用卡尔曼滤波器等预测滤波器,根据检测到的其他车辆最近的轨迹推测将来的轨迹,根据由检测到的其他车辆正在行驶中的车道以及推测出的轨迹计算出的相对距离,以使其他车辆和车辆10在不同的车道行驶、或者使车辆10至其他物体的相对距离为预定距离以上的方式,生成车辆10的驾驶计划。驾驶计划部34也可以根据行驶车道计划生成多个驾驶计划。在该情况下,驾驶计划部34也可以选择多个驾驶计划中的车辆10的加速度的绝对值的总和最小的驾驶计划。驾驶计划部34将驾驶计划通知给车辆控制部36。

[0062] 例如,在行驶车道计划包括车道变更的情况下,驾驶计划部34生成不包括车道变更的驾驶计划,以避免车辆10与在移动目的地的车道行驶的其他车辆并行行驶。

[0063] 在车辆10开始进行车道变更的行驶动作之后,在由于无法在车辆10与其他车辆之间确保预定的距离而无法完成车道变更的情况下、或者在从期待度计算部35通知了小于预定的阈值的期待度的情况下,驾驶计划部34中止车道变更。而且,当在车辆10的当前位置处于汇流区间504的起点P1与决定放弃位置P3之间的期间从期待度计算部35通知的任意期待度变为预定的阈值(例如0.7~0.9)以上时,驾驶计划部34将目标位置包含示出最高期待度的移动目的地的驾驶计划通知给车辆控制部36,车辆10再次开始车道变更。

[0064] 以下,说明根据行驶车道计划部33生成的行驶车道计划,驾驶计划部34生成在汇流区间中包括从汇流车道向主干道的车道变更的驾驶计划的例子。

[0065] 首先,驾驶计划部34是汇流目标位置决定部的一个例子,根据地图信息、行驶车道计划、车辆10的当前位置、周边环境信息以及车辆状态信息,将在预定行驶路径上的汇流车道向主干道汇流的汇流区间中车辆10从汇流车道向主干道变更车道的汇流目标位置,决定为相对汇流车道的终点比被交接了车辆10的控制的驾驶员能够进行用于车道变更的车辆

10的操作的最小距离的位置(决定放弃位置P3)更靠跟前的位置。

[0066] 以下,参照图5,说明驾驶计划部34生成包括车道变更的驾驶计划的处理。驾驶计划部34根据行驶车道计划、地图信息、车辆10的当前位置500、包括其他车辆的信息的周边环境信息以及车辆状态信息决定车道变更后的移动目的地的一个或者多个汇流目标位置。驾驶计划部34根据从物体检测部32通知的包括其他车辆的信息的周边环境信息,通知其他车辆510、其他车辆511以及其他车辆512依次在移动目的地的车道502a上行驶。在其他车辆510的行进方向侧有空间S1,在其他车辆510与其他车辆511之间有空间S2,在其他车辆511与其他车辆512之间有空间S3。驾驶计划部34使用卡尔曼滤波器等预测滤波器,根据在移动目的地的车道502a上行驶的其他车辆510、511、512的最近的轨迹,推测在移动目的地的车道502a上行驶的其他车辆510、511、512的将来的轨迹,以具有车辆10可移动的大小、且与前方及后方的车辆之间确保安全距离的方式,选择作为移动目的地的一个或者多个空间。驾驶计划部34将汇流目标位置设定在一个或者多个空间内,驾驶计划部34使用期待度计算部35对一个或者多个汇流目标位置的各个汇流目标位置计算车道变更成功的期待度。驾驶计划部34例如也可以将汇流目标位置设定在空间内的中央。在期待度为预定的阈值(例如0.7~0.9)以上的位置有1个以上的情况下,驾驶计划部34将示出最高期待度的目标位置决定为汇流目标位置,以向该汇流目标位置移动的方式、并且以使车辆10的动作满足预定的制约的方式,生成包括车道变更的驾驶计划。作为预定的制约,可以列举出每单位时间的加速度变化量、每单位时间的速度变化量、或者每单位时间的偏航率变化量为上限值以下。在图5所示的例子中,驾驶计划部34生成包括向其他车辆510与其他车辆511之间的空间S2内的汇流目标位置503移动的车道变更的驾驶计划。

[0067] 接下来,以下,说明期待度计算部35计算车道变更成功的期待度的处理。期待度计算部35在从驾驶计划部34通知了期待度计算信息时,在以预定的周期设定的期待度计算时刻,根据驾驶计划、车辆10的当前位置、包括其他车辆的信息的周边环境信息以及车辆状态信息,针对一个或者多个目标位置的各个目标位置计算车道变更成功的期待度 $E(t)$ 。期待度计算时刻的周期优选比驾驶计划生成时刻的周期短。如下述式(1)所示,期待度计算部35将车道变更成功的期待度 $E(t)$ 求出为根据车辆10的位置计算的第1车道变更成功度 $Q1(D(t))$ 、根据移动目的地的位置的后方车辆(与图5的其他车辆511对应)计算的第2车道变更成功度 $Q2(bth)$ 以及根据移动目的地的位置的前方车辆(与图5的其他车辆510对应)计算的第3车道变更成功度 $Q3$ 之积。期待度计算部35每当针对一个或者多个驾驶计划的各个驾驶计划求出期待度 $E(t)$ 时,将该期待度 $E(t)$ 通知给驾驶计划部34。

$$[0068] \quad E(t) = Q1(D(t)) \times Q2(bth) \times Q3 \quad (1)$$

[0069] 图6是说明根据车辆10的位置计算的第1车道变更成功度 $Q1(D(t))$ 的图。期待度计算部35根据车辆10的位置与决定放弃位置之间的距离 $D(t)$,决定第1车道变更成功度 $Q1(D(t))$ 。车辆10越接近决定放弃位置,第1车道变更成功度 $Q1(D(t))$ 越降低,在车辆10到达决定放弃位置时为零。另一方面,车辆10越远离决定放弃位置,第1车道变更成功度 $Q1(D(t))$ 越增加。例如,能够使用Sigmoid函数作为第1车道变更成功度 $Q1(D(t))$ 。

