(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106030433 B
(45)授权公告日 2019.01.01

(21)申请号 201580010921.9
(22)申请日 2015.03.03
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106030433 A
(43)申请公布日 2016.10.12
(30)优先权数据
2014-180464 2014.09.04 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.08.26
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2015/056263 2015.03.03
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2016/035356 JA 2016.03.10
(73)专利权人 日立建机株式会社
地址 日本东京都
(72)发明人 田中航 斋藤真二郎 板东干雄 一野濑昌则
(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所 11256
代理人 陈伟 王娟娟
(51)Int.Cl.
G05D 1/02(2006.01)
(56)对比文件
CN 102640198 A,2012.08.15,
CN 101542553 A,2009.09.23,
CN 101443831 A,2009.05.27,
JP 2000-330630 A,2000.11.30,
CN 102713986 A,2012.10.03,
审查员 左良军

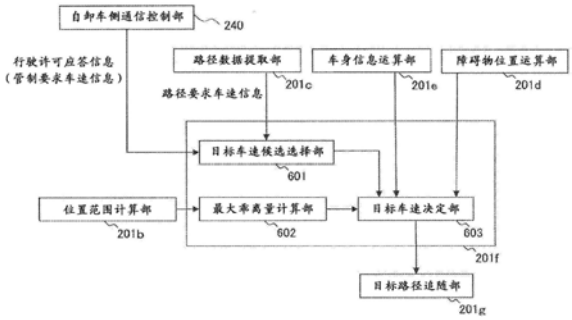
权利要求书2页 说明书11页 附图11页

(54)发明名称

搬运车辆及其行驶控制装置

(57)摘要

考虑从位置计算装置得出的自车位置的误差而进行行驶控制。具有:计算自车辆的预测位置的位置计算装置(220);以预测位置为中心,计算搬运车辆按照预先决定的期待概率而存在的位置范围的位置范围计算部(201b);计算最大乖离量的最大乖离量计算部(602),该最大乖离量由搬运车辆的目标路径与包含在位置范围内的各地点之间的乖离量中的最大值形成;目标车速决定部(603),在最大乖离量相对较大的情况下,将搬运车辆的目标车速决定为相对较小的车速;以及目标路径跟随部(201g),进行用于使搬运车辆按照目标车速、沿着目标路径行驶的控制。



CN 106030433 B

1.一种搬运车辆，其经由无线网路与进行运行管理的管制服务器连接，考虑来自所述管制服务器的指示而自律行驶，所述搬运车辆的特征在于，具有：

计算自车辆的预测位置的位置计算装置；

以所述预测位置为中心，计算所述搬运车辆按照预先决定的期待概率而存在的位置范围的位置范围计算部；

计算最大乖离量的最大乖离量计算部，该最大乖离量由所述搬运车辆的目标路径与包含在所述位置范围内的各地点之间的乖离量中的最大值形成；

目标车速决定部，在所述最大乖离量相对较大的情况下，将所述搬运车辆的目标车速决定为相对较小的车速；以及

目标路径跟随部，进行用于使所述搬运车辆按照所述目标车速、沿着所述目标路径行驶的控制。

2.根据权利要求1所述的搬运车辆，其特征在于，当在最低回归车速适用阈值以上且小于停止判断阈值的范围内含有所述最大乖离量的情况下，所述目标车速决定部决定使用所述最低回归车速来作为所述目标车速，其中，所述最低回归车速适用阈值为用于判断是否适用为了回归到所述目标路径而预先决定的最低回归车速的距离阈值，所述停止判断阈值为用于判断不能回归到所述目标路径且比所述最低回归车速适用阈值大的距离阈值。

3.根据权利要求1所述的搬运车辆，其特征在于，所述最大乖离量计算部将从与所述目标路径平行的直线和所述位置范围的轮廓线相接的位置向所述目标路径做出的垂线之中最长的距离计算为所述最大乖离量。

