



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114287025 B

(45) 授权公告日 2024. 07. 05

(21) 申请号 201980097468.8

(22) 申请日 2019.06.14

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114287025 A

(43) 申请公布日 2022.04.05

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.12.13

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2019/000634 2019.06.14

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/249995 JA 2020.12.17

(73) 专利权人 日产自动车株式会社
地址 日本神奈川县

(72) 发明人 后藤明之 福重孝志

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

专利代理师 张劲松

(51) Int.Cl.
G08G 1/16 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2019086925 A1, 2019.03.21
WO 2018073886 A1, 2018.04.26

审查员 何娟娟

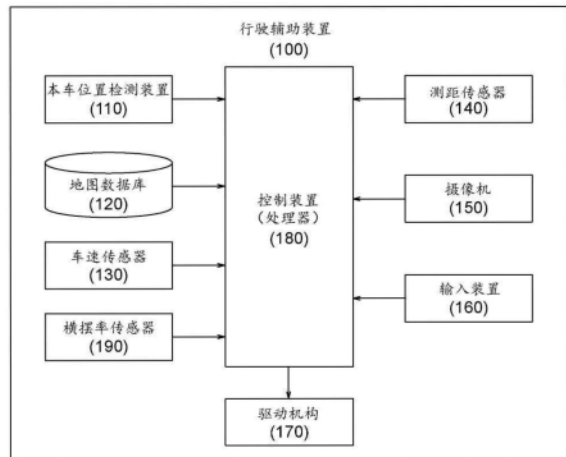
权利要求书3页 说明书15页 附图10页

(54) 发明名称

行驶辅助方法及行驶辅助装置

(57) 摘要

一种由处理器(180)执行的车辆的行驶辅助方法,从存储地图信息的装置(120)获取本车辆的行驶路与该行驶路以外的边界即静态行驶路边界的信息,从检测本车辆的周边环境的传感器(140)获取与静态行驶路边界不同的边界的信息即动态行驶路边界的信息,基于静态行驶路边界的信息生成静态行驶路径作为本车辆可行驶的行驶路,基于静态行驶路径和动态行驶路边界的信息,以比静态行驶路径短的行驶路生成动态行驶路径作为与周边环境对应的行驶路,使本车辆沿着包含静态行驶路径和动态行驶路径的目标行驶路径行驶。



1. 一种行驶辅助方法,为由处理器执行的车辆的行驶辅助方法,其特征在于,
从存储地图信息的装置,获取本车辆的行驶路与所述行驶路以外的边界即静态行驶路边界的信息,

从检测所述本车辆的周围环境的传感器,获取与所述静态行驶路边界不同的所述边界的信息即动态行驶路边界的信息,

基于所述静态行驶路边界的信息,生成静态行驶路径并作为所述本车辆可行驶的所述行驶路,

基于所述静态行驶路径和所述动态行驶路边界的信息,以比所述静态行驶路径短的所述行驶路生成动态行驶路径,并作为与所述周边环境对应的所述行驶路,

使所述本车辆沿着包含所述静态行驶路径和所述动态行驶路径的目标行驶路径行驶,
所述静态行驶路径的生成处理中的所述处理器的运算周期比所述动态行驶路径的生成处理中的所述处理器的运算周期长。

2. 如权利要求1所述的行驶辅助方法,其特征在于,

所述静态行驶路边界的信息包含检测所述动态行驶路边界的所述传感器的检测范围外的信息,

使用检测所述动态行驶路边界的所述传感器的检测范围外的信息生成所述静态行驶路径。

3. 如权利要求1或2所述的行驶辅助方法,其特征在于,

所述静态行驶路边界的信息包含:所述本车辆行驶的车道的信息;与所述车道不同的所述本车辆预定行驶的车道的信息,

使用所述本车辆行驶的车道的信息和与所述车道不同的所述本车辆预定行驶的车道的信息,生成所述静态行驶路径。

4. 如权利要求1~3中任一项所述的行驶辅助方法,其特征在于,

计算出用于使所述本车辆沿着所述目标行驶路径行驶的控制指令值,

基于所述控制指令值控制所述本车辆。

5. 如权利要求1~4中任一项所述的行驶辅助方法,其特征在于,

在所述静态行驶路径的生成处理中,基于所述静态行驶路边界的信息,生成所述本车辆行驶时施加到所述本车辆的横向加速度的变化为规定值以下的所述行驶路,并作为所述静态行驶路径。

6. 如权利要求1~5中任一项所述的行驶辅助方法,其特征在于,

在所述动态行驶路径的生成处理中,基于所述静态行驶路径和所述动态行驶路边界的信息,生成所述本车辆行驶时施加到所述本车辆的横向加速度的变化为规定值以下的所述行驶路,并作为所述动态行驶路径。

7. 如权利要求1~6中任一项所述的行驶辅助方法,其特征在于,

通过以所述动态行驶路径的终点位于所述静态行驶路径上的方式使所述动态行驶路径和所述静态行驶路径结合,从而生成所述目标行驶路径。

8. 如权利要求4所述的行驶辅助方法,其特征在于,

所述静态行驶路径的生成处理中的所述处理器的运算周期比所述控制指令值的计算处理中的所述处理器的运算周期长。

9. 如权利要求4所述的行驶辅助方法,其特征在于,
所述动态行驶路径的生成处理中的所述处理器的运算周期比所述控制指令值的计算处理中的所述处理器的运算周期长。
10. 如权利要求1~9中任一项所述的行驶辅助方法,其特征在于,
在所述动态行驶路径的生成处理中,通过将在生成所述动态行驶路径的周期期间所述本车辆移动的移动距离反映到所述静态行驶路径中,来修正所述静态行驶路径。
11. 如权利要求1~10中任一项所述的行驶辅助方法,其特征在于,
基于所述地图信息及所述传感器的检测结果,推定地图上的所述本车辆的位置,
在所述静态行驶路径的修正处理中,基于所述地图上的所述本车辆的位置,执行将规定所述静态行驶路径的坐标从以所述本车辆的位置为中心的坐标系变换为以地图上的位置为中心的坐标系的坐标变换处理之后,以所述动态行驶路径的生成处理中的所述处理器的运算周期修正所述静态行驶路径。
12. 如权利要求4、8、9中任一项所述的行驶辅助方法,其特征在于,
在所述控制指令值的计算处理中,通过将在计算出所述控制指令值的周期期间所述本车辆移动的移动距离反映到所述目标行驶路径中,来修正所述目标行驶路径。
13. 如权利要求12所述的行驶辅助方法,其特征在于,
基于所述地图信息及所述传感器的检测结果,推定地图上的所述本车辆的位置,
在所述目标行驶路径的修正处理中,基于所述地图上的所述本车辆的位置,执行将规定所述目标行驶路径的坐标从以所述本车辆的位置为中心的坐标系变换为以地图上的位置为中心的坐标系的坐标变换处理之后,以所述控制指令值的计算处理中的所述处理器的运算周期修正所述目标行驶路径。
14. 如权利要求1~13中任一项所述的行驶辅助方法,其特征在于,
生成曲率变化最小的所述行驶路作为所述静态行驶路径。
15. 如权利要求1~14中任一项所述的行驶辅助方法,其特征在于,
以包含至少两处拐角的方式设定所述静态行驶路径的路径长度。
16. 如权利要求1~14中任一项所述的行驶辅助方法,其特征在于,
以包含拐角后方的规定距离以上的直线路的区间的方式设定所述静态行驶路径的路径长度。
17. 如权利要求1~16中任一项所述的行驶辅助方法,其特征在于,
以使所述动态行驶路径包含在所述传感器的检测范围内的方式设定所述动态行驶路径的路径长度。
18. 如权利要求1~17中任一项所述的行驶辅助方法,其特征在于,
将作为路面标识的所述动态行驶路边界识别为第一动态行驶路边界,
将作为存在于所述车辆周围的障碍物的所述动态行驶路边界识别为第二动态行驶路边界。
19. 如权利要求18所述的行驶辅助方法,其特征在于,
使用按照所述第二动态行驶路边界对所述动态行驶路径的影响程度、所述第一动态行驶路边界对所述动态行驶路径的影响程度、以及所述静态行驶路边界对所述动态行驶路径的影响程度的顺序变小的关系性,来生成所述动态行驶路径。

20. 一种行驶辅助装置,为具有处理器的车辆的行驶辅助装置,其特征在于,所述处理器进行如下的处理:

从存储地图信息的装置,获取本车辆的行驶路与所述行驶路以外的边界即静态行驶路边界的信息,

从检测所述车辆的周围环境的传感器,获取与所述静态行驶路边界不同的所述边界的信息即动态行驶路边界的信息,

基于所述静态行驶路边界的信息,生成静态行驶路径并作为所述本车辆可行驶的所述行驶路,

基于所述静态行驶路径和所述动态行驶路边界的信息,以比所述静态行驶路径短的行驶路生成动态行驶路径,并作为与所述周边环境对应的所述行驶路,

使所述本车辆沿着包含所述静态行驶路径和所述动态行驶路径的目标行驶路径行驶,

所述静态行驶路径的生成处理中的所述处理器的运算周期比所述动态行驶路径的生成处理中的所述处理器的运算周期长。

行驶辅助方法及行驶辅助装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种辅助车辆行驶的行驶辅助方法及行驶辅助装置。

背景技术

[0002] 已知的驾驶辅助装置具备：获取识别范围不同的多个行驶路径信息的行驶路径信息获取单元、和根据行驶环境使用多个行驶路径信息来生成本车辆的行进道路的行驶道路生成单元(例如专利文献1)。作为多个行驶路径信息，例如可以列举用于确定从本车辆的开始地点到目的地的大致行驶路径而使用的广域地图、用于行人或其他车辆等的识别和动作预测的中域地图、以及用于检测以及回避在中域地图中无法识别的行人或其他车辆的动作的局域地图。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1：国际公开第2012/014280号

[0006] 本发明所要解决的课题

[0007] 在现有技术中，由于不能组合根据识别范围不同的地图生成的本车辆的行进道路，所以存在难以建立兼顾应对周边环境和顺畅行驶这两者的行驶计划的问题。

发明内容

[0008] 本发明要解决的问题是提供一种能够建立兼顾应对周边环境和顺畅行驶这两者的行驶计划的行驶辅助方法及行驶辅助装置。

[0009] 本发明获取本车辆的行驶路与该行驶路以外的边界即静态行驶路边界的信息，获取与静态行驶路边界不同的边界的信息即动态行驶路边界的信息，基于静态行驶路边界的信息，生成静态行驶路径作为本车辆可行驶的行驶路，基于静态行驶路径和动态行驶路边界的信息，以比静态行驶路径短的行驶路生成动态行驶路径并作为与周边环境对应的行驶路，使本车辆沿着包含静态行驶路径和动态行驶路径的目标行驶路径行驶，由此来解决上述课题。

[0010] 发明效果

[0011] 根据本发明，能够建立兼顾应对周边环境和顺畅行驶这两者的行驶计划。

附图说明

[0012] 图1是表示本发明的一实施方式的行驶辅助装置的块图。

[0013] 图2是表示图1所示的控制装置所具备的各功能的块图。

[0014] 图3是用于说明静态行驶路径的图。

[0015] 图4是用于说明为了生成动态行驶路径而使用的各种信息的图。

[0016] 图5是用于说明静态行驶路径和动态行驶路径的结合方法的图。

[0017] 图6是用于说明控制指令值的计算方法的一例的图。

- [0018] 图7是用于说明控制装置的各处理中的处理器的运算周期及运算负荷的图。
- [0019] 图8A是用于说明对静态行驶路径进行修正处理的图。
- [0020] 图8B是图8A所示的各块中的静态行驶路径的图。
- [0021] 图9是表示本实施方式的控制处理的流程的块图。