[0070] 期待度计算部35使用下述式(2),求出时刻 t 的车辆10的位置 $K(t)$ 。

[0071] 【数学式1】

$$[0072] \quad K(t) = K(t_0) + \int_{t_0}^t (v(t) + a(t) \times t) dt \quad (2)$$

[0073] 在此, $K(t_0)$ 是驾驶计划部34每次开始尝试车道变更的时刻 t_0 的车辆10的位置。 $v(t)$ 是时刻 t 的车辆10的车辆速度。 $a(t)$ 是时刻 t 的车辆10的加速度。在增加车辆的速度的情况下, 将加速度的值设为正, 在减少车辆的速度的情况下, 将加速度的值设为负。 $K(t)$ 例如是用世界坐标系表示的位置向量。 $v(t)$ 以及 $a(t)$ 用向量值表示。减少车辆的速度实际是使用制动进行的, 使用加速度表示由于制动引起的速度变化。

[0074] 期待度计算部35使用下述式 (3), 求出车辆10的位置与决定放弃位置之间的距离 $D(t)$ 。

$$[0075] \quad D(t) = |S - K(t)| \quad (3)$$

[0076] 在此, S 表示车辆10行驶的车道上的决定放弃位置, 例如, 是用世界坐标系表示的位置向量。

[0077] 根据移动目的地的空间 S_2 的后方车辆计算的第2车道变更成功度 Q_2 是车辆10超越空间 S_2 的后方车辆而向空间 S_2 移动的概率。期待度计算部35使用下述式 (4) 求出第2车道变更成功度 Q_2 。

[0078] 【数学式2】

$$[0079] \quad Q_2(b_{th}) = \int_{-\infty}^{b_{th}} PB(b) db \quad (4)$$

[0080] 在此, $PB(b)$ 表示后方车辆处于加速度 b 的状态的概率分布函数。 b_{th} 表示车辆10能够超越后方车辆的加速度。第2车道变更成功度 Q_2 以加速度 b 在 $-\infty$ 至 ∞ 的区间的积分为1的方式被标准化。

[0081] 在期待度计算部35中, 作为 $PB(b)$, 例如, 根据驾驶计划部34在最近的一定期间求出的后方车辆的加速度的经时变化, 求出加速度的平均值以及加速度的方差, 生成高斯分布函数。另外, 作为 $PB(b)$, 期待度计算部35也可以根据驾驶计划部34求出的后方车辆的加速度, 使用多变量解析而求出多项式近似式。另外, 作为 PB , 期待度计算部35也可以根据驾驶计划部34在最近的一定期间求出的后方车辆的加速度 b 的经时变化以及后方车辆与位于后方车辆的前方的前方车辆之间的距离 c 的经时变化, 使用高斯分布函数或者多变量解析而求出表示 $PB(b, c)$ 的函数。进而, 作为 PB , 期待度计算部35也可以根据驾驶计划部34在最近的一定期间求出的后方车辆的加速度 b 的经时变化、后方车辆与位于后方车辆的前方的前方车辆之间的距离 c 的经时变化以及前方车辆的车辆速度 d 的经时变化, 使用高斯分布函数或者多变量解析而求出表示 $PB(b, c, d)$ 的函数。

[0082] 另外, 期待度计算部35能够如以下所述地求出 b_{th} 。首先, 期待度计算部35在移动目的地的车道502a上决定车辆10要移动的空间 S_2 内的汇流目标位置, 求出该汇流目标位置与车辆10之间的距离 S 。汇流目标位置是比决定放弃位置更靠跟前的位置, 作为该汇流目标位置的初始值, 例如, 能够设为相对车辆10的当前位置往前方预定的距离 (例如30m) 的位置。车辆10设为在时间 T 之后追上后方车辆。期待度计算部35使用距离 S 、时间 T 、后方车辆的加速度 b (设为常数) 以及车辆10的加速度 a (a 设为比 b 大的常数), 求出满足下述的式 (5) 的车辆10的加速度 a 。在期待度计算部35中, 能够使用后方车辆的加速度的概率分布函数 $PB(b)$ 的平均值作为后方车辆的加速度 b 。作为时间 T 的初始值, 例如, 能够设为10秒。

[0083] 【数学式3】

$$[0084] \quad S = \iint_{t_0}^T (a - b) dt^2 \quad (5)$$

[0085] 在固定了汇流目标位置的状态下,期待度计算部35使时间T以每次增加预定量的方式变化,并且求出满足上述式(5)的车辆10的加速度a。如果求出的车辆10的加速度a是预定的阈值以下,则期待度计算部35将该加速度a设为bth。作为预定的阈值,优选为不对驾驶员造成不适感的程度的加速度,例如,能够设为 $0.1\sim 0.3\text{m/s}^2$ 。当在固定了汇流目标位置的状态下未求出预定的阈值以下的加速度a时,期待度计算部35反复进行如下处理:使汇流目标位置增加预定量,之后,使时间T每次变化预定量,并且求出满足上述式(5)的车辆10的加速度a。当在汇流目标位置比决定放弃位置靠跟前的位置未求出预定的阈值以下的加速度a时,期待度计算部35将第2车道变更成功度Q2设为零。

[0086] 根据移动目的地的位置的前方车辆计算出的第3车道变更成功度Q3表示前方车辆加速而空间S2扩大的概率。期待度计算部35使用下述式(6),求出第3车道变更成功度Q3。

[0087] 【数学式4】

$$[0088] \quad Q3 = \int_0^{\infty} PC(c)dc \quad (6)$$

[0089] 在此,概率分布函数PC(c)表示前方车辆处于加速度c的状态的概率分布函数。第3车道变更成功度Q3以加速度c在 $-\infty$ 至 ∞ 的区间的积分为1的方式被标准化。

[0090] 期待度计算部35例如能够与上述概率分布函数PB(b)同样地求出概率分布函数PC(c)。

[0091] 在此,在车辆10的周边的车道502a上不存在其他车辆的情况下,第2车道变更成功度Q2以及第3车道变更成功度Q3都为接近1的值,所以期待度E基本由第1车道变更成功度Q1决定。