4.根据权利要求2所述的搬运车辆，其特征在于，当在回归车速适用阈值以上并且小于所述最低回归车速适用阈值的范围内含有所述最大乖离量的情况下，所述目标车速决定部决定使用对车速值乘以所述最大乖离量越大而越小值的权重w所得到的所述回归车速来作为所述目标车速，其中，$0<w<1$，所述车速值为路径要求车速和管制要求车速中较小的某一方，所述路径要求车速表示在所述目标路径的地图信息上预先规定的限制车速，所述管制要求车速是所述管制服务器基于所述目标路径的混杂状况以及矿山总体的作业效率的至少一项来决定的，所述回归车速适用阈值为比所述最低回归车速适用阈值小的距离阈值。

5.根据权利要求1所述的搬运车辆，其特征在于，所述位置计算装置为使用了全球定位系统的位置计算装置，

所述位置范围计算部计算以所述预测位置为中心的误差椭圆来作为所述位置范围。

6.一种搬运车辆的行驶控制装置，其搭载在所述搬运车辆上，所述搬运车辆经由无线网路与进行运行管理的管制服务器连接，基于来自所述管制服务器的指示及从自车辆所具备的位置计算装置输出的所述自车辆的预测位置而自律行驶，其特征在于，具有：

以所述预测位置为中心，计算所述搬运车辆按照预先决定的期待概率而存在的位置范围的位置范围计算部；

计算最大乖离量的最大乖离量计算部，该最大乖离量由所述搬运车辆的目标路径与包含在所述位置范围内的各地点之间的乖离量中的最大值形成；

目标车速决定部，在所述最大乖离量相对较大的情况下，将所述搬运车辆的目标车速决定为相对较小的车速；以及

目标路径跟随部，进行用于使所述搬运车辆按照所述目标车速、沿着所述目标路径行

驶的控制。

搬运车辆及其行驶控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及搬运车辆及其行驶控制装置，尤其涉及在露天开采矿山等中使用的能够自律行驶的搬运车辆的行驶控制。

背景技术

[0002] 作为用于搬送在露天开采矿山等中挖掘的矿石或砂石的搬运车辆，已知无操作员搭乘而自律行驶的所谓无人车辆。为了使无人车辆自律行驶，有必要计算自车位置。于是，作为自车位置计算装置，已知有使用了来自全球定位系统(GPS:Global Positioning System)和惯性测量装置(IMU:Inertial Measurement Unit)的输出的惯性导航运算处理。

[0003] 在专利文献1中，作为使用了自车位置的无人车辆的行驶控制技术，公开了如下构成：当无人车辆行驶的预先决定的行驶路线上的目标位置与自车辆的当前位置之间的位置偏差量变大时，将无人车辆的目标车速设定成小于事先决定的车速。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1：国际公开第97/31302号

发明内容

[0007] 在通过这样的位置计算装置得出的自车位置中，含有相对于实际的自车位置(真值)的误差。因此，在计算相对于无人车辆的目标位置的位置偏差量时不考虑自车位置所含有的误差的情况下，具有与实际位置偏差量相比自车位置(真值)与目标位置之间的位置偏差量被较小地估计的可能性。关于这点在专利文献1中未被考虑，具有因自车位置所含有的误差而导致位置偏差量被过小地计算的可能，存在针对位置偏差量的目标车速的设定不充分的课题。

[0008] 本发明是为了解决上述课题而做出的，其目的在于，提供一种能够考虑从位置计算装置得出的自车位置的误差来进行行驶控制的搬运车辆及其行驶控制装置。

[0009] 为了解决上述课题，本发明为一种搬运车辆，其经由无线网路与进行运行管理的管制服务器连接，考虑来自所述管制服务器的指示而自律行驶，所述搬运车辆的特征在于，具有：计算自车辆的预测位置的位置计算装置；以所述预测位置为中心，计算所述搬运车辆按照预先决定的期待概率而存在的位置范围的位置范围计算部；计算最大乖离量的最大乖离量计算部，该最大乖离量由所述搬运车辆的目标路径与包含在所述位置范围内的各地点之间的乖离量中的最大值形成；目标车速决定部，在所述最大乖离量相对较大的情况下，将所述搬运车辆的目标车速决定为相对较小的车速；以及目标路径跟随部，进行用于使所述搬运车辆按照所述目标车速、沿着所述目标路径行驶的控制。