具体实施方式

[0022] 以下,基于附图说明本发明的一实施方式的车轮的行驶辅助装置及方法。另外,在本实施方式中例示搭载于车辆的行驶辅助装置来说明本发明。

[0023] 图1是表示本发明的实施方式所涉及的车辆的行驶辅助装置100的结构图。如图1所示,本实施方式的行驶辅助装置100具备:本车位置检测装置110、地图数据库120、车速传感器130、测距传感器140、摄像机150、驱动机构170、控制装置180和横摆率传感器190。这些装置,为了相互进行信息的收发,通过CAN(Controller Area Network)等车载LAN连接。

[0024] 本车位置检测装置110具有GPS单元。本车位置检测装置110通过定位器(GPS天线)检测从多个通信卫星发送的电波,周期性地获取本车辆的位置信息。本车位置检测装置110基于获取的本车辆的位置信息、从陀螺传感器(未图示)获取的角度变化信息、以及从车速传感器130获取的车速,检测本车辆的当前位置。另外,本车位置检测装置110也可以使用公知的地图匹配技术检测地图上的本车辆的位置。由本车位置检测装置110检测出的本车辆的位置信息被输出给控制装置180。

[0025] 在地图数据库120中存储有地图信息。地图数据库120存储的地图信息包含各地图坐标中的道路的属性信息。作为道路的属性,例如可以列举:弯道、坡道、交叉路口、出入口、狭路、直线路、合流地点等。这些道路的属性只是一个例子,并不限定道路的属性。在道路的属性中包含道路形状以及道路的坡度的信息。另外,地图信息包含车道的中心线及车道的曲率的信息。车道的中心线是沿着车辆的行进方向的车道的中心线,以车道为单位来规定。车道的曲率是车道的中心线的曲率,以车道为单位来规定。

[0026] 另外,地图信息包含行驶路边界的信息。行驶路边界是指本车辆的行驶路与其以外的边界。本车辆的行驶路是指用于本车辆行驶的道路。换言之,行驶路边界是形成本车辆行驶的道路的边界。行驶路边界相对于本车辆的行进方向分别位于左右。可以以车道为单位规定行驶路边界,或者也可以以道路为单位规定行驶路边界。作为包含行驶路边界的信息的地图信息,例如可以列举适合自动驾驶的高精度地图信息。高精度地图信息例如可以通过与设置在本车辆外部的服务器或系统之间的通信来获取,也可以预先存储在地图数据库120中。

[0027] 在以下说明中,将地图信息中预先包含的行驶路边界称为静态行驶路边界。静态行驶路边界由作为地图信息存储的道路形状和道路宽度的信息构成。静态行驶路边界是除非地图信息被更新否则不被更新的信息。另外,对于行驶路边界无法明确确定的地点(例如,交叉路口内),在地图信息中预先设定有行驶路边界。预先设定的行驶路边界是虚构的行驶路边界而不是实际存在的路面标识或道路构造物。另外,除了道路形状和道路宽度之外,静态行驶路边界还可以由地图上的位置的信息构成。

[0028] 另外,地图信息包含车辆行驶时应遵守的交通规则信息。作为交通规则信息,例如可以列举:路径上的暂时停止、停车/停车禁止、慢行、限制速度(法定速度)、禁止车道变更,

但不限于此。以车道为单位规定交通规则信息。另外,地图信息中包含的这些信息由节点和连接节点之间的链路(也称为道路链路)定义。

[0029] 车速传感器130测量驱动轴等驱动系统的转速,并基于其检测本车辆的行驶速度(以下也称为车速)。由车速传感器130检测出的本车辆的车速信息被输出给控制装置180。横摆率传感器190例如安装在车室内,检测本车辆的横摆率(向转弯方向的旋转角的变化速度)。由横摆率传感器190检测出的本车辆的横摆率信息被输出给控制装置180。通过车道等级来识别链路。

[0030] 测距传感器140检测存在于本车辆周边的对象物。另外,测距传感器140运算本车辆与对象物之间的相对距离、对象物相对于本车辆所处的方向、以及对象物相对于本车辆的相对速度。作为对象物,例如可以列举:车道边界线、中心线、中央隔离带、护栏、路缘石、隧道或高速公路的侧壁等。另外,作为其他对象物,例如可以列举:本车辆以外的汽车(其他车辆)、摩托车、自行车、道路标记、信号机、人行横道等。即,测距传感器140是检测本车辆的周边环境的传感器的一种。由测距传感器140检测出的对象物的信息被输出给控制装置180。另外,作为这样的测距传感器140可以使用激光雷达、毫米波雷达等(LRF等)。测距传感器140能够检测对象物的范围有限,检测存在于规定范围内的对象物。规定的检测范围根据传感器的种类而不同,对每个传感器的种类进行规定。另外,测距传感器140的数量没有特别限定,测距传感器140例如分别设置在本车辆的前方、侧方以及后方。由此,测距传感器140检测出存在于本车辆的周围整个区域的对象物。

[0031] 摄像机150拍摄存在于本车辆周围的道路和/或对象物等。摄像机150拍摄的对象物与上述测距传感器140检测的对象物相同。在本实施方式中,摄像机150拍摄本车辆的前方。由摄像机150拍摄的图像信息被输出给控制装置180。摄像机150是拍摄本车辆的前方的摄像机和/或拍摄本车辆的侧方的摄像机。另外,摄像机150也与测距传感器140同样地,能够拍摄对象物的范围有限,拍摄存在于规定范围内的对象物。一般情况下,摄像机150的拍摄范围比测距传感器140的检测范围窄,但在本实施方式中,摄像机150的拍摄范围和测距传感器140的检测范围的关系没有特别限定。

[0032] 输入装置160是驾驶员可操作的操作部件。在本实施方式中,驾驶员通过操作输入装置160,能够设定自动驾驶控制的接通/断开。另外,驾驶员通过操作输入装置160,能够设定本车辆的目的地。

[0033] 驱动机构170包括:用于使本车辆自动行驶的发动机和/或电动机(动力系统)、制动器(制动系统)以及转向器促动器(转向系统)等。在本实施方式中,在进行后述的自动驾驶控制时,由控制装置180控制驱动机构170的动作。

[0034] 控制装置180是具有处理器的计算机,由存储有用于控制本车辆的行驶的程序的ROM(Read Only Memory:只读存储器)、执行存储在该ROM中的程序的CPU(Central Processing Unit:中央处理单元)、以及作为可访问的存储装置发挥功能的RAM(Random Access Memory:随机存取存储器)构成。另外,作为动作电路,可以代替CPU(Central Processing Unit)或与其一起使用MPU(Micro Processing Unit)、DSP(Digital Signal Processor)、ASIC(Application Specific Integrated Circuit)、FPGA(Field Programmable Gate Array)等。

[0035] 另外,在本实施方式中,以由控制装置180执行的程序预先存储在ROM中的结构为

例进行说明,但存储程序的场所不限于ROM。例如,程序可以存储在计算机可读取且便携式计算机可读取的记录介质(例如,盘介质、闪存等)中。在这种情况下,控制装置180执行从计算机可读取的记录介质下载的程序。换言之,也可以是控制装置180仅具备动作电路而从外部下载程序的结构。

[0036] 图2是表示控制装置180具备的各功能的块图。使用图2说明控制装置180实现的各项功能。如图2所示,控制装置180中包含:本车道边界生成部181、静态行驶路径生成部182、可行驶区域生成部183、动态行驶路径生成部184、路径结合部185、路径追随部186。这些块通过ROM中建立的软件实现后述的各项功能。另外,在本实施方式中,将控制装置180具有的功能分为6个功能块的基础上,说明各功能块的功能,但控制装置180的功能不一定必须分为6个块,也可以分为5个以下的功能块、或7个以上的功能块。另外,控制装置180具有的功能不限于以下说明的功能块的功能,例如还具有导航系统的控制功能等。另外,在图2所示的各块中,各处理中的处理器的运算周期(也称为运算处理时间)根据块不同而有所不同,关于处理器的运算周期,在说明了功能之后进行说明。

[0037] 对本车道边界生成部181的功能进行说明。本车道边界生成部181生成表示本车辆行驶的车道(也称为本车道)与其以外的边界的本车道边界。本车道边界生成部181分别生成相对于本车辆的行进方向位于左右的本车道边界。

[0038] 在本车道边界生成部181中,从本车位置检测装置110输入本车辆的位置信息,从地图数据库120输入地图信息中包含的静态行驶路边界的信息,从导航系统(未图示)输入表示本车辆的路线规划的行动计划的信息。换言之,本车道边界生成部181从本车位置检测装置110获取当前的本车辆的位置信息,从地图数据库120获取静态行驶路边界的信息,从导航系统获取行动计划的信息。另外,行动计划的信息中至少包含本车辆的目的地的位置信息、通过直至目的地的预定的通过地点的位置信息、本车辆行驶的预定的道路信息。换言之,行动计划的信息是与本车辆到达目的地为止的路径有关的大致的信息。

[0039] 本车道边界生成部181基于输入的各种信息生成本车道边界。例如,本车道边界生成部181根据行动计划的信息以及本车辆的当前位置,确定本车辆行驶的车道。本车道边界生成部181从地图信息中获取与所确定的车道有关的静态行驶路边界的信息,并基于静态行驶路边界的信息生成本车道边界。静态行驶路边界的信息不仅包括本车辆行驶的车道的信息,而且还可以包括不同于该车道的车辆行驶的预定车道的信息。例如,本车辆预定在分支路中从当前行驶中的主路脱离而在支路上行驶的情况下,静态行驶路边界的信息中,除了本车辆当前行驶的车道的信息之外,还包含比分支路更前方的车道即支路的信息。另外,例如本车辆预定在交叉路口等右转或左转的情况下,静态行驶路边界的信息中,除了本车辆当前行驶的车道的信息之外,还包含在右转后或左转后预定行驶的车道的信息。本车道边界基于静态行驶路边界的信息。在本车道边界上反映了地图信息中存储的道路形状以及道路宽度。即,本车道边界生成部181生成的车道边界是地图信息中的本车辆的行驶车道与其以外的边界。由本车道边界生成部181生成的本车道边界的信息被输出给静态行驶路径生成部182和可行驶区域生成部183。另外,图2所示的本车位置信息表示从本车位置检测装置110输入的信息,静态行驶路边界信息表示从地图数据库120输入的信息,行动计划信息表示从导航系统输入的信息。

[0040] 接着,对静态行驶路径生成部182的功能进行说明。静态行驶路径生成部182生成

基于地图信息的本车辆的行驶路径作为静态行驶路径。静态行驶路径是反映了存储在地图信息中的道路形状以及道路宽度的本车辆的理想的行驶路径。

[0041] 如图2所示,从本车道边界生成部181向静态行驶路径生成部182输入本车道边界的信息。例如,静态行驶路径生成部182基于本车道边界的信息或车道信息,生成本车辆在地图上的行驶路上行驶时施加给本车辆的横向加速度的变化最小的行驶路径、作为静态行驶路径。在本车辆沿着静态行驶路径行驶的情况下,施加给本车辆的横向加速度的变化最小。即,静态行驶路径是稳定且本车辆能够行驶的行驶路径。由静态行驶路径生成部182生成的静态行驶路径的信息被输出给动态行驶路径生成部184和路径结合部185。

[0042] 另外,作为静态行驶路径的一例,列举了本车辆在地图上的行驶路上行驶时本车辆的横向加速度的变化最小的行驶路径,但静态行驶路径不限于此。静态行驶路径只要是稳定且本车辆能够行驶的行驶路径即可。静态行驶路径生成部182也可以使用能够稳定行驶的其他指标来生成静态行驶路径。静态行驶路径也可以是曲率变化最小的行驶路径。另外,横向加速度的变化或曲率变化不限于最小,例如静态行驶路径也可以是横向加速度的变化为预先设定的阈值以下、或曲率变化为阈值以下的行驶路径。另外,静态行驶路径不需要使用在上述例子中列举的其他指标来生成,例如,静态行驶路径生成部182也可以基于地图上的车道信息生成沿着地图上的车道中心线的路径作为静态行驶路径。该情况下,静态行驶路径是例如可不考虑本车辆的横向加速度的变化等的行驶路径。