[0092] 另外,驾驶计划部34在汇流区间504中在最初的车道变更的计划时设定的汇流目标位置(以下还称为“第1汇流目标位置”)与决定放弃位置P3之间,决定以车辆10从汇流车道向主干道完成车道变更为目标汇流完成目标位置P2。驾驶计划部34将汇流完成目标位置P2通知给通知控制部37。例如,驾驶计划部34也可以将汇流完成目标位置P2决定为相对决定放弃位置P3靠跟前预定距离的位置。该预定的距离例如也可以根据车辆速度而变更。另外,在汇流区间504中设定第1汇流目标位置之后,驾驶计划部34也可以将期待度小于预定的阈值的时间点的车辆10的位置作为汇流完成目标位置P2。

[0093] 车辆控制部36根据位置决定时刻的车辆10的位置、车辆速度和偏航率、以及被通知的驾驶计划(包括车道变更计划),以使车辆10沿着预定行驶路径行驶的方式控制车辆10的各部。例如,车辆控制部36依照被通知的驾驶计划、车辆10当前的车辆速度以及偏航率求出车辆10的转向角、加速度以及角加速度,设定转向量、油门踏板开度或者制动器量以使得成为该转向角、加速度以及角加速度。然后,车辆控制部36将与设定的转向量对应的控制信号输出给控制车辆10的转向轮的致动器(未图示)。另外,车辆控制部36依照设定的油门踏板开度求出燃料喷射量,将与该燃料喷射量对应的控制信号输出给车辆10的引擎等驱动装置(未图示)。或者,车辆控制部36将与设定的制动器量对应的控制信号输出给车辆10的制动器(未图示)。

[0094] 在驾驶计划包括用于车道变更的目标轨迹与目标车辆速度的集合的情况下,车辆控制部36控制车辆10的行驶动作以进行车道变更。

[0095] 在车辆10到达上述第1汇流目标位置时车道变更未结束的情况下,通知控制部37将用于通知将车辆10的控制从自动控制变更到手动控制的第1控制变更通知,使用UI6通知

给驾驶员、或者通过使用控制车辆10的动作的车辆控制部36使车辆10进行预定的动作而通知给驾驶员。通知控制部37根据车辆10的当前位置、驾驶计划以及地图信息判定车辆10到达第1汇流目标位置时,并且根据此时车辆10当前行驶的车道和行驶车道计划判定车道变更是否结束。

[0096] 例如,在车辆10到达第1汇流目标位置时车道变更未结束的情况下,通知控制部37使用UI6显示无法通过自动控制进行车道变更以及控制变更通知。另外,在车辆10到达第1汇流目标位置时车道变更未结束的情况下,通知控制部37也可以控制车辆控制部36,降低车辆10的速度或者以使与在主干道上行驶的其他车辆的速度差变小的方式变更车辆10的车辆速度。由此,驾驶员易于在通过手动控制操作车辆10时,确认周围的状况,而进行向主干道的车道变更的操作。此外,通知控制部37也可以使用UI6以及车辆控制部36这两方对驾驶员通知第1控制变更通知。

[0097] UI6输入驾驶员针对第1控制变更通知的回答的操作信号,经由车内网络11输出给ECU9。驾驶计划部34在驾驶员应诺了第1控制变更通知的情况下,将车辆10的驾驶从应用中的自动控制驾驶模式切换到手动控制驾驶模式。应诺了第1控制变更通知的驾驶员通过手动控制驾驶模式来操作车辆10,以进行被通知的车道变更。在手动控制驾驶模式中,优选至少手动控制转向。另外,在手动控制驾驶模式中,也可以手动控制转向、加速以及制动。另一方面,在驾驶员未应诺控制变更通知的情况下,驾驶计划部34继续通过自动控制驾驶模式驾驶车辆10。在车辆10达到决定放弃位置P3时,在车道变更未结束、并且驾驶员未应诺控制变更通知的情况下,驾驶计划部34也可以以使车辆10在到达汇流区间504的终点P4之前停止的方式控制车辆10。

[0098] 另外,在向驾驶员通知第1控制变更通知之后,在车辆10到达汇流完成目标位置P2的情况下,通知控制部37使用UI6或者车辆控制部36向驾驶员通知用于通知存在车辆10的控制从自动控制变更到手动控制的可能性的第2控制变更通知。通知控制部37根据车辆10的当前位置、行驶车道计划以及地图信息判定车辆10是否到达汇流完成目标位置P2。当车辆10在汇流完成目标位置P2与决定放弃位置P3之间的驾驶员汇流准备区间D3行驶时,通知控制部37对驾驶员通知第2控制变更通知。

[0099] 如上所述,汇流完成目标位置P2既可以是相对决定放弃位置P3靠跟前预定距离的位置、或者也可以是在汇流区间504中设定第1汇流目标位置之后期待度小于预定的阈值的时间点的车辆10的位置。通知控制部37优选以相比于第1控制变更通知,使驾驶员能够更强烈地辨识出的方式来通知第2控制变更通知。由此,驾驶员能够更容易辨识出存在通过手动控制操作车辆10以进行向主干道的车道变更的操作的可能性。

[0100] 例如,在车辆10到达汇流完成目标位置P2的情况下,通知控制部37使用车辆控制部36,通过制动动作或者转向动作而使车辆10的车辆行进方向或者与行进方向交叉的方向的加速度变化,向驾驶员通知第2控制变更通知。由此,通过自动控制行驶中的驾驶员能够更容易辨识出在当前行驶的汇流区间504中存在车辆10的控制从自动控制变更到手动控制的可能性。

[0101] 另外,通知控制部37也可以使用UI6来显示在当前行驶的汇流区间504中存在车辆10的控制从自动控制变更到手动控制的可能性,向驾驶员通知第2控制变更通知。

[0102] UI6输入驾驶员对第2控制变更通知的回答的操作信号,经由车内网络11输出给

ECU9。在驾驶员应诺了第2控制变更通知的情况下,驾驶计划部34将车辆10的驾驶从应用中的自动控制驾驶模式切换到手动控制驾驶模式。

[0103] 此外,如上所述,在车辆10开始朝向第1汇流目标位置进行车道变更的行驶动作之后,即使在中止了该车道变更的情况下,在车辆10到达控制通知位置P3之前,在驾驶员未对控制变更通知作出应诺的期间,驾驶计划部34再次尝试通过自动控制进行车道变更。