[0010] 根据本发明，如果按照预先决定的期待概率而存在的位置范围、即搬运车辆可能存在的位置与目标路径的位置偏差量的最大值(最大乖离量)相对较大，则能够使目标车速相对降低，因此，例如只要在朝向目标路径的方向上设定了转向角，在沿着搬运车辆的行进

方向的更短距离中能够回归成目标路径的可能性就会增大。另外，即使转向角被设定在偏离目标路径的方向上，与车速大的情况相比，能够使相对于目标路径的进一步的位置偏差变小的可能性也会增大。

[0011] 另外，本发明在上述构成中具有以下特征：当在最低回归车速适用阈值以上且小于停止判断阈值的范围内含有所述最大乖离量的情况下，所述目标车速决定部决定使用所述最低回归车速来作为所述目标车速，其中，所述最低回归车速适用阈值为用于判断是否适用为了回归到所述目标路径而预先决定的最低回归车速的距离阈值，所述停止判断阈值为用于判断不能回归到所述目标路径且比所述最低回归车速适用阈值大的距离阈值。

[0012] 根据本发明，在未到停车的程度而向目标路径的回归是可能的但与目标路径的最大乖离量比较大的情况下，通过以最低回归车速定速行驶，能够使在沿着行进方向的更短距离中回归到目标路径的可能性进一步提高。

[0013] 另外，本发明在上述构成中具有以下特征：所述最大乖离量计算部将从与所述目标路径平行的直线和所述位置范围的轮廓线相接的位置向所述目标路径做出的多条垂线之中最长的距离计算为所述最大乖离量。

[0014] 根据本发明，能够比较几条垂线的长度来进行最大乖离量的计算，因此，能够减轻与最大乖离量的计算处理相关的负担。

[0015] 另外，本发明在上述构成中具有以下特征：当在回归车速适用阈值以上并且小于所述最低回归车速适用阈值的范围内含有所述最大乖离量的情况下，所述目标车速决定部决定使用对车速值乘以所述最大乖离量越大而越小值的权重w所得到的所述回归车速来作为所述目标车速，其中，$0<w<1$，所述车速值为路径要求车速和管制要求车速中较小的某一方，所述路径要求车速表示在所述目标路径的地图信息上预先规定的限制车速，所述管制要求车速是所述管制服务器基于所述目标路径的混杂状况以及矿山总体的作业效率的至少一项来决定的，所述回归车速适用阈值为比所述最低回归车速适用阈值小的距离阈值。

[0016] 根据本发明，在最大乖离量为回归车速适用阈值以上且小于最低回归车速适用阈值的情况下，以最大乖离量越小而越快的车速值、最大乖离量越大而越慢的车速值行驶，由此能够尽可能减少为了向目标路径回归而进行的减速的影响。

[0017] 另外，本发明在上述构成中具有以下特征：所述位置计算装置为使用了全球定位系统的位置计算装置，所述位置范围计算部计算以所述预测位置为中心的误差椭圆来作为所述位置范围。

[0018] 由此，能够基于使用了GPS的位置预测结果中具有特征的存在期待概率分布即误差椭圆来决定目标车速，能够对使用了GPS的搬运车辆进行合适的行驶控制。

[0019] 另外，本发明为一种搬运车辆，其经由无线网路与进行运行管理的管制服务器连接，考虑来自所述管制服务器的指示而自律行驶，所述搬运车辆的特征在于，具有：行驶控制装置，进行如下控制：在包含所述搬运车辆的目标路径的第一距离内，所述搬运车辆以路径要求车速或者管制要求车速行驶，在所述搬运车辆位于在所述第一距离范围的外侧与所述第一距离范围邻接的第二距离范围内的情况下，所述搬运车辆以由离所述目标路径的位置偏差量越大而越小值的车速值构成的回归车速行驶，在所述搬运车辆位于在所述第二距离范围的外侧与所述第二距离范围邻接的第三距离范围内的情况下，所述搬运车辆以比为了回归到所述目标路径而预先规定的所述回归车速小的最低回归车速定速行驶，其中，所

述路径要求车速表示在所述目标路径的地图信息上预先规定的限制车速，所述管制要求车速是所述管制服务器基于所述目标路径的混杂状况决定的；和行驶驱动装置，根据所述行驶控制装置的控制驱动。