[0043] 另外,静态行驶路径生成部182也可以根据本车辆的行驶场景选择静态行驶路边界的信息,并基于所选择的静态行驶路边界的信息生成静态行驶路径。例如,在本车辆在直行路上行驶的场景中,静态行驶路径生成部182也可以选择包含本车辆当前行驶的车道的信息的静态行驶路边界的信息,并基于所选择的静态行驶路边界的信息生成直行路上的静态行驶路径。另外,例如本车辆在分支路中从当前行驶中的主路脱离而在支路上行驶的场景中,静态行驶路径生成部182可以以除了本车辆当前行驶的车道以外,还包含比分支路更前方的支路的信息的方式选择静态行驶路边界的信息,并基于所选择的静态行驶路边界的信息生成从通过分支路之前到通过分支路之后为止的静态行驶路径。另外,在本车辆在交叉路口等右转或左转的场景中,静态行驶路径生成部182也可以以除了本车辆当前行驶的车道以外,还包含右转后或左转后的车道的信息的方式选择静态行驶路边界的信息,并基于所选择的静态行驶路边界的信息,生成从在交叉路口右转或左转之前到在该交叉路口右转或左转之后为止的静态行驶路径。

[0044] 图3是用于说明静态行驶路径的图。在图3中,1表示相对于本车辆的行进方向位于左侧的静态行驶路边界,2表示相对于本车辆的行进方向位于右侧的静态行驶路边界,3表示由静态行驶路径生成部182生成的静态行驶路径。

[0045] 使用图3说明静态行驶路径的生成方法。首先,静态行驶路径生成部182根据从本车道边界生成部181输入的本车道边界的信息识别左侧的静态行驶路边界1和右侧的静态行驶路边界2。静态行驶路边界1和静态行驶路边界2是反映存储在地图信息中的道路形状和道路宽度的行驶路边界。即,静态行驶路边界1和静态行驶路边界2是被规定为地图信息的行驶路边界。

[0046] 接着,静态行驶路径生成部182设定静态行驶路径的路径长度。例如,静态行驶路径生成部182以在本车辆行驶的道路中至少包含2处拐角的方式设定静态行驶路径的路径

长度。另外,例如静态行驶路径生成部182以包含拐角后方的规定距离以上的直线区间的方式设定静态行驶路径的路径长度。另外,直线区间是指曲率在预先设定的阈值以下且在预先设定的距离以上的直线路的区间。另外,在图3的例子中,静态行驶路径生成部182将静态行驶路径3的路径长度设定为约240m。

[0047] 静态行驶路径生成部182使用例如二次凸函数即评价函数和牛顿法来生成静态行驶路径。静态行驶路径生成部182将满足下述式(1)及式(2)的评价函数作为静态行驶路径。

$$[0048] \quad J = \frac{1}{2} a_s \left(\sum_i (u(i) - y_{sl})^2 + \sum_i (u(i) - y_{sr})^2 \right) + \frac{1}{2} k_\rho \sum_i (\rho(u(i)))^2 \quad (1)$$

$$[0049] \quad \frac{\partial J}{\partial u} = 0 \quad (2)$$

[0050] 其中,上述式(1)及式(2)中,J表示评价函数(静态行驶路径), $u(i)$ 表示自各地点的行驶路中心线起的本车辆的移动距离。另外, a_s 表示静态行驶路边界对静态行驶路径的影响的大小的加权系数(例如, $a_s=1$), y_{sl} 表示左侧的静态行驶路边界与行驶路中心线之间的距离, y_{sr} 表示右侧的静态行驶路边界与行驶路中心线之间的距离。另外, k_ρ 表示缓和曲率的要素对后述的第一动态行驶路径赋予的影响的大小的加权系数。通过根据本车车速设为可变的值,能够根据车速设定允许的曲率。 ρ 表示曲率。

[0051] 静态行驶路径生成部182计算满足上述式(2)的 $u(i)$,并将计算出的 $u(i)$ 代入上述式(1)时的评价函数J作为静态行驶路径。

[0052] 另外,上述式(1)中的行驶路中心线是指沿着左右的静态行驶路边界的中心延伸的中心线。作为行驶路中心线的生成方法,例如,可以是这样的方法:针对左右的静态行驶路边界计算出势场(位能),通过使用牛顿法计算出在行驶路中心线上势能变为0V的起点,并且通过使用RK4(Runge-Kutta method;朗格-库塔法)搜索势能为0V的等高线。另外,行驶路中心线的生成方法是一个例子,也可以是其他方法。

[0053] 再次返回图2,对控制装置180实现的功能进行说明。对可行驶区域生成部183的功能进行说明。可行驶区域生成部183生成本车辆相对于本车辆的周边环境可行驶的区域作为可行驶区域。

[0054] 从测距传感器140向可行驶区域生成部183输入本车辆与对象物之间的相对距离、对象物相对于本车辆所在的方向、以及对象物相对于本车辆的相对速度的信息。另外,可行驶区域生成部183从摄像机150输入拍摄了存在于本车辆周边的对象物的拍摄图像的信息。可行驶区域生成部183基于输入的这些信息识别表示本车辆的行驶路与其以外的边界的动态行驶路边界。在以下的说明中,将从测距传感器140和摄像机150输入的各种信息称为动态行驶路边界的信息进行说明。换言之,可行驶区域生成部183从检测本车辆的周边环境的测距传感器140以及摄像机150获取动态行驶路边界的信息。另外,动态行驶路边界信息也可以是仅从测距传感器140输入的信息。

[0055] 动态行驶路边界由测距传感器140检测出的对象物和/或由摄像机150拍摄的对象物的信息构成。动态行驶路边界是与本车辆的周边环境对应的行驶路边界。作为动态行驶路边界例如可以列举:路面标识、道路构造物、障碍物。作为路面标识的动态行驶路边界,例如可以列举:车道边界线、中心线。另外,作为道路构造物的动态行驶路边界,例如可以列举:中央隔离带、护栏、路缘石、隧道或高速公路的侧壁。作为障碍物的动态行驶路边界,例

如可以列举:其他车辆、摩托车、自行车。

[0056] 可行驶区域生成部183可以根据动态行驶路边界的类型将动态行驶路边界区分为第一动态行驶路边界和第二动态行驶路边界。第一动态行驶路边界是指路面标识的动态行驶路边界。作为第一动态行驶路边界,例如可以列举:车道边界线、中心线等。另外,第二动态行驶路边界是指道路构造物和/或存在于本车辆周围的对象物(障碍物)的动态行驶路边界。作为第二动态行驶路边界,例如可以列举:中央隔离带、护栏、路缘石、其他车辆、摩托车、自行车等。

[0057] 可行驶区域生成部183基于动态行驶路边界信息生成本车辆的可行驶区域。例如,在由左右的车道边界线(白线)规定了本车辆行驶的车道的情况下,可行驶区域生成部183将左侧的白线以及右侧的白线识别为动态行驶路边界。然后,可行驶区域生成部183生成位于左侧的白线和右侧的白线之间的区域作为本车辆的可行驶区域。另外,在上述例子中,在相对于本车辆的行进方向在左侧前方存在停车车辆的情况下,可行驶区域生成部183将由测距传感器140检测出的停车车辆的侧面以及右侧的白线识别为动态行驶路边界。而且,可行驶区域生成部183生成除停车车辆占有的区域以外的区域、即本车辆可超越停车车辆的区域作为可行驶区域。这样,动态行驶路边界根据本车辆的周围环境而变化,这一点与静态行驶路边界有所不同。另外,由于动态行驶路边界是基于由检测范围有限的测距传感器140检测出的信息和/或由拍摄范围有限的摄像机150拍摄到的信息,因此,动态行驶路边界的信息限于存在于测距传感器140的检测范围内的行驶路边界的信息和/或存在于摄像机150的拍摄范围内的行驶路边界的信息。与此相对,由于静态行驶路边界是基于地图信息,因此,静态行驶路边界的信息也包括存在于测距传感器140的检测范围外和/或摄像机150的拍摄范围外的行驶路边界的信息。由可行驶区域生成部183生成的可行驶区域的信息被输出给动态行驶路径生成部184。

[0058] 接着,对动态行驶路径生成部184的功能进行说明。动态行驶路径生成部184生成与本车辆的周边环境对应的行驶路径作为动态行驶路径。动态行驶路径是与静态行驶路径不同的行驶路径,是反映了当前的本车辆的周边环境的行驶路径。另外,换言之,动态行驶路径是指用于对应本车辆的周边环境使产生的风险最小的行驶路径。作为这样的风险,例如可以列举:本车辆超出车道边界线行驶的风险、本车辆接近存在于道路上的障碍物的风险等。如图2所示,从静态行驶路径生成部182向动态行驶路径生成部184输入静态行驶路径的信息,从可行驶区域生成部183向动态行驶路径生成部184输入可行驶区域的信息。动态行驶路径生成部184使用输入的各种信息生成动态行驶路径,并将动态行驶路径的信息输出给路径结合部185。

[0059] 图4是用于说明为了生成动态行驶路径而使用的各种信息的图。图4所示的各种信息是在图3中本车辆在位置P行驶时输入到动态行驶路径生成部184的信息。图4所示的x轴和y轴对应于图3所示的x轴和y轴。在图4中,3a对应于图3所示的静态行驶路径3。静态行驶路径3a是静态行驶路径3被动态行驶路径生成部184修正后的路径。另外,在图4中,4及5表示规定本车辆行驶的车道的白线(第一动态行驶路边界),6及7表示路肩或护栏等道路构造物(第二动态行驶路边界),8表示停车车辆(第二动态行驶路边界)。另外,在图4中,动态行驶路边界4~8用由测距传感器140检测出的点数据显示,但数据的显示方式不限于点数据。另外,在图4中,表示的不是可行驶区域,而是动态行驶路边界本身,但动态行驶路径生成部

184也可以使用可行驶区域的信息来生成动态行驶路径。另外,关于静态行驶路径的修正将在后面叙述。

[0060] 对使用图4的例子所示的各种信息生成动态行驶路径的方法进行说明。首先,动态行驶路径生成部184根据从测距传感器140和摄像机150输入的信息识别动态行驶路边界4~动态行驶路边界8。动态行驶路边界4~动态行驶路边界8是表示本车辆在图3所示的位置P行驶时的本车辆的周边环境的信息。

[0061] 接着,动态行驶路径生成部184设定动态行驶路径的路径长度。在本实施方式中,动态行驶路径生成部184将动态行驶路径的路径长度设定为比图3所示的静态行驶路径的路径长度短。这是基于由于本车辆的周边环境随时间变化,所以图4所示的动态行驶路边界4~动态行驶路边界8随时间变化的观点。例如,动态行驶路径生成部184以使动态行驶路径的全部包含在测距传感器140的可检测范围和摄像机150的可拍摄范围中较小的范围内的方式、设定动态行驶路径的路径长度。在图4的例子中,动态行驶路径生成部184将动态行驶路径的路径长度设定为40m。