[0104] 图7是由处理器23执行的、包括控制变更通知处理的车辆控制处理的动作流程图。此外,在以下所示的动作流程图中,步骤S706以及S707的处理与判定为无法通过自动控制进行车道变更的情况下的控制变更通知处理相对应。

[0105] 首先,导航装置8根据导航用地图信息、车辆10的目的地以及车辆10的当前位置生成从车辆10的当前位置至目的地的预定行驶路径(步骤S701)。

[0106] 接下来,处理器23的位置推测部31针对每个位置决定时刻求出车辆10的推测位置以及推测方位角(步骤S702)。

[0107] 接下来,处理器23的物体检测部32根据由照相机2生成的图像以及由LiDAR传感器3a~3d生成的反射波信息,检测车辆10周围的其他物体(步骤S703)。

[0108] 接下来,处理器23的行驶车道计划部33在预定行驶路径的驾驶区间中选择车辆10行驶的道路内的车道,生成行驶车道计划。另外,行驶车道计划部33根据地图信息、预定行驶路径、车辆10的当前位置、周边环境信息以及车辆状态信息,判定在预定行驶路径的驾驶区间中是否需要在汇流区间中从汇流车道向主干道进行车道变更。行驶车道计划部33在判定为需要从汇流车道向主干道的车道变更的情况下,以包括进行该车道变更的方式生成行驶车道计划(步骤S704)。

[0109] 接下来,处理器23的驾驶计划部34根据行驶车道计划、车辆10的当前位置、周边环境信息以及车辆状态信息生成在汇流区间中车辆10从汇流车道向主干道进行车道变更的驾驶计划(步骤S705)。

[0110] 接下来,处理器23的驾驶计划部34将在预定行驶路径上的汇流车道向主干道汇流的汇流区间中车辆从汇流车道向主干道变更车道的汇流目标位置,决定为相对汇流车道的终点(汇流区间的终点)比被交接车辆的控制的驾驶员能够进行用于车道变更的车辆操作的最小距离的位置(决定放弃位置)更靠跟前的位置(步骤S706)。

[0111] 接下来,在车辆10到达汇流目标位置时车道变更未结束的情况下,处理器23的通知控制部37将用于通知将车辆10的控制从自动控制变更到手动控制的第1通知,使用UI6通知给驾驶员、或者通过使用车辆控制部36使车辆10进行预定的动作而通知给驾驶员(步骤S707)。

[0112] 如以上说明,该车辆控制装置将在预定行驶路径上的汇流车道向主干道汇流的汇流区间中车辆从汇流车道向主干道变更车道的汇流目标位置,决定为相对汇流车道的终点比被交接车辆控制的驾驶员能够进行用于车道变更的车辆操作的最小距离的位置更靠跟前的位置。在车辆到达最小距离的位置时车道变更未结束的情况下,车辆控制装置将用于通知将车辆的控制从自动控制变更到手动控制的第1通知,使用向驾驶员通知信息的通知部而通知给驾驶员、或者通过使用控制车辆的动作的车辆控制部使车辆进行预定的动作而通知给驾驶员。由此,在车辆无法通过自动控制进行车道变更之前,预先通知驾驶员难以通过自动控制进行从汇流车道向主干道的车道变更,所以被交接车辆控制的驾驶员能够时间

充裕地进行从汇流车道向主干道的车道变更的操作。

[0113] 接下来,以下说明上述实施方式的变形例。在本变形例中,从驾驶计划部34决定了第1汇流目标位置的时间点,通知控制部37使用UI6向驾驶员通知表示车辆10从汇流车道向主干道进行车道变更的信息(通知信息)。

[0114] 作为通知信息,通知控制部37也可以例如使用车辆10的当前位置与决定放弃位置之间的距离或者期待度。通知控制部37也可以使用UI6以进度条的方式显示车辆10的当前位置与决定放弃位置之间的距离。另外,通知控制部37也可以改变根据与阈值的关系来显示数值的颜色,使用UI6来显示期待度。

[0115] 另外,通知控制部37也可以按时间段或者按历史预先存储汇流区间中的过去的车道变更的成功率,当在该汇流区间行驶时,使用UI6按时间段或者按历史显示过去的成功率。

[0116] 在本发明中,只要不脱离本发明的要旨,上述实施方式的车辆控制装置以及存储有计算机可读取的车辆控制用计算机程序的存储介质能够适当地变更。另外,本发明的技术范围限定于这些实施方式,而包括权利要求书记载的发明及其均等物。

[0117] 例如,在上述实施方式中,在车辆10到达第1汇流目标位置时车道变更未结束的情况下,通知控制部37向驾驶员通知将车辆10的控制从自动控制变更到手动控制。通知控制部37也可以使用在汇流区间中在第2次以后的车道变更的计划时设定的汇流目标位置,来代替第1汇流目标位置。

[0118] 另外,计算车道变更成功的期待度的方法不限于上述实施方式。例如,为了计算期待度,期待度计算部也可以还使用移动目的地的车道的最近(例如几分钟)的平均车间距离。另外,为了计算期待度,期待度计算部也可以还使用在移动目的地的车道行驶的其他车辆的最近(例如几分钟)的速度分布和车辆速度之间的关系。