[0020] 根据本发明，将以目标路径为中心的搬运车辆可能行驶的范围按照距离分为第一距离范围、第二距离范围、第三距离范围，在搬运车辆位于第三距离范围的情况下，能够使其以最低回归车速定速行驶。

[0021] 另外，本发明为一种搬运车辆的行驶控制装置，其搭载在所述搬运车辆上，所述搬运车辆经由无线网路与进行运行管理的管制服务器连接，基于来自所述管制服务器的指示及从自车辆所具备的位置计算装置输出的所述自车辆的预测位置而自律行驶，其特征在于，具有：以所述预测位置为中心，计算所述搬运车辆按照预先决定的期待概率而存在的位置范围的位置范围计算部；计算最大乖离量的最大乖离量计算部，该最大乖离量由所述搬运车辆的目标路径与包含在所述位置范围内的各地点之间的乖离量中的最大值形成；目标车速决定部，在所述最大乖离量相对较大的情况下，将所述搬运车辆的目标车速决定为相对较小的车速；以及目标路径跟随部，进行用于使所述搬运车辆按照所述目标车速、沿着所述目标路径行驶的控制。

[0022] 据此，能够设为搬运车辆可能存在的位置与目标路径的位置偏差量的最大值(最大乖离量)越大越降低目标车速。因此，例如只要在朝向目标路径的方向上设定了转向角，在沿着搬运车辆的行进方向的更短距离中能够回归到目标路径的可能性就会增大，即使转向角被设定在了偏离目标路径的方向上，与车速大的情况相比，能够使相对于目标路径的进一步的位置偏差变小的可能性也会增大。

[0023] 发明效果

[0024] 根据本发明，能够提供如下的搬运车辆及其行驶控制装置：能考虑从位置计算装置得出的自车位置的误差来进行行驶控制。上述以外的课题、结构以及效果能够通过以下实施方式的说明得以明确。

附图说明

[0025] 图1是表示矿山内的概略构成的图。

[0026] 图2是管制服务器以及自卸车20的硬件构成图，图2的(a)示出管制服务器，图2的(b)示出自卸车。

[0027] 图3是表示管制服务器的主要功能的功能框图。

[0028] 图4是表示存储在管制服务器中的路径数据的一例的图，图4的(a)示意地示出路径数据，图4的(b)示出路径数据的数据构造例。

[0029] 图5是表示自卸车20的功能构成的框图。

[0030] 图6是表示寻找适合链路的处理的说明图。

[0031] 图7是表示图5的行动指令部内的功能构成的框图。

[0032] 图8是表示最大乖离量计算处理的说明图。

[0033] 图9是表示最大乖离量与目标车速之间的关系的表。

[0034] 图10是表示本实施方式中的自卸车的行驶控制处理的流程的流程图。

[0035] 图11是表示其他实施方式的概念的图。

具体实施方式

[0036] 以下、参照附图对本发明的实施方式进行说明。在以下的实施方式中，为了方便在有必要时，分割成几个部分或者实施方式来说明。在以下的实施方式中，言及要素的数等(包括个数、数值、量、范围等)时，除了特别明示的情况以及原理上明显地限定于特定的数的情况等，并非限定于该特定的数，也可以是特定的数以上或以下。此外，在以下的实施方式中，其构成要素(也包括处理步骤等)除了特别明示的情况以及原理上明显地被认为是必须的情况等，并非是必须的。

[0037] 另外，以下的实施方式中的各构成、功能、处理部、处理部等，可以将其一部分或者全部作为例如集成电路或其他硬件来实现。另外，后述的各构成、功能、处理部、处理部等，也可以作为电脑上执行的程序来实现。即也可以作为软件来实现。实现各构成、功能、处理部、处理部等的程序、表、文件等信息，能够存储在存储器、硬盘或SSD(Solid State Drive)等存储装置、IC卡、SD卡、DVD等存储介质中。

[0038] 以下，基于附图详细说明本发明的实施方式。另外，在用于说明实施方式的所有附图中，对具有相同功能的部件赋予相同或者相关联的附图标记，并省略其重复说明。此外，在以下的实施方式中，除了特别必要的情况以外原则上不重复相同或等同部分的说明。