[0062] 动态行驶路径生成部184例如使用二次凸函数即评价函数和牛顿法来生成动态行驶路径。动态行驶路径生成部184将满足下述式(3)及式(4)的评价函数作为动态行驶路径。

$$J = \frac{1}{2} a_s ((\sum_i (u(i) - y_{sl})^2 + \sum_i (u(i) - y_{sr})^2)) + \frac{1}{2} a_h ((\sum_i (u(i) - y_{hl})^2 + \sum_i (u(i) - y_{hr})^2)) + \frac{1}{2} a_{lp} \sum_i (u(i) - y_{lp})^2 + \frac{1}{2} k_p \sum_i (\rho(u(i)))^2 \quad (3)$$

$$\frac{\partial J}{\partial u} = 0 \quad (4)$$

[0065] 其中,在上述式(3)及式(4)中,J表示评价函数(动态行驶路径), $u(i)$ 表示自各地点的行驶路中心线起的本车辆的移动距离。另外, a_s 表示第一动态行驶路边界对动态行驶路径的影响的大小的加权系数(例如, $a_s=1$), y_{sl} 表示左侧的第一动态行驶路边界与行驶路中心线之间的距离, y_{sr} 表示右侧的第一动态行驶路边界与行驶路中心线之间的距离。另外, a_h 表示第二动态行驶路边界对动态行驶路径的影响的大小的加权系数(例如, $a_h=10$), y_{hl} 表示左侧的第二动态行驶路边界与行驶路中心线之间的距离, y_{hr} 表示右侧的第二动态行驶路边界与行驶路中心线之间的距离。另外, a_{lp} 表示静态行驶路径对动态行驶路径产生的影响的大小的加权系数(例如, $a_{lp}=0.1$), y_{lp} 表示行驶路中心线与静态行驶路径之间的距离。另外, k_p 表示缓和曲率的要素对第一动态行驶路径赋予的影响的大小的加权系数。通过根据本车车速设为可变的值,能够根据车速设定允许的曲率。 ρ 表示曲率。

[0066] 另外,在上述式(3)及式(4)中,加权系数 a_s 、加权系数 a_h 、加权系数 a_{lp} 由控制装置180预先设定成满足“加权系数 $a_h >$ 加权系数 $a_s >$ 加权系数 a_{lp} ”的关系性。

[0067] 动态行驶路径生成部184计算满足上述式(4)的 $u(i)$,并将计算出的 $u(i)$ 代入上述式(3)时的评价函数J作为动态行驶路径。另外,关于行驶路中心线的生成方法引用已述的说明。

[0068] 再次返回图2,对控制装置180实现的功能进行说明。对路径结合部185的功能进行说明。路径结合部185通过结合动态行驶路径和静态行驶路径生成本车辆的目标行驶路径。本车辆的目标行驶路径是用于使本车辆与周边环境对应地顺畅地行驶的行驶路径。目标行驶路径是从本车辆的当前位置沿着动态行驶路径延伸并在动态行驶路径的终点以后沿着

静态行驶路径延伸的行驶路径。换言之,目标行驶路径是组合了动态行驶路径和静态行驶路径的行驶路径。

[0069] 如图2所示,路径结合部185从静态行驶路径生成部182输入静态行驶路径的信息,从动态行驶路径生成部184输入动态行驶路径的信息。路径结合部185以使动态行驶路径的终点(也称为动态行驶路径的终端)位于静态行驶路径上的方式对静态行驶路径和动态行驶路径进行结合。由路径结合部185结合的路径(目标行驶路径)被输出给路径追随部186。

[0070] 图5是用于说明静态行驶路径和动态行驶路径的结合方法的图。在图5中,3a对应于图3所示的静态行驶路径3。静态行驶路径3a是静态行驶路径3由路径结合部185修正后的路径。另外,在图5中,10表示动态行驶路径,11表示停车车辆(障碍物)。另外,静态行驶路径的修正将在后面叙述。

[0071] 如图5所示,路径结合部185以使动态行驶路径10的终点10a位于静态行驶路径3a上的方式对动态行驶路径10和静态行驶路径3a进行结合。由此,生成使用于回避障碍物11的动态行驶路径10与用于本车辆在弯道上顺畅地行驶的静态行驶路径3a组合的目标行驶路径。

[0072] 返回图2,对路径追随部186的功能进行说明。路径追随部186通过控制驱动机构170而执行自动进行本车辆的行驶的全部或一部分的自动驾驶控制,使得本车辆在目标行驶路径上行驶。路径追随部186计算出用于追随目标路径的控制指令值,并将控制指令值输出给驱动机构170。作为控制指令值,例如可以列举用于控制本车辆的转向角的指令值、即转向角指令值。另外,路径追随部186也可以执行在本发明申请时已知的路径追随处理(例如,反馈控制)。

[0073] 图6是用于说明控制指令值的计算方法的一例的图。在图6中,12表示目标行驶路径,13表示由前方注视模型设定的目标行驶路径上的注视点 (x_{front}, y_e) ,14表示与原点0以及注视点13相接的圆。图6所示的x轴和y轴对应于图3所示的x轴和y轴。另外,前方注视模型是对驾驶员驾驶时注视的前方地点进行建模而得到的模型,是预先设定的模型。另外,在图6的例子中,本车辆V位于原点0。

[0074] 例如,路径追随部186为了沿着目标行驶路径12行驶而使用下述式(7)计算圆14的曲率。然后,路径追随部186基于图6所示的圆14的曲率计算用于使本车辆沿着目标行驶路径12行驶的转向角指令值。

$$[0075] \quad \rho = \frac{2y_e}{x_{front}^2 + y_e^2} \quad (7)$$

[0076] 其中,上述式(7)中, ρ 表示圆14的曲率, x_{front} 表示注视点13的x轴坐标, y_e 表示注视点13的y轴坐标。

[0077] 接着,使用图7对各处理中的处理器的运算周期以及运算负荷进行说明。图7是用于说明控制装置180的各处理中的处理器的运算周期及运算负荷的图。图7与图2对应,因此,关于图7所示的各块的功能的说明援用已述的说明。

[0078] 如图7所示,处理器的运算周期(也称为运算处理时间)根据控制装置180的块分为高速、中速、和低速三个。具体地,静态行驶路径生成处理中的处理器的运算周期比动态行驶路径生成处理中的处理器的运算周期以及控制指令值的计算处理中的处理器的运算周期长。另外,动态行驶路径的生成处理中的处理器的运算周期比控制指令值的计算处理中

的运算周期长。

[0079] 另外,如图7所示,处理器的运算负荷根据控制装置180的块分为高负荷、中负荷、和低负荷三个。具体地,静态行驶路径的生成处理中的处理器的运算负荷比动态行驶路径的生成处理中的处理器的运算负荷以及控制指令值的计算处理中的处理器的运算负荷高。另外,动态行驶路径的生成处理中的处理器的运算负荷比控制指令值的计算处理中的处理器的运算负荷高。

[0080] 处理器以低速的运算周期对与静态行驶路径有关的块(本车道边界生成部181以及静态行驶路径生成部182)执行处理。在反映更新频率低的地图信息的同时,比较长的路径长度的静态行驶路径优选降低更新频率。处理器例如以2Hz的运算周期执行与静态行驶路径有关的处理。另一方面,各处理中需要地图信息这样的庞大的数据,因此,处理器的运算负荷变高。

[0081] 另外,如图7所示,处理器以中速的运算周期对与动态行驶路径相关的块(可行驶区域生成部183、动态行驶路径生成部184、以及路径结合部185)执行处理。需要根据本车辆的周边环境进行更新,且比较短的路径长度的动态行驶路径优选稍微提高更新频率。处理器例如以10Hz的运算周期执行与动态行驶路径有关的处理。另一方面,在各处理中需要测距传感器140的检测结果以及摄像机150的拍摄图像这样的稍大的数据,因此,处理器的运算负荷稍高。

[0082] 另外,如图7所示,处理器以高速的运算周期对与路径追随有关的块(路径追随部186)执行处理。需要反馈控制的路径追随处理优选提高更新频率。处理器例如以100Hz的运算周期执行与路径追随有关的处理。另一方面,在各处理中,如前方注视模型那样用比较小的数据就足够,因此,处理器的运算负荷变小。

[0083] 这样,在本实施方式中,通过将运算负荷对应的运算周期分配给各块,能够防止例如运算负荷高的静态行驶路径以高频率被更新,能够降低控制装置180整体的运算负荷。

[0084] 接着,使用图8A和图8B说明动态行驶路径生成部184和路径结合部185执行的针对静态行驶路径的修正处理。另外,在以后的说明中,路径结合部185也可以执行同样的处理。图8A表示用于说明对静态行驶路径的修正处理的块图,图8B表示图8A所示的各块中的静态行驶路径。

[0085] 动态行驶路径生成部184通过将在生成动态行驶路径的周期期间本车辆移动的移动距离反映到静态行驶路径中,来修正静态行驶路径。具体而言,首先动态行驶路径生成部184基于地图信息以及测距传感器140的检测结果推定地图上的本车辆的位置。然后,如图8A所示,动态行驶路径生成部184基于推定出的地图上的本车辆的位置,执行将规定静态行驶路径的坐标从以本车辆的位置为中心的坐标系变换为以地图上的位置为中心的坐标系的坐标变换处理。以本车辆的位置为中心的坐标系也被称为车辆坐标系。另外,以地图上的位置为中心的坐标系也被称为静止坐标系。

[0086] 在图8A中,从车辆坐标系向静止坐标系的坐标变换对应于坐标变换A。在图8B中,用静态行驶路径R0表示以车辆坐标系规定且以静态行驶路径的生成处理中的处理器的运算周期(低速)更新的静态行驶路径。

[0087] 动态行驶路径生成部184对静态行驶路径执行从车辆坐标系向静止坐标系的坐标变换处理,在以后的处理中,以动态生成处理中的处理器的运算周期(中速)处理静态行驶

路径。由此,静态行驶路径的更新频率从静态行驶路径的生成处理中的处理器的运算周期(低速)变更为动态行驶路径的生成处理中的处理器的运算周期(中速)。在图8B中,用静态行驶路径R1表示以静止坐标系规定且以动态行驶路径的生成处理中的处理器的运算周期更新的静态行驶路径。

[0088] 动态行驶路径生成部184基于推定出的地图上的本车辆的位置执行将规定静态行驶路径的坐标从静止坐标系变换为车辆坐标系的坐标变换处理。在图8B中,用静态行驶路径R2表示以车辆坐标系规定且以动态行驶路径的生成处理中的处理器的运算周期更新的静态行驶路径。静态行驶路径R是相对于静态行驶路径R0反映了本车辆的移动距离量的行驶路径。

[0089] 接着,说明用于辅助本车辆行驶的控制处理。图9是表示本实施方式的控制处理的流程的块图。另外,以下说明的行驶控制处理由控制装置180执行。另外,以下说明的行驶控制处理在点火开关或电源开关接通的情况下开始,在点火开关或电源开关断开之前以规定的周期(例如每10毫秒)反复执行。另外,图9所示的各步骤中的处理器的运算周期满足图7所示的各块中的处理器的运算周期的关系性。

[0090] 在步骤S1中,控制装置180生成本车道边界。例如,控制装置180从本车位置检测装置110获取当前的本车辆的位置信息,从地图数据库120获取静态行驶路边界的信息,从导航系统获取行动计划的信息。控制装置180基于输入的这些信息生成表示本车道与其以外的边界的本车道边界。

[0091] 在步骤S2中,控制装置180基于在步骤S1中生成的本车道边界的信息生成静态行驶路径。首先,控制装置180设定静态行驶路径的路径长度。例如,控制装置180以在本车辆行驶的道路中至少包含2处拐角的方式设定静态行驶路径的路径长度。另外,例如,控制装置180以包含规定距离以上的直线区间的方式设定静态行驶路径的路径长度。接着,控制装置180生成例如车辆在地图上的行驶路上行驶时施加在本车辆上的横向加速度的变化最小的行驶路径作为静态行驶路径。例如,控制装置180使用二次凸函数即评价函数和牛顿法来生成静态行驶路径。

[0092] 在步骤S3中,控制装置180生成可行驶区域。例如,控制装置180从测距传感器140和摄像机150获取动态行驶路边界的信息,识别动态行驶路边界。控制装置180生成由动态行驶路边界规定的区域的本车辆可行驶的区域作为可行驶区域。

[0093] 在步骤S4中,控制装置180生成动态行驶路径。控制装置180基于步骤S2中生成的静态行驶路径和步骤S3中生成的可行驶区域,生成与本车辆的周边环境对应的行驶路径作为动态行驶路径。另外,控制装置180对更新频率不同的静态行驶路径执行修正处理,并利用修正后的静态行驶路径生成动态行驶路径。