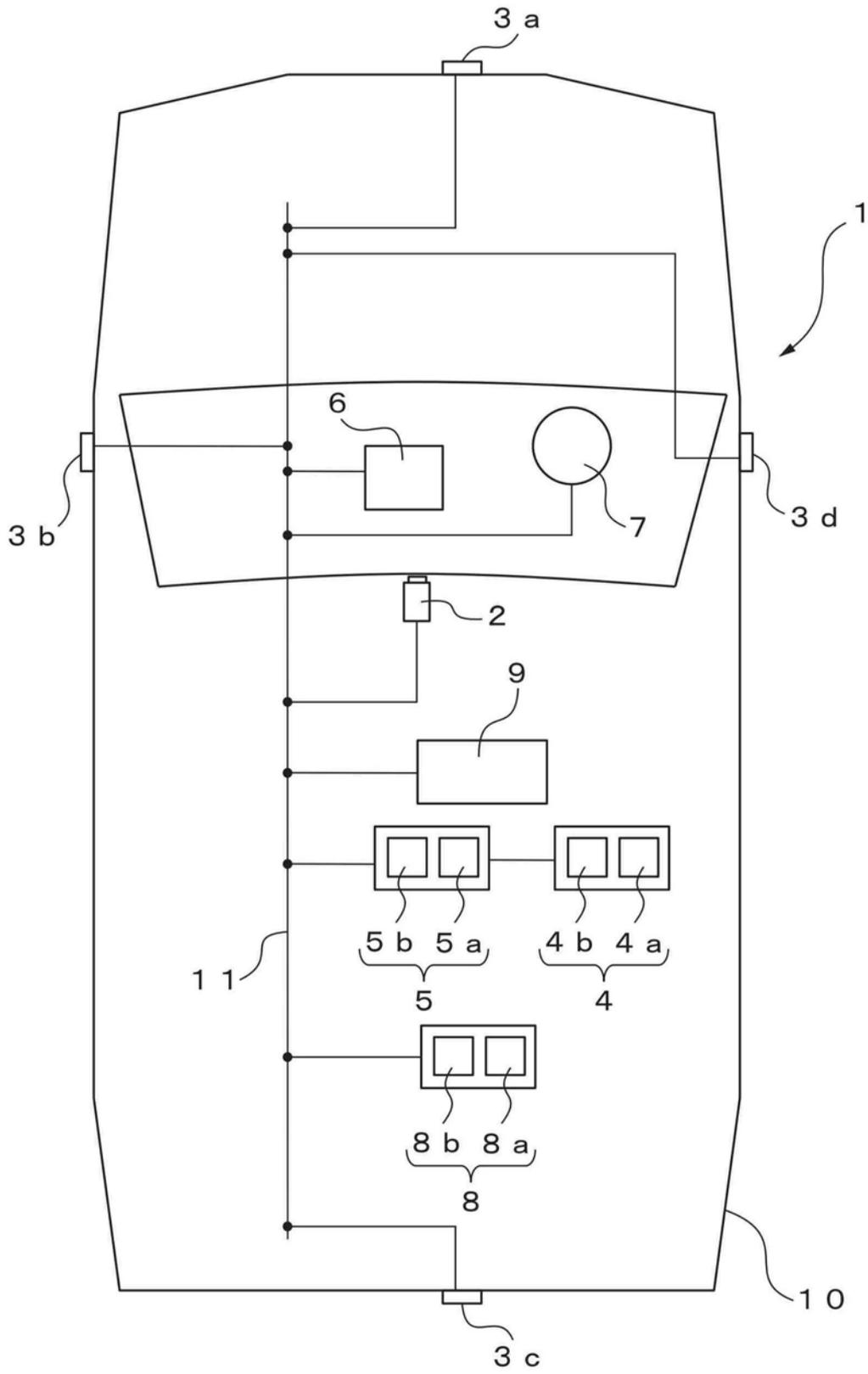


图1

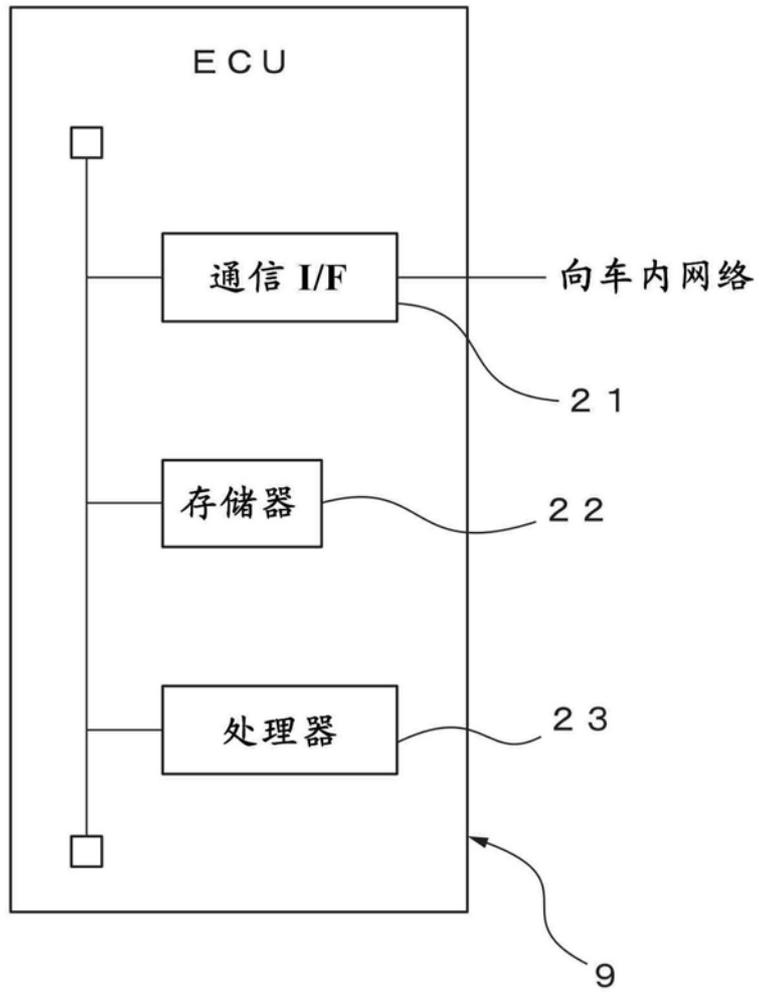