[0039] 第一实施方式

[0040] 参照图1，说明作为本实施方式的搭载有位置计算装置的搬运车辆的矿山用自卸车(以下简称为“自卸车”)所行驶的矿山内的概略构成。图1是表示矿山内的概略构成的图。

[0041] 如图1所示，在矿山内，设有将装载场地61(相当于装载地点)以及卸载场地62(相当于卸载地点)连接的行驶路径60。在装载场地61进行砂石或矿石的装载作业的挖掘机10进行掘削作业。然后，自卸车20-1、20-2在装载场地61从挖掘机10装载砂石或矿石等装载物，沿着行驶路径60朝向卸载场地62行驶。自卸车20-1、20-2到达至卸载场地62后将装载物卸载。然后自卸车20-1、20-2在空载状态下朝向装载场地61行驶。

[0042] 自卸车20-1、20-2经由无线通信网路40而与设置在管制中心30的管制服务器31通信连接。而且，自卸车20-1、20-2依照来自管制服务器31的管制控制而行驶。图1的附图标记32为与管制服务器31连接的无线天线，附图标记41-1、41-2、41-3表示无线移动台。在以下的说明中，在不区分自卸车20-1、20-2的情况下，记载为自卸车20。

[0043] 自卸车20具有位置计算装置(在图1中省略图示)，其用于从全球导航卫星系统(GNSS:Global Navigation System)的至少3个导航卫星50-1、50-2、50-3接收测位电波而获取自车辆的位置。作为GNSS，除了GPS，也可以使用GLONASS(Global Navigation Satellite System)、GALILEO。

[0044] 管制服务器31能够考虑所有自卸车20-1、20-2的行驶位置和目标路径、矿山的作业目标和作业效率等，来计算(决定)作为从管制服务器31看来在行驶时想要适用于各自卸车20-1、20-2的车速(标量)的管制要求车速，并将其通知给各自卸车20-1、20-2。管制要求车速为根据包含实际的拥堵状态和自卸车20的运转台数在内的运行状况来对行驶路径60上的各区间的限制车速(路径要求车速)进行修正而得到的车速，其中，限制车速(路径要求车速)是在行驶路径60的地图信息中考虑了转弯的曲率和斜度、道宽而决定的车速。因此，路径要求车速为各区间的最高车速，管制要求车速为路径要求车速以下的车速值。另外，在

本说明书中车速表示标量。

[0045] 接着参照图2,说明图1的管制服务器31以及自卸车20的硬件构成。图2是管制服务器以及自卸车20的硬件构成图,图2的(a)示出管制服务器,图2的(b)示出自卸车。

[0046] 如图2的(a)所示,管制服务器31包括CPU311、RAM(Random Access Memory)312、ROM(Read Only Memory)313、HDD(Hard Disk Drive)314、I/F315以及总线318。而且,CPU311、RAM312、ROM313、HDD314、以及I/F315构成为经由总线318而连接。

[0047] 管制服务器31还具有LCD(Liquid Crystal Display)316和操作部317,这些设备与I/F315连接。

[0048] CPU311为运算部,控制管制服务器31整体的动作。

[0049] RAM312为能够进行信息的高速读写的易失性存储介质,用作CPU311处理信息时的作业区域。

[0050] ROM313为读取专用的非易失性存储介质,存储有成为本实施方式的特征的自律行驶控制程序。

[0051] HDD314为能够读写信息的非易失性存储介质,存储有OS(Operating System)和各种控制程序、应用程序等。

[0052] LCD316是用于供用户确认矿山内的自卸车的行驶状况的视觉性使用者界面。

[0053] 操作部317为键盘或层叠在LCD316上的触摸面板(省略图示)等、用于供用户向管制服务器31输入信息的使用者接口。

[0054] 在管制服务器31的I/F315上连接有用于与无线通信网路40连接的服务器侧通信装置340。

[0055] 另一方面,如图2的(b)所示,自卸车20具有:进行用于自律行驶的控制处理的行驶控制装置200;用于依照来自行驶控制装置200的控制指示来对自卸车20进行行驶驱动的行驶驱动装置210;用于计算自卸车20的自车辆的预测位置的位置计算装置220;用于辨别自卸车20的周围环境的毫米波传感器等外界传感器231;用于识别车身倾斜和/或装载量等车身信息的车身传感器232;用于与无线通信网路40连接的自卸车侧通信装置240。