[0094] 在步骤S5中,控制装置180通过结合动态行驶路径和静态行驶路径来生成目标行驶路径。控制装置180基于步骤S2中生成的静态行驶路径和步骤S4中生成的动态行驶路径,生成由动态行驶路径和静态行驶路径构成的目标行驶路径。控制装置180以使动态行驶路径的终点位于静态行驶路径上的方式结合动态行驶路径和静态行驶路径。

[0095] 在步骤S6中,控制装置180生成用于使本车辆沿着目标行驶路径行驶的控制指令值。控制装置180基于步骤S5中生成的目标行驶路径生成控制指令值(例如,转向角指令值)。由控制装置180生成控制指令值后,控制装置180结束图9所示的控制处理。

[0096] 如上所述,在本实施方式中,控制装置180从存储地图信息的地图数据库120获取本车辆的行驶路与该行驶路以外的边界即静态行驶路边界的信息,从检测本车辆的周边状况的测距传感器140以及摄像机150获取与静态行驶路边界不同的动态行驶路边界的信息。然后,控制装置180基于静态行驶路边界的信息生成静态行驶路径作为本车辆可行驶的行驶路,并基于静态行驶路径和动态行驶路边界的信息,以比静态行驶路径短的行驶路生成动态行驶路径作为与本车辆的周边环境对应的行驶路。控制装置180使本车辆沿着包含静态行驶路径和动态行驶路径的目标行驶路径行驶。由于动态行驶路径是基于与本车辆的周边环境对应且用于使本车辆顺畅行驶的静态行驶路径,因此,能够建立兼顾对应周边环境和顺畅行驶的行驶计划。

[0097] 另外,在本实施方式中,静态行驶路边界的信息还包含远离本车辆的较远位置的信息,因此,具有能够用于生成考虑了接下来的行驶状况的长期顺畅的路径的优点。另一方面,静态行驶路边界的信息不包含动态周围状况的信息,不适于与周边的动态环境对应的行驶。因此,为了补充动态的周围状况,在本实施方式中,基于动态行驶路边界的信息生成与本车辆的周边环境对应的动态行驶路径。另外,若仅使用动态行驶路边界的信息来生成路径,则会生成变化尖锐的路径,若本车辆在该路径上行驶,则有可能给本车辆的乘员带来不适感。因此,在本实施方式中,为了抑制给乘员带来的不适感,不限于动态行驶路边界的信息,还使用具有顺畅性特征的静态行驶路径生成动态行驶路径。由此,实现仅根据静态行驶路边界的信息使用的行驶路径中难以实现的、与周边的动态环境对应的行驶。

[0098] 另外,在本实施方式中,动态行驶路边界的信息包含动态的周围状况的信息,生成基于动态行驶路边界的信息的行驶路径,通过在该行驶路径上行驶,能够进行与周边的动态环境对应的行驶。但是,动态行驶路边界的信息受限于本车辆的传感器的检测范围,所以对于获取远离本车辆的位置的信息并生成考虑了远离本车辆的位置的状况的行驶路径是不合适的。但是,在本实施方式中,不仅考虑动态行驶路边界,还考虑使用包含检测动态行驶路边界的传感器的检测范围外的信息的静态行驶路边界的信息生成的静态行驶路径。由此,在本实施方式中,能够生成考虑了传感器的检测范围外的状况、即远离本车辆的位置的状况的行驶路径。

[0099] 另外,在本实施方式中,生成比静态行驶路径短的动态行驶路径。通过生成长期的行驶路径,能够用于生成考虑了接下来的行驶状况的长期顺畅的路径。但是,其优点的另一面是由于运算长期的路径使得运算负荷较高。另外,基于动态行驶路边界的信息运算与静态行驶路径相同的路径长度的行驶路径的运算负荷也高。因此,在本实施方式中,通过生成比静态行驶路径短的动态行驶路径,能够抑制用于运算动态行驶路径的运算负荷。

[0100] 另外,在本实施方式中,静态行驶路边界的信息包含检测动态行驶路边界的传感器的检测范围外的信息,并使用检测动态行驶路边界的传感器的检测范围外的信息生成静态行驶路径。一般情况下,使用存储在存储器中的数据或已经存储在云中的数据来生成使用了静态行驶路边界的信息的静态道路。因此,也能够稳定地获取传感器的检测范围外的信息,能够生成长期的静态行驶路径。另一方面,由于动态行驶路边界的信息是基于由传感器检测到的信息,因此被限制为传感器的检测范围内的信息。但是,动态行驶路边界的信息是本车辆附近的信息,也包含静态行驶路边界的信息中没有的信息(例如,动态物体信息),因此,通过获取动态行驶路边界的信息并基于动态行驶路边界信息生成动态行驶路径,能

够进行与周边环境一致的对应。

[0101] 另外,在本实施方式中,静态行驶路边界的信息包含本车辆行驶的车道的信息和与该车道不同的本车辆预定行驶的车道的信息,使用本车辆行驶的车道的信息和与该车道不同的本车辆预定行驶的车道的信息来生成静态行驶路径。由此,例如,能够在本车辆在合流车道进行合流的情况下或本车辆左右转弯的情况下,不仅考虑本车辆当前行驶的车道的状况,还考虑此后行驶的合流目的地的车道或左右转弯的目的地的车道的状况生成静态行驶路径,因此,能够生成更顺畅的行驶路径。

[0102] 另外,在本实施方式中,控制装置180计算出用于使本车辆沿着目标行驶路径行驶的控制指令值,并基于控制指令值来控制本车辆。由此,能够使本车辆与周边环境对应地顺畅地行驶。

[0103] 进而,在本实施方式中,控制装置180通过以使动态行驶路径的终点位于静态行驶路径上的方式结合动态行驶路径和静态行驶路径来生成目标行驶路径。由此,即使组合基于不同的信息生成的行驶路径,也能够抑制在结合处产生曲率不连续点。其结果是,能够使本车辆沿着目标行驶路径顺畅地行驶。

[0104] 此外,在本实施方式中,静态行驶路径的生成处理中的处理器的运算周期比动态行驶路径的生成处理中的处理器的运算周期长。由此,能够对应动态变化的本车辆周围的状况,以较短的周期更新动态行驶路径,因此,能够使本车辆进行与周边环境对应的行驶。

[0105] 一般情况下,静态行驶路边界的信息动态变化的情况较少,作为信息是稳定的。因此,即使高频率地更新静态行驶路径,形状也不会发生大的变化。但是,由于在基于静态行驶路径和动态行驶路径控制本车辆的期间,本车辆也移动,因此,本车辆的位置从上次运算出静态行驶路径的位置发生了变化。因此,还需要生成以移动后的本车辆的位置(也称为新位置)为起点的静态行驶路径。这样,即使不以高频率运算静态行驶路径,也需要生成以移动后的本车辆的位置为起点的静态行驶路径,因此,在本实施方式中,静态行驶路径的生成处理中的处理器的运算周期比动态行驶路径的生成处理中的处理器的运算周期长。由此,能够抑制用于生成静态行驶路径的运算负荷,并且能够生成顺畅的静态行驶路径以及动态行驶路径。

[0106] 静态行驶路径的生成处理中的处理器的运算周期比控制指令值的计算处理中的处理器的运算周期长。由此,由于控制指令值的更新频率变高,所以能够提高对生成的行驶路径的追随性而执行追随控制。另外,从控制的稳定性的观点来看,能够提高追随控制的稳定性。静态行驶路径的生成处理中的处理器的运算周期比动态行驶路径的生成处理中的处理器的运算周期长,加上静态行驶路径的生成处理中的处理器的运算周期比控制指令值的计算处理中的处理器的运算周期长,也能够得到同样的效果。

[0107] 动态行驶路径的生成处理中的处理器的运算周期比控制指令值的计算处理中的处理器的运算周期长。由此,由于控制指令值的更新频率变高,所以能够提高对生成的行驶路径的追随性而执行追随控制。另外,从控制的稳定性的观点来看,能够提高追随控制的稳定性。静态行驶路径的生成处理中的处理器的运算周期比动态行驶路径的生成处理中的处理器的运算周期长,加上动态行驶路径的生成处理中的处理器的运算周期比控制指令值的计算处理中的处理器的运算周期长,也能够得到同样的效果。

[0108] 此外,在本实施方式中,控制装置180在动态行驶路径的生成处理中,通过将生

成动态行驶路径的周期期间本车辆移动的移动距离反映到静态行驶路径中,来修正静态行驶路径。由此,即使在静态行驶路径的更新频率比动态行驶路径的更新频率低的情况下,也能够基于与本车辆的当前位置对应的静态行驶路径的信息生成动态行驶路径。其结果是,能够提高沿着目标行驶路径的追随控制的稳定性。

[0109] 另外,在本实施方式中,控制装置180基于地图信息以及测距传感器140的检测结果推定地图上的本车辆的位置,在静态行驶路径的修正处理中,基于地图上的本车辆的位置执行将规定静态行驶路径的坐标从以本车辆的位置为中心的坐标系变换为以地图上的位置为中心的坐标系的坐标变换处理之后,以动态行驶路径的生成处理中的处理器的运算周期修正静态行驶路径。由于基于高精度的地图信息来执行静态行驶路径的修正处理,因此,能够提高静态行驶路径的修正精度。

[0110] 进而,在本实施方式中,控制装置180生成曲率变化为最小的行驶路作为静态行驶路径。由此,无论道路形状如何,都能够使本车辆顺畅地行驶。

[0111] 此外,在本实施方式中,静态行驶路径的路径长度比动态行驶路径的路径长度长。由此,即使在例如测距传感器140不能检测的范围内,也能够建立用于使本车辆顺畅地行驶的行驶计划。

[0112] 另外,在本实施方式中,控制装置180以至少包含2处拐角的方式设定静态行驶路径的路径长度。由此,由于静态行驶路径中包含拐角的起点和终点,所以能够抑制在拐角的起点和终点产生曲率不连续点。其结果是,能够使本车辆沿着目标行驶路径顺畅地行驶。

[0113] 进而,在本实施方式中,控制装置180以包含拐角后方的规定距离以上的直线路的区间的方式设定静态行驶路径的路径长度。由此,能够抑制在从拐角到直线路之间的区间中产生曲率不连续点。其结果是,能够使本车辆沿着目标行驶路径顺畅地行驶。

[0114] 此外,在本实施方式中,控制装置180以使动态行驶路径包含在测距传感器140的检测范围内的方式设定动态行驶路径的路径长度。由此,在生成动态行驶路径时,能够使用测距传感器140的检测结果。其结果是,能够生成与本车辆的周边环境对应的动态行驶路径。

[0115] 另外,在本实施方式中,控制装置180将路面标识即动态行驶路边界识别为第一动态行驶路边界,将存在于本车辆周边的障碍物即动态行驶路边界识别为第二动态行驶路边界。由此,例如在动态道路生成处理中,能够改变第一动态行驶路边界对动态行驶路径的影响程度和第二动态行驶路边界对动态行驶路径的影响程度。其结果是,例如能够生成比用于不超过白线的行驶更能反映用于回避障碍物的行驶的动态行驶路径。

[0116] 进而,在本实施方式中,控制装置180利用按照加权系数 a_h 、加权系数 a_s 以及加权系数 a_p 的顺序变小的关系性,生成动态行驶路径。由此,在存在障碍物的情况下,能够生成用于回避障碍物的动态行驶路径。另外,在不存在障碍物的情况下,能够生成用于不超过白线的动态行驶路径。另外,无论是否存在障碍物,都能够生成用于顺畅行驶的动态行驶路径。即,能够按照实际的本车辆的周边环境使本车辆行驶。

[0117] 另外,以上说明的实施方式是为了容易理解本发明而记载的内容,不是为了限定本发明而记载的内容。因此,上述实施方式所公开的各要素也包含属于本发明的技术范围的全部设计变更或等同物。