图2

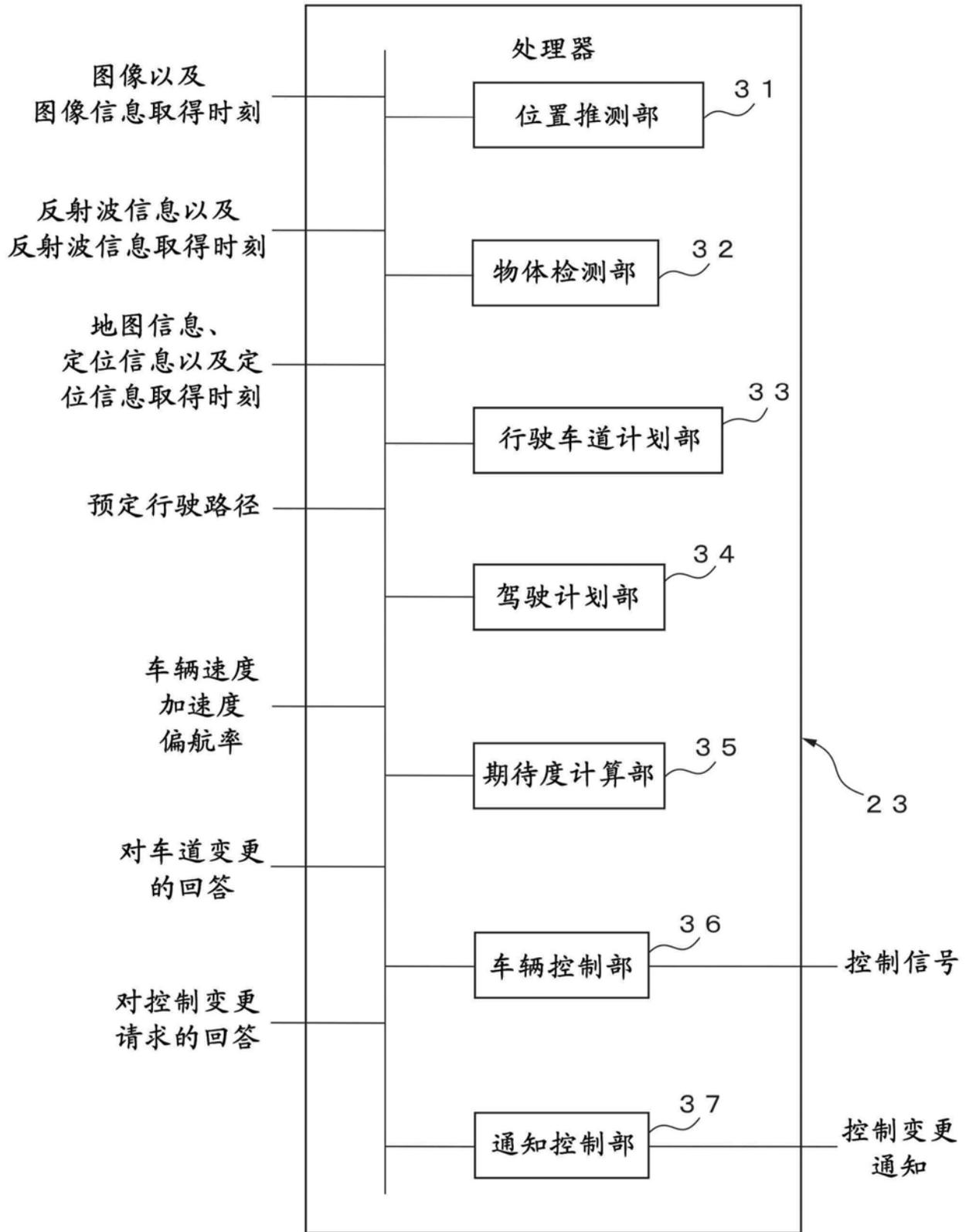


图3

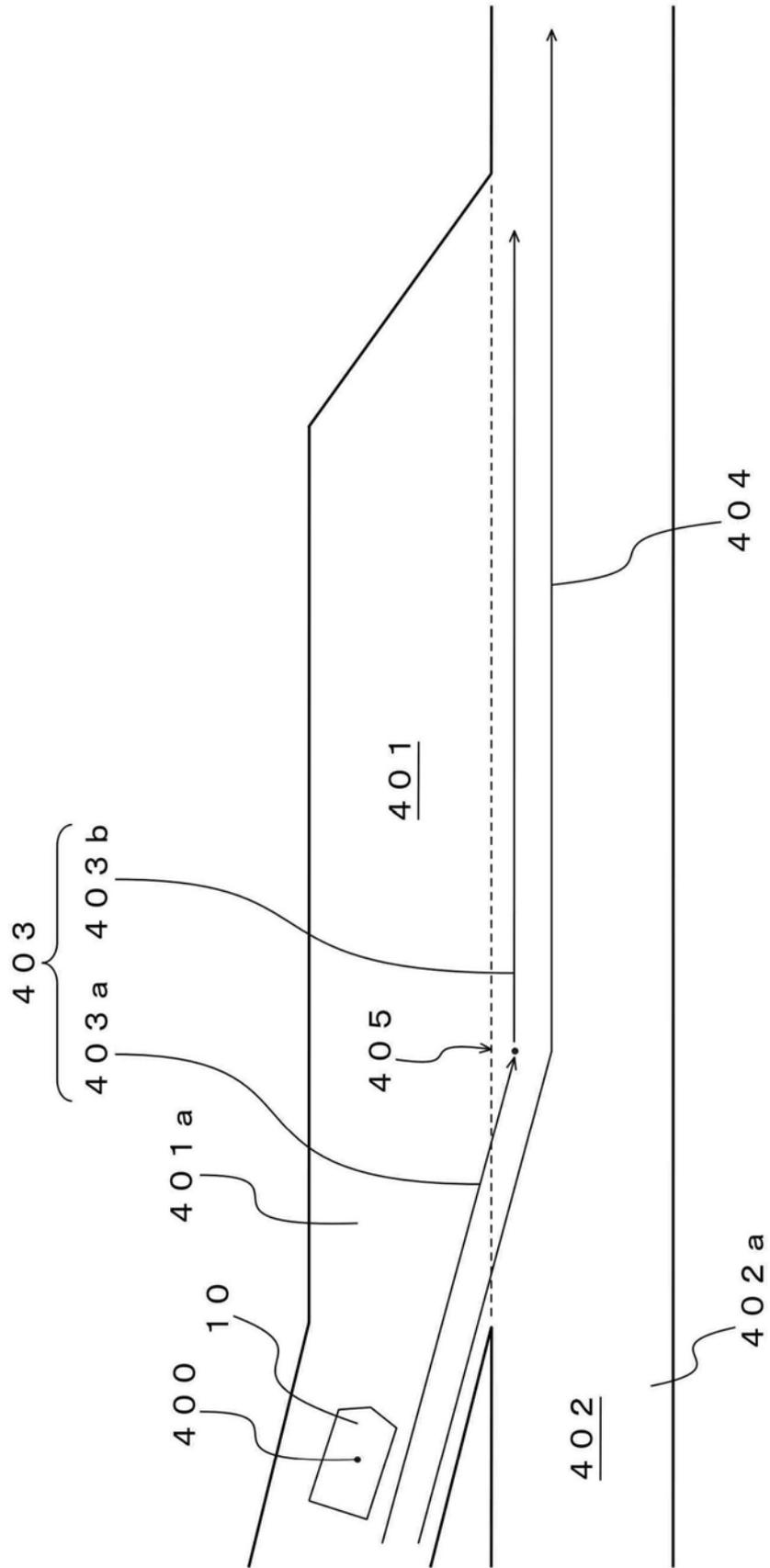