[0056] 行驶驱动装置210包括对自卸车20施加制动的制动装置211、用于变更自卸车20的转向角的转向马达212、以及用于使自卸车20行驶的行驶马达213。

[0057] 位置计算装置220是接收来自导航卫星50-1、50-2、50-3的测位电波来计算自车辆的预测位置的GPS装置或IMU。

[0058] 行驶控制装置200包括CPU201、RAM202、ROM203、HDD204、I/F205、以及总线208。而且,CPU201、RAM202、ROM203、HDD204、以及I/F205构成为经由总线208而连接。而且,行驶驱动装置210、位置计算装置220、外界传感器231、车身传感器232以及自卸车侧通信装置240与I/F205连接。

[0059] 在这种硬件构成中,存储在ROM203、313和HDD204、314或未图示的光盘等存储介质中的自律行驶控制程序被读出至RAM202、312,并依照CPU201、311的控制而动作,由此自律行驶控制程序(软件)与硬件协动,构成实现管制服务器31以及行驶控制装置200的功能的功能模块。此外,在本实施方式中,通过软件与硬件的组合说明了管制服务器31以及行驶控制装置200的构成,但是特别是自卸车20也可以使用实现在自卸车侧执行的自律行驶控制程序的功能的逻辑电路来构成。

[0060] 接着参照图3至图4，来说明管制服务器31的功能构成。图3为表示管制服务器的主要功能的功能框图。图4为表示存储在管制服务器中的路径数据的一例的图，图4的(a)示意地示出路径数据，图4的(b)示出路径数据的数据构造例。

[0061] 如图3所示，管制服务器31具有行驶许可区间设定部311a、管制要求车速决定部311b、服务器侧通信控制部311c、路径数据存储部314a以及运行管理信息数据库(以下将数据库简称为“DB”)314b。行驶许可区间设定部311a、管制要求车速决定部311b以及服务器侧通信控制部311c通过在管制服务器31上执行的自律行驶控制程序而构成。

[0062] 路径数据存储部314a使用HDD314等固定存储的存储装置而构成。如图4的(a)所示，路径数据通过行驶路径60上的各地点(以下称为“节点”)22的位置信息与连结各节点的链路21来定义。另外，也可以包含矿山的地形信息及/或各节点的绝对坐标(基于测位电波计算的三维实际坐标)。对各节点赋予了固有地识别该节点的识别信息(以下称为“节点ID”)。

[0063] 各链路具有行进方向(图4的(a)中的箭头A方向)，定义了前端节点和终端节点。而且如图4的(b)所示，路径数据将固有地识别各链路的识别信息(例如21A)、与该链路的前端节点ID的坐标值(x_{22A}，y_{22A})以及终端节点ID的坐标值(x_{22B}，y_{22B})、在该链路上行驶时的路径要求车速V_{21A}、道宽W_{21A}、斜度S_{21A}、曲率C_{21A}这些数据建立关联。

[0064] 路径要求车速由该路径的斜度、曲率、道宽等的道路规格等来决定。该路径要求车速成为自卸车20实际行驶时的目标车速的候选。

[0065] 运行管理信息DB314b存储表示正在行驶路径60上行驶的各自卸车的位置的运行管理信息。

[0066] 行驶许可区间设定部311a根据从各自卸车20发送的行驶许可请求信息，对该自卸车20设定下一行驶许可区间。具体来说，参照运行管理信息DB314b的运行管理信息获取在该自卸车20的前方行驶的其他自卸车的位置。接着，参照路径数据存储部314a的路径数据，将新设定的行驶许可区间的前方边界地点至少设置为如下地点：相对于行驶路径60上的在自卸车20的前方行驶的其他自卸车的当前位置而为了施加制动并停止所需的距离(可停止距离)的后方地点。然后，在与该自卸车20的当前位置相比离开可停止距离的位置上设定后方边界地点。然后，将前方边界地点以及后方边界地点之间，设定为对发出行驶许可请求的自卸车20赋予的新的行驶许可区间。