[0118] 例如,在上述实施方式中,举例说明了动态行驶路径生成部184和路径结合部185

执行静态行驶路径的修正处理(参照图8A和图8B)的情况,但例如路径追随部186也可以执行目标行驶路径的修正处理。即,控制装置180也可以通过将在控制指令值的计算处理中计算出控制指令值的周期期间本车辆移动的移动距离反映到目标行驶路径中来修正目标行驶路径。由此,即使在目标行驶路径的更新频率比控制指令值的更新频率低的情况下,也能够基于与本车辆的当前位置对应的目标行驶路径的信息来计算控制指令值。其结果是,能够提高沿着目标行驶路径的追随控制的稳定性。

[0119] 另外,控制装置180也可以基于地图信息以及测距传感器140的检测结果推定地图上的本车辆的位置,在目标行驶路径的修正处理中,基于地图上的本车辆的位置执行将规定目标行驶路径的坐标从以本车辆的位置为中心的坐标系变换为以地图上的位置为中心的坐标系的坐标变换处理之后,以控制指令值的计算处理中的处理器的运算周期修正目标行驶路径。由于是基于高精度的地图信息来执行目标行驶路径的修正处理,因此,能够提高目标行驶路径的修正精度。

[0120] 另外,例如在上述实施方式中,作为静态行驶路径的一例列举了本车辆的横向加速度的变化为规定值以下的路径进行了说明,但考虑了本车辆的横向加速度的路径不限于静态行驶路径。例如,动态行驶路径生成部184也可以基于动态行驶路边界的信息生成本车辆在地图上的行驶路上行驶时施加在本车辆上的横向加速度的变化最小的行驶路径作为动态行驶路径。由此,例如在本车辆的周围存在障碍物的情况下,能够顺畅地回避障碍物(例如,通过)。另外,本车辆在动态行驶路径和静态行驶路径的结合地点行驶时,能够抑制施加到本车辆的横向加速度,使本车辆的行驶能够从动态行驶路径向静态行驶路径顺畅地转移。同样,能够使本车辆的行驶从静态行驶路径向动态行驶路径顺畅地转移。其结果是,能够抑制因行驶路径的不同而给本车辆的乘员带来的不适感。

[0121] 符号说明

[0122] 100:行驶辅助装置

[0123] 110:本车位置检测装置

[0124] 120:地图数据库

[0125] 130:车速传感器

[0126] 140:测距传感器

[0127] 150:摄像机

[0128] 160:输入装置

[0129] 170:驱动机构

[0130] 180:控制装置(处理器)