图4

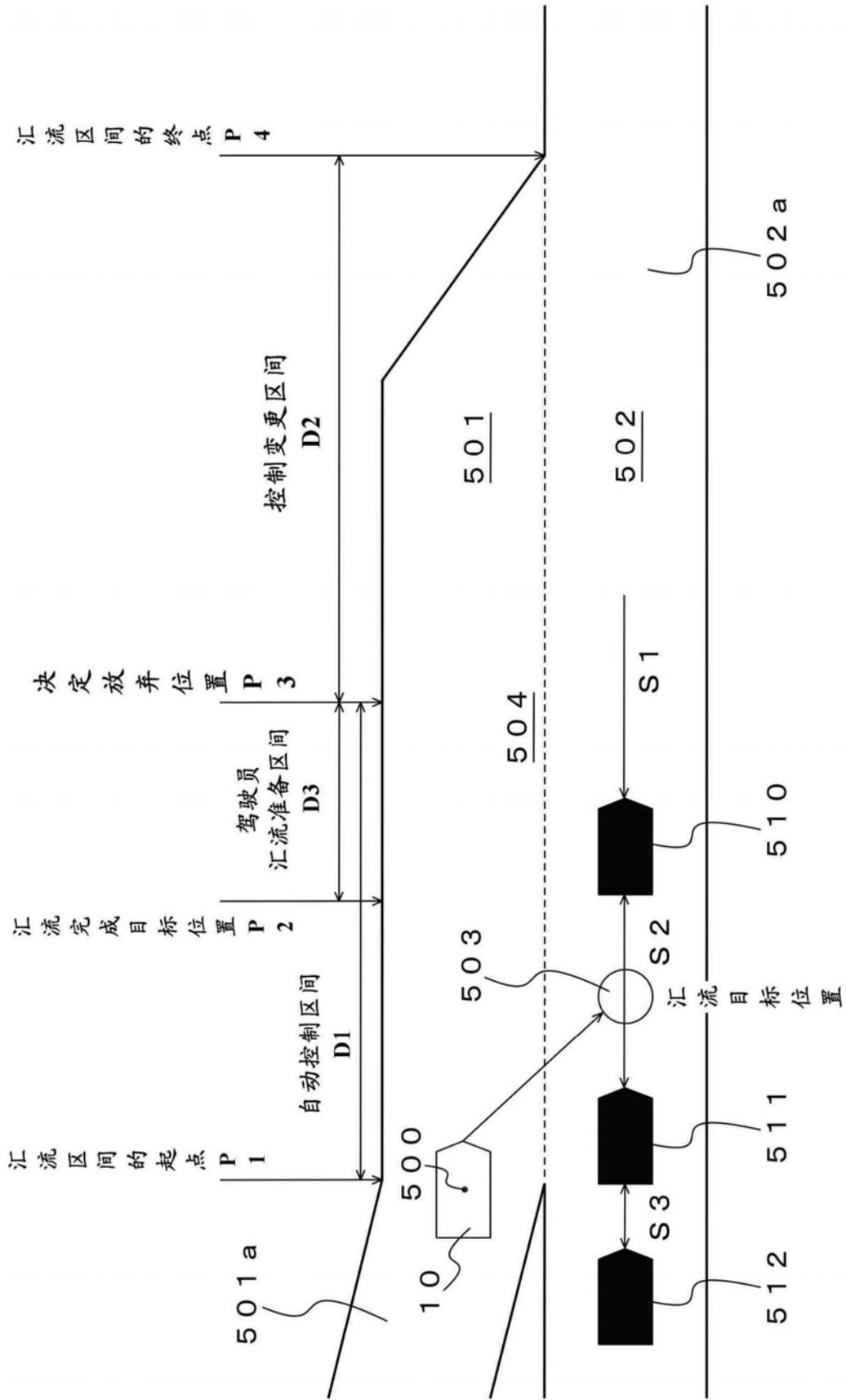


图5