[0067] 管制要求车速决定部311b决定管制要求车速。具体来说，管制要求车速决定部311b从路径数据存储部314a读取路径数据，参照运行管理信息D314b所存储的运行信息，并考虑与对自卸车20设定的新的行驶许可区间所包含的链路建立了对应的路径要求车速、以及自卸车20与前方车辆的距离、交通混杂的状态来决定管制要求车速。通常，最大管制要求车速为在路径数据中与链路建立了对应的车速，在交通拥堵的情况下，将比最大管制要求车速慢的车速决定为管制要求车速。管制要求车速被输出至行驶许可区间设定部311a。

[0068] 行驶许可区间设定部311a生成表示所设定的新的行驶许可区间的前方边界点、后方边界点、以及管制要求车速的行驶许可应答信息，并向服务器通信控制部311c输出。

[0069] 服务器通信控制部311c进行各自卸车20的行驶许可请求信息的接收、以及发送根据该请求生成的行驶许可应答信息的控制。

[0070] 接着参照图5至图8说明关于自卸车20的自律行驶的功能构成。图5为表示自卸车

20的功能构成的框图。图6为表示寻找适合链路的处理的说明图。图7为表示图5的行动指令部内的功能构成的框图。图8为表示最大乖离量计算处理的说明图。

[0071] 如图5所示，行驶控制装置200具有：存储有行驶的路径及与之附随的信息的路径数据存储部204a；以位置计算装置220计算出的自车辆的预测位置为中心，计算自卸车20以预先决定的期待概率(例如可靠度95％以上)所存在的位置范围的位置范围计算部201b；从路径数据存储部204a提取出恰当的数据的路径数据提取部201c；检测前方障碍物的位置的障碍物位置运算部201d；识别行驶车速和转向角、装载权重等车身状态的车身信息运算部201e；决定自车的目标车速、目标路径等，并输出用于跟随目标路径所需的指令信息的行动指令部201f；决定为了以目标车速沿着目标路径移动所需的驱动、制动、转向的控制量的目标路径跟随部201g；当接近当前行驶中的行驶许可区间的终端地点(前方边界点)时，进行之后行驶的新的行驶许可区间的设定请求的行驶许可请求部201h；以及进行与管制服务器31的无线通信控制的自卸车侧通信控制部201i。

[0072] 路径数据存储部204a存储路径数据，该路径数据将自卸车20应该行驶的路径表现为在两端具有被称为节点的点的链路的集合体。另外，链路ID和其附带的附带信息被建立关联地构成，使得当指定链路时能够提取与该链路建立了关联的数据。

[0073] 位置范围计算部201b计算表现当前的运算结果有多大程度的可靠性的概率分布。在本实施方式中作为位置计算装置220使用GPS，作为概率分布使用误差椭圆，求出将该结果反映在位置信息上的位置范围。在以下的说明中“误差椭圆”不仅仅表示单纯的概率分布，还表示反映了以预测位置为中心的误差椭圆的概率分布的位置范围。

[0074] 误差椭圆是在运算自车的预测位置时将自车可能存在的二维平面上的范围(即测定位置误差)用椭圆来表现的，通过将车辆的行进方向上的某固定概率以上的存在范围和车辆横向方向上的某固定概率以上的存在范围统合，来将自车位置在某固定概率以上存在的范围的边界用二维上的椭圆形表现。这里说的预测位置表示在该误差椭圆范围内自车存在的可能性最高的位置，表示随着接近误差椭圆的圆周部分，自车存在的可能性变低。也就是说，误差椭圆的圆周上表示期待概率虽低但仍在某固定概率以上、例如95％以上等具有存在的可能性。

[0075] 通过使用误差椭圆，能够使用对使用了GPS的预测位置反映了特征性的误差的概率分布即误差椭圆来计算目标车速，从而能够进行与搭载有GPS的自卸车相适合的行驶控制。