[0131] 190:横摆率传感器

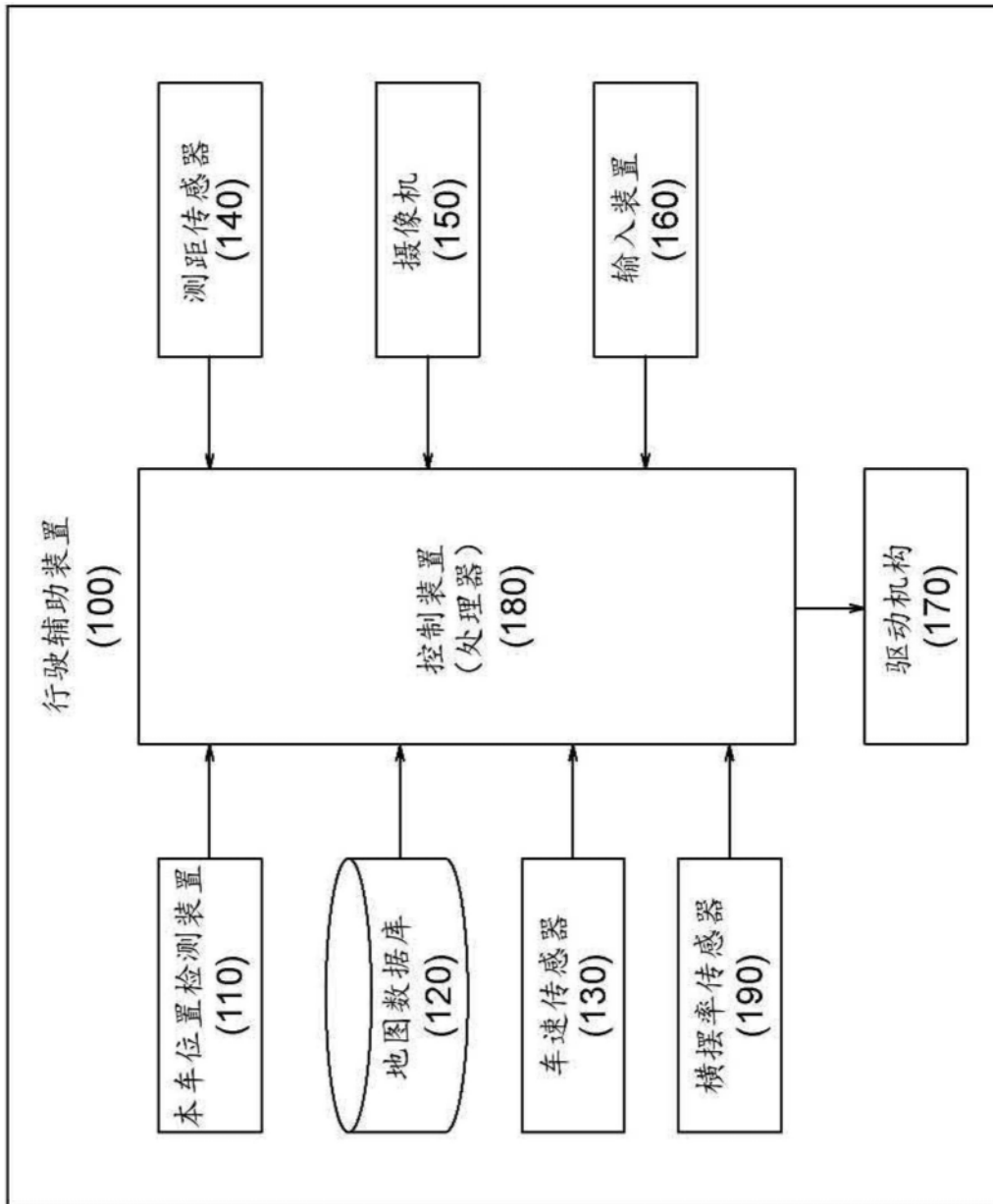


图1

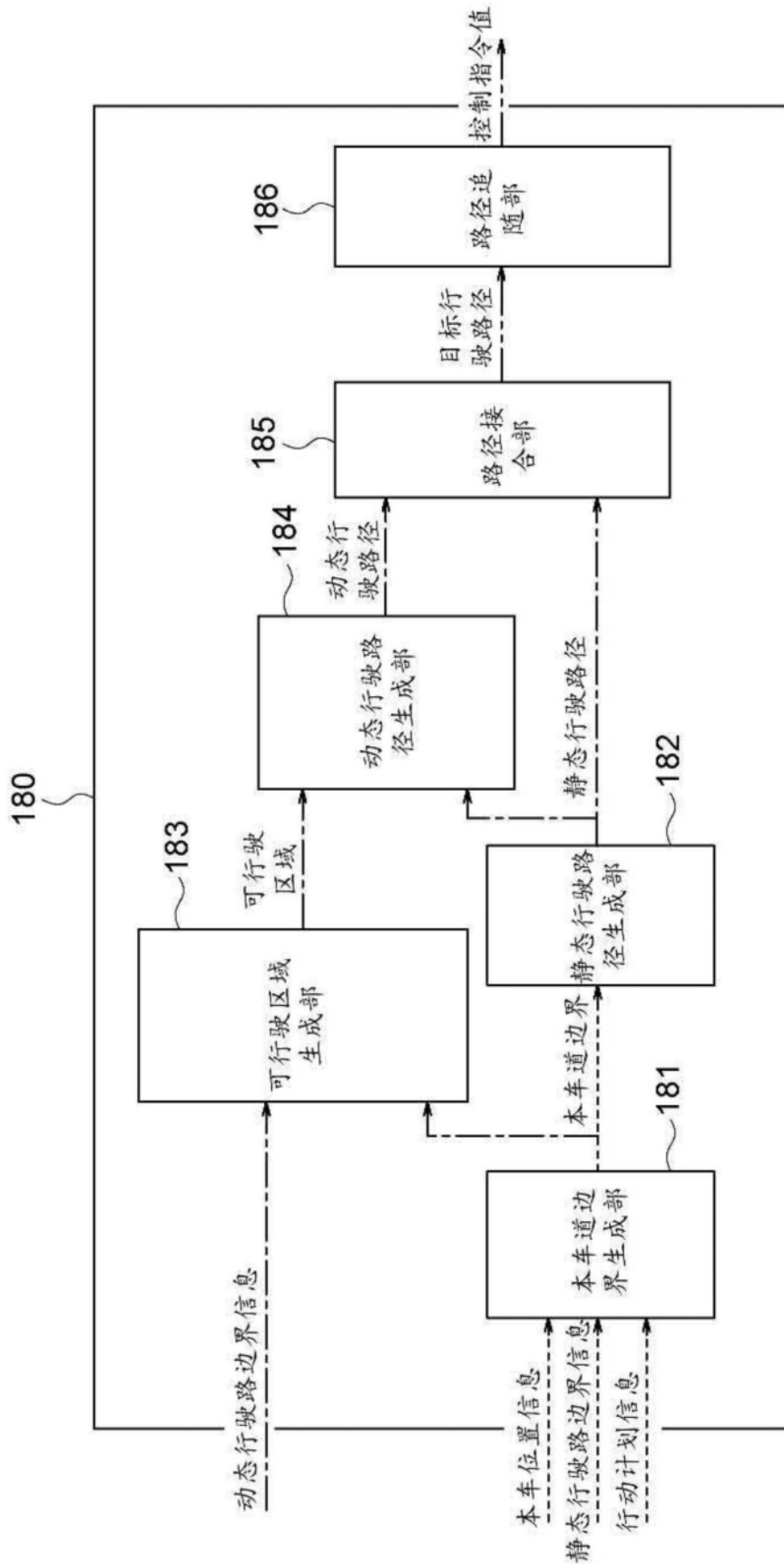


图2

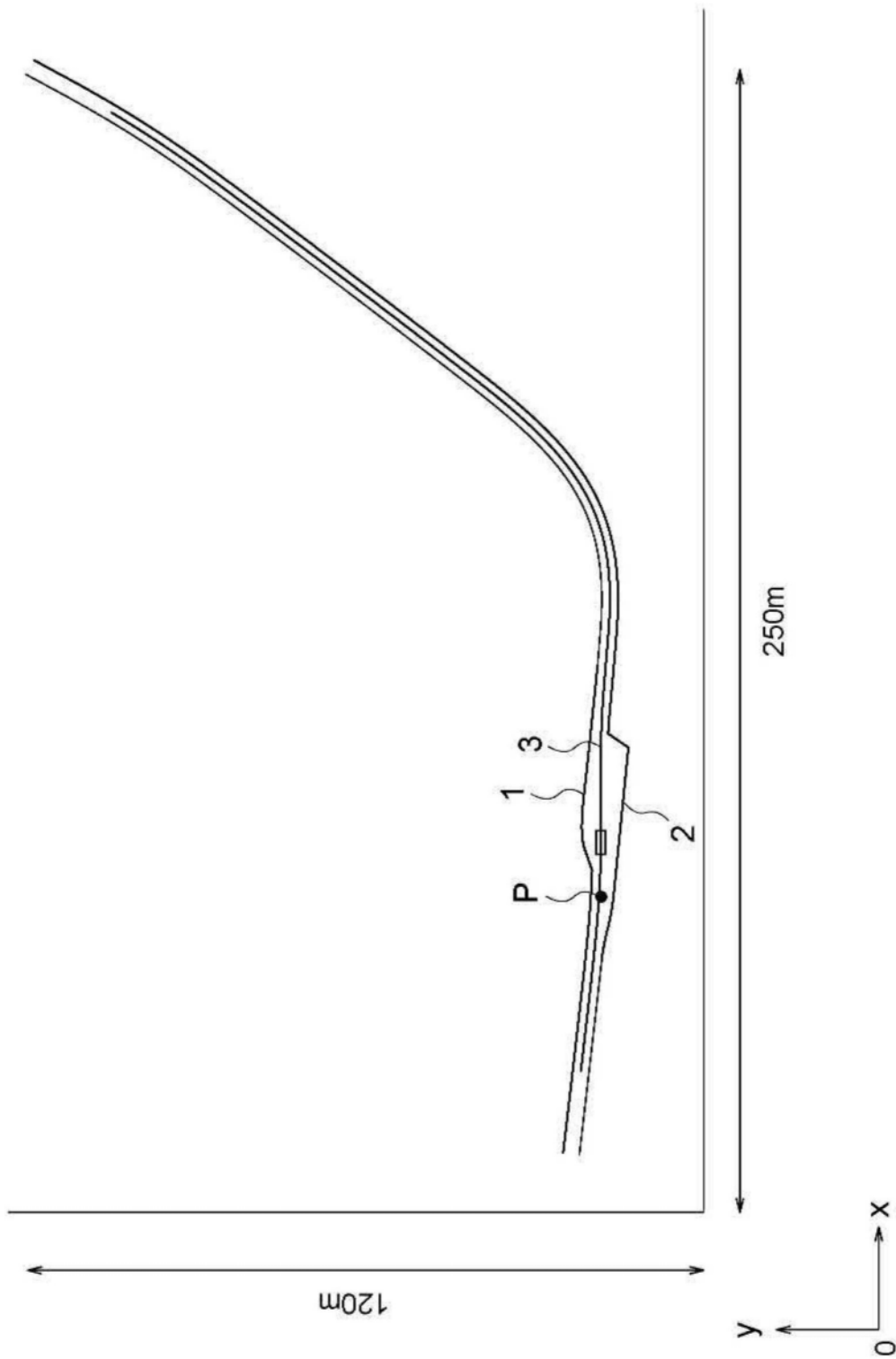


图3

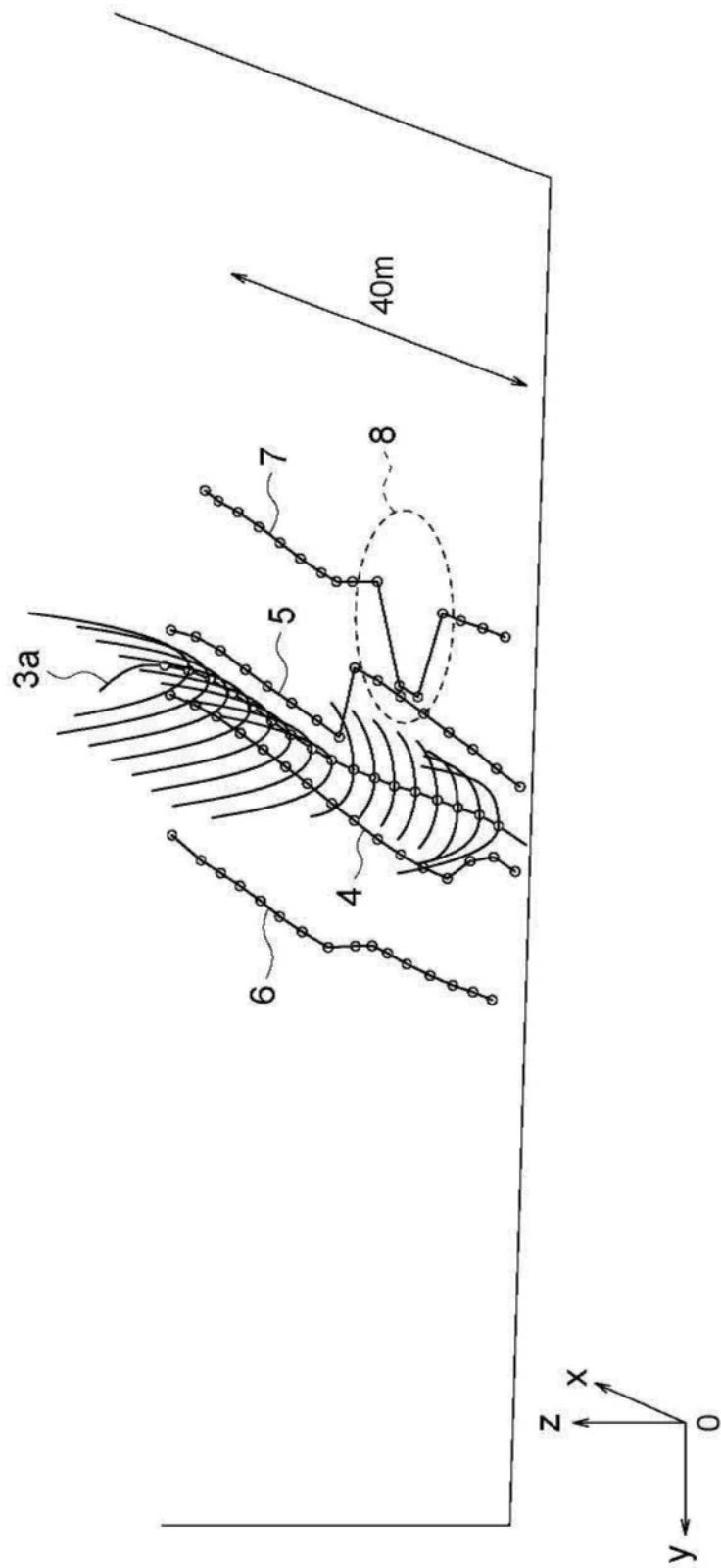


图4

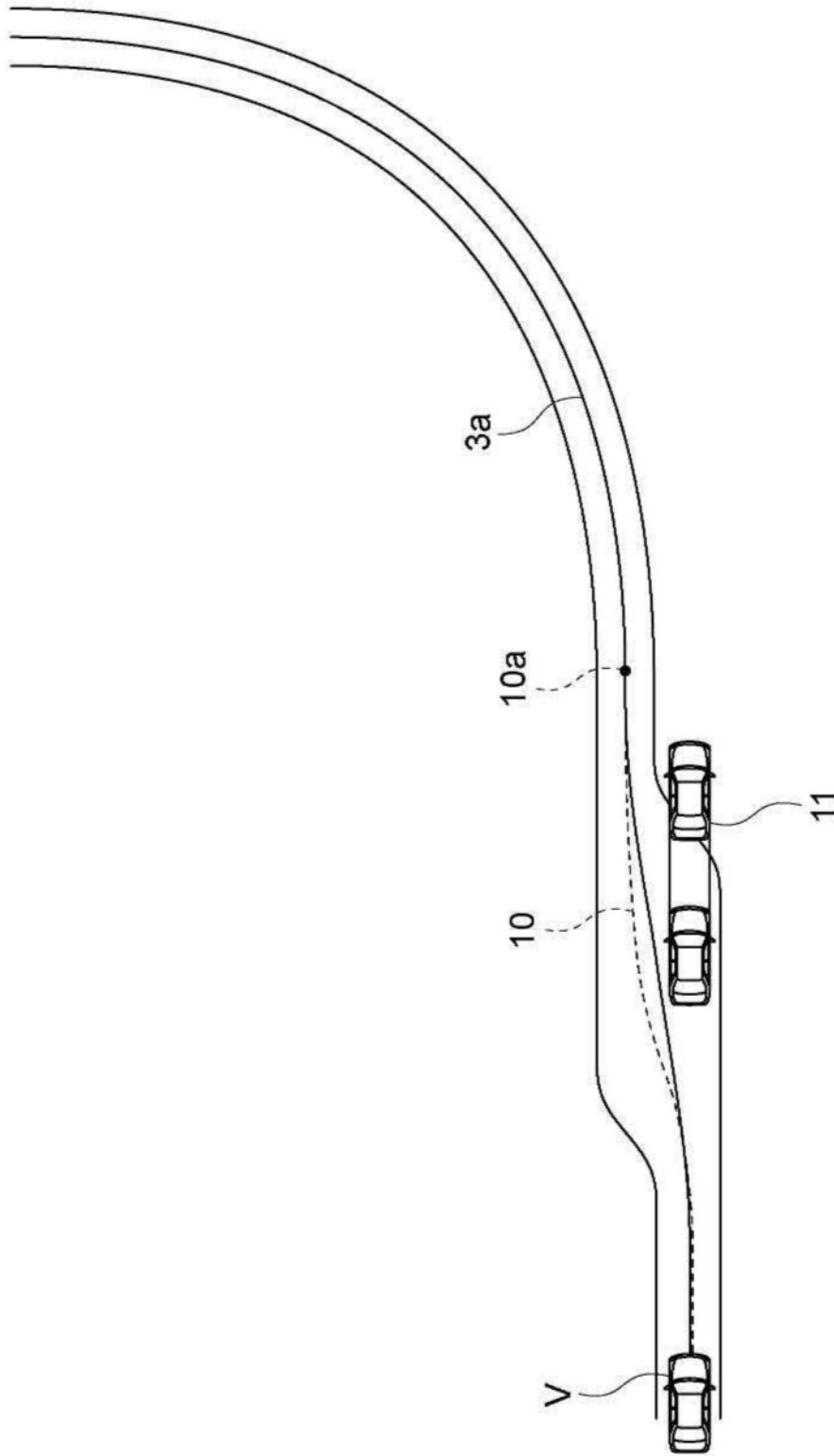