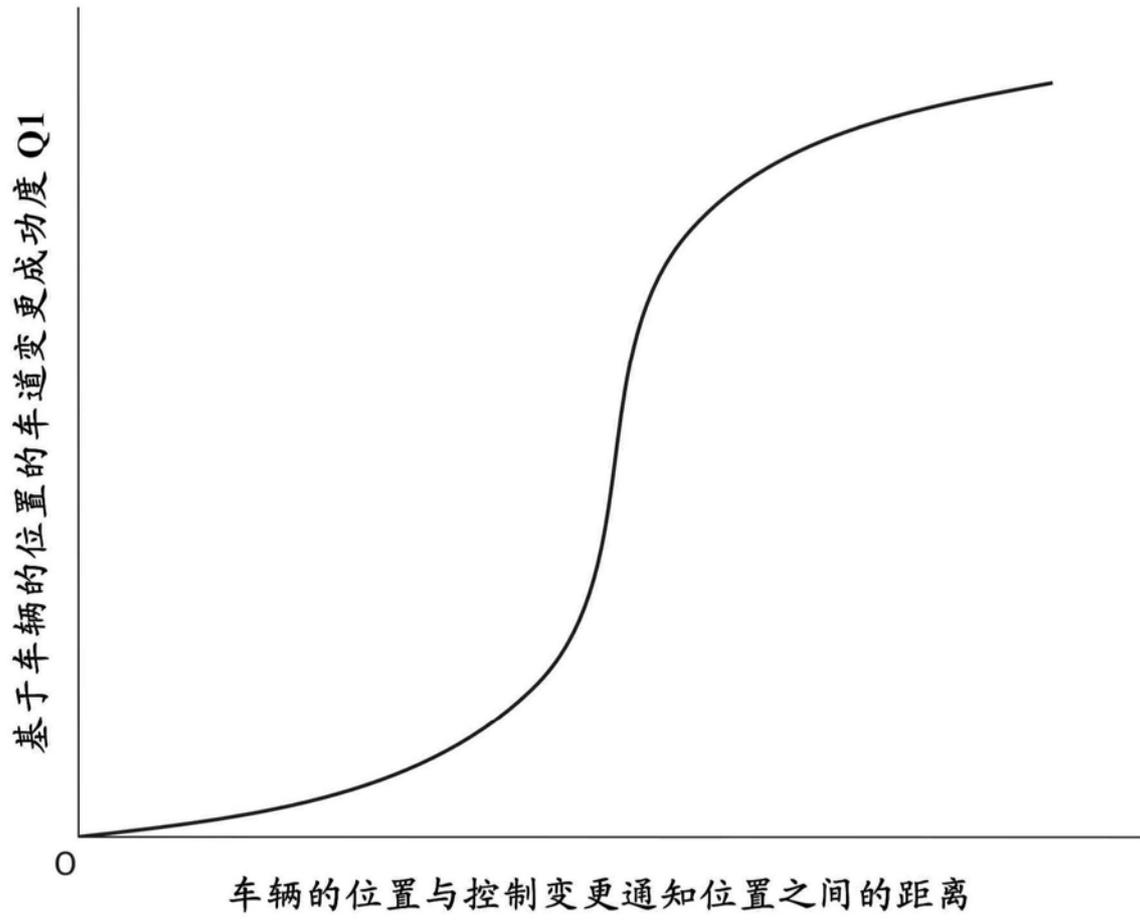


图6

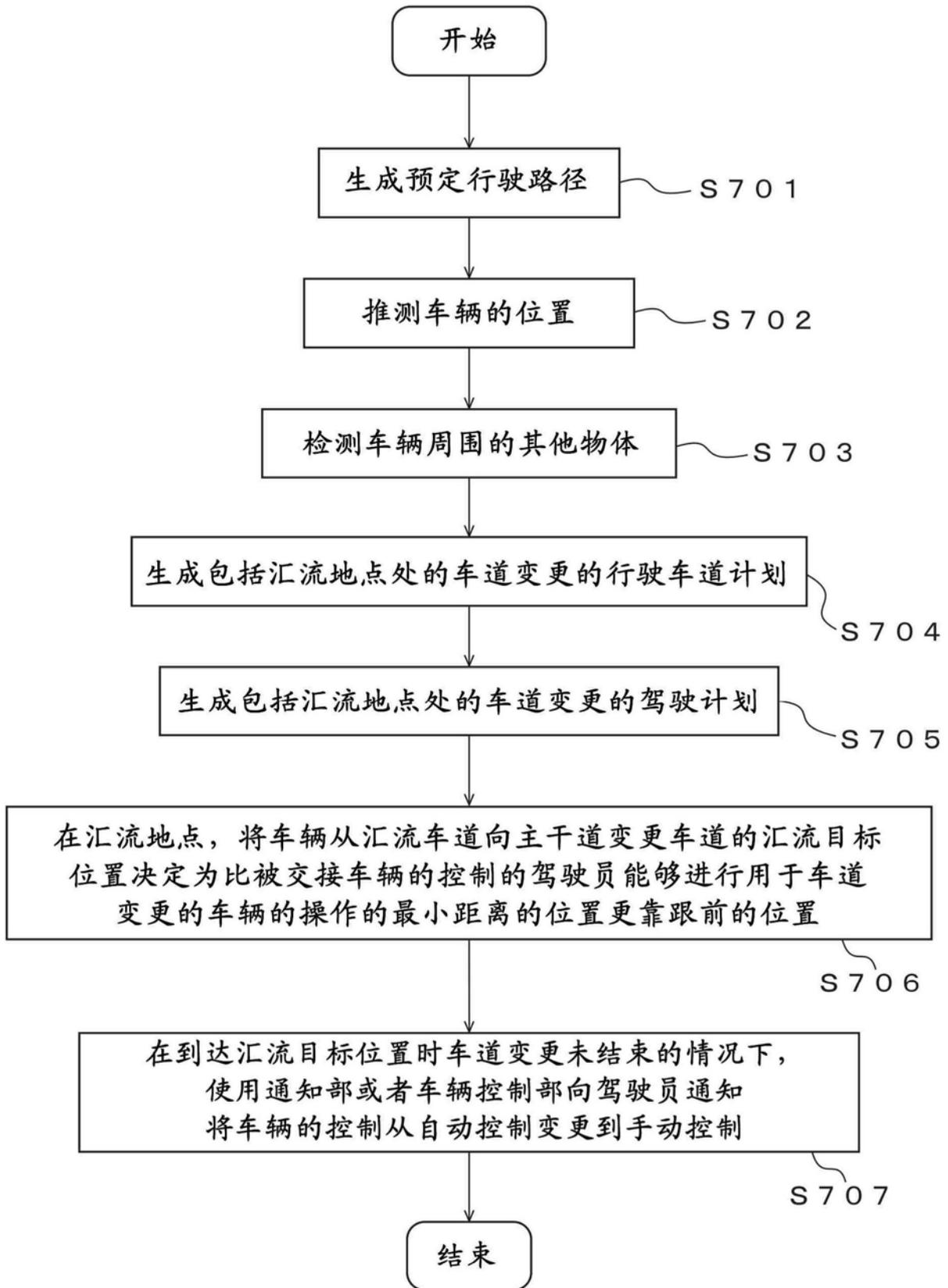


图7