图5

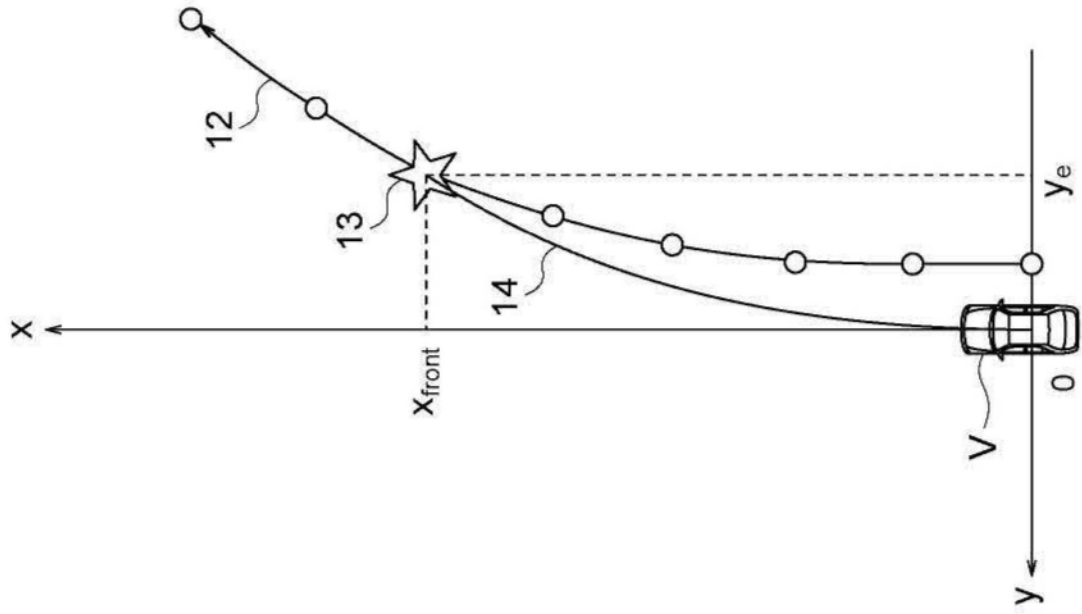


图6

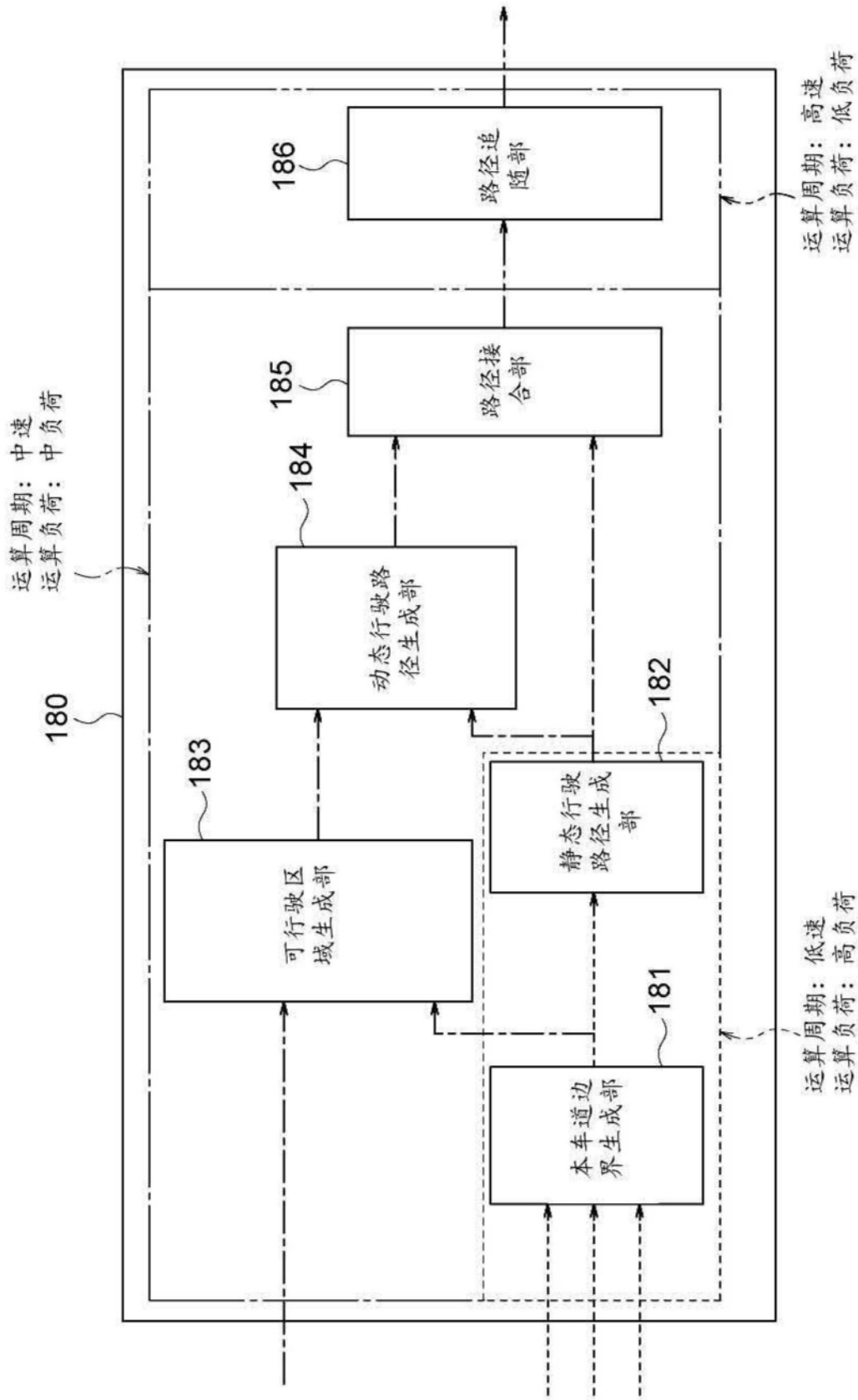


图7

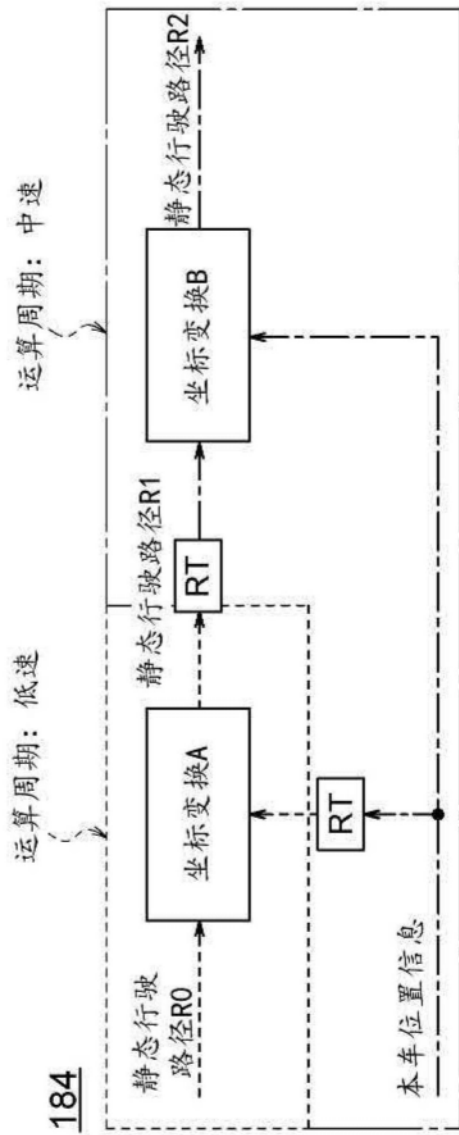


图8A

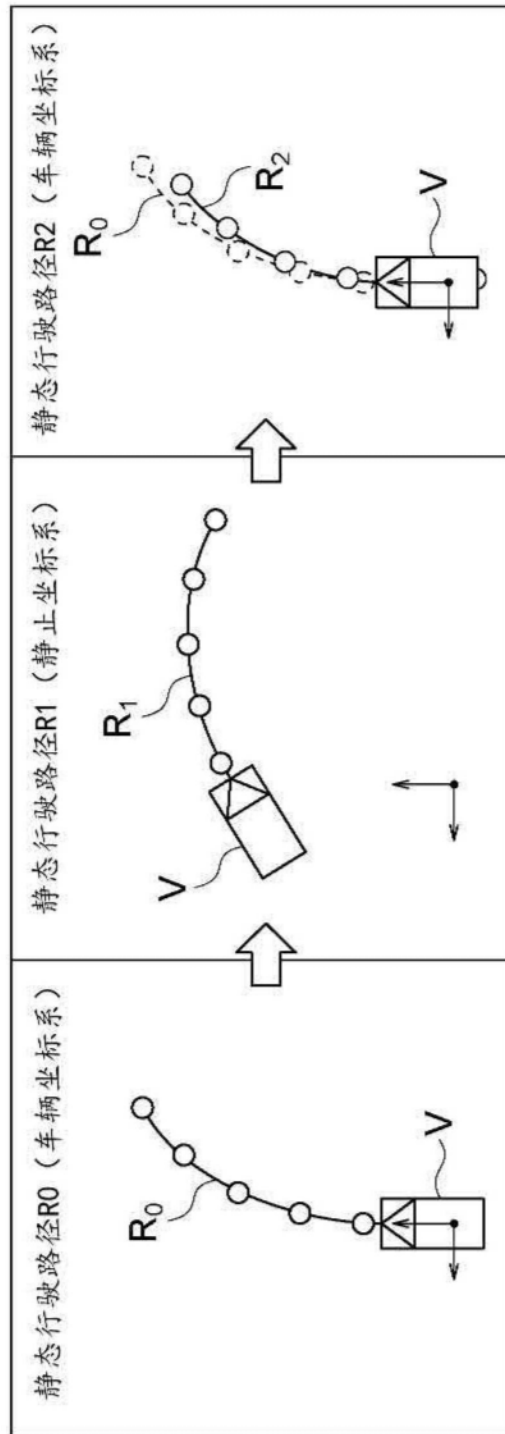


图8B

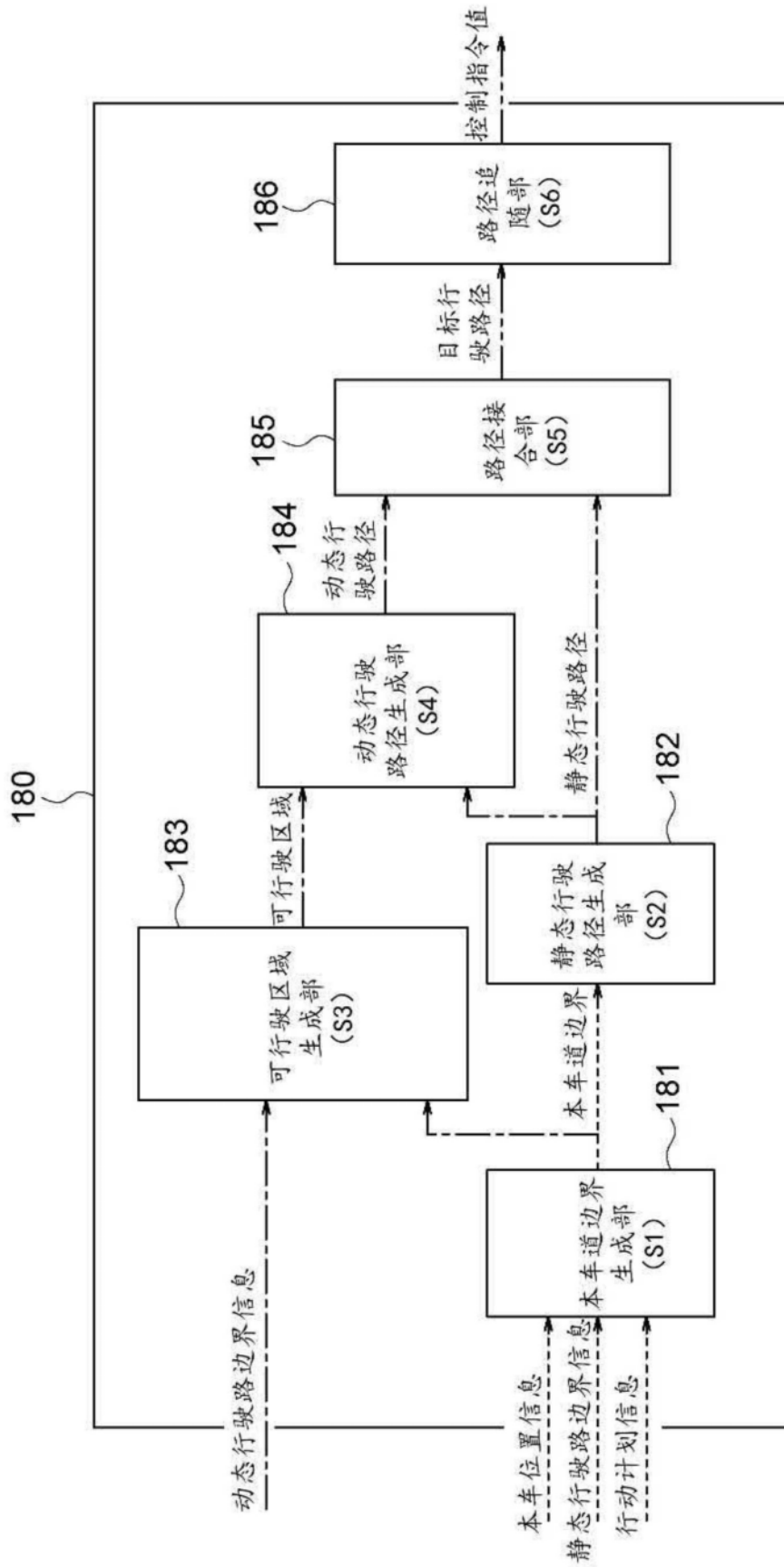


图9