[0076] 位置范围计算部201b计算出的位置范围被输出至行动指令部201f。

[0077] 另外，表示自车位置的期待概率的概率分布不限于误差椭圆，也可以生成例如将XY坐标上的某一坐标处的概率描绘到与XY平面正交的Z轴方向上的二维正态分布。

[0078] 路径数据提取部201c基于从位置范围计算部201b得出的位置范围，提取该位置近旁的路径数据。作为一例将提取自车位置近旁的数据的情况示出于图7。路径数据提取部201c将从位置范围计算部201b得出的位置范围的预测位置CP与各链路(例如链路21A)的前端节点(前端节点22A)及终端节点(例如22B)的坐标值进行比较，在前端节点22A与终端节点22B之间选择适合预测位置CP的链路中最近的链路，并将其决定为适合链路21A。然后路径数据提取部201c从存储在路径数据存储部204a的路径数据提取出与决定的适合链路21A建立了关联的路径数据。路径数据提取部201c将提取出的路径数据输出到行动指令部

201f。

[0079] 障碍物位置运算部201d基于来自例如毫米波传感器或立体摄像机等外界传感器231的输出，来运算特别是有无位于自卸车20的行进方向前方的障碍物(例如前方车辆)和与自卸车20的距离。在检测到障碍物的情况下，向行动指令部201f输出检测结果。行动指令部201f根据检测结果，进行例如为了避免碰撞而用于减速、停止的制动动作。

[0080] 车身信息运算部201e基于来自各种车身传感器232的输出，来运算转向角、行驶车速、装载权重等表示自卸车的车身状态的值。例如车身信息运算部201e基于来自安装在转向轴上的旋转角传感器的输出来运算转向角。另外，车身信息运算部201e基于从计测前轮和/或后轮的转速的车轮转速传感器输出的转速以及车轮规格来运算行驶车速。另外，车身信息运算部201e基于来自压力传感器的输出来运算装载权重，其中该压力传感器能够计测设置在各车轮上的悬架的压力。车身信息运算部201e将提取的路径数据输出到行动指令部201f。行动指令部201f根据检测结果进行例如将空载时比载货时施加制动时的时机提前等与车身信息相应的行驶控制。

[0081] 目标路径跟随部201g进行用于使自卸车20按照行动指令部201f决定的目标车速、并沿着目标路径行驶的控制，包括：生成用于实现目标车速的行驶马达转矩指令的目标转矩生成部501，以及生成转向角指令以实现目标路径的目标转向角生成部502。

[0082] 目标转矩生成部501从行动指令部201f获取目标车速，反馈目标车速与当前的车速值之差，并生成使该差缩小的目标行驶转矩。

[0083] 目标转向角生成部502从自卸车侧通信控制部201i获取行驶许可应答信息，并获取目标路径(行驶许可区间)的位置信息。然后，反馈从位置范围计算部201b得出的预测位置与目标路径的位置偏差，并生成使该差缩小的目标转向角。

[0084] 行驶许可请求部201h对照从位置范围计算部201b得出的自车辆的预测位置和从路径数据存储部204a读取的路径数据，判定自车辆是否到达了发送用于请求下一行驶许可区间的设定的行驶许可请求信息的地点(行驶许可请求地点)，在达到了的情况下对自卸车侧通信控制部201i发送行驶许可请求信息。

[0085] 自卸车侧通信控制部201i进行如下控制：对管制服务器31发送用于请求下一行驶许可区间的行驶许可请求信息，并且从管制服务器31接收行驶许可应答信息(包含管制要求车速信息)。

[0086] 如图7所示，行动指令部201f具有：从多个目标车速候选中选择一个目标车速候选的目标车速候选选择部601；计算最大乖离量的最大乖离量计算部602，该最大乖离量由自卸车20的目标路径和包含在位置范围内的各地点之间的乖离量中的最大值形成；在最大乖离量相对较大的情况下，将搬运车辆的目标车速决定为相对较小的车速的目标车速决定部603。

[0087] 目标车速候选选择部601从与从路径数据提取部201c获取的适合链路21A建立了关联的路径数据的路径信息获取(读取)路径要求车速，并且读取包含在从自卸车侧通信控制部240输出的行驶许可应答信息中的管制要求车速，比较两者并将慢的一方的车速选择为目标车速的候选。目标车速候选选择部601将所选择的目标车速候选输出到目标车速决定部603。

[0088] 如图8所示，最大乖离量计算部602基于从位置范围计算部201b得到的自车位置CP

和误差椭圆EE、以及从路径数据提取部201c得到的适合链路21D及与其相关联的前端节点22A和终端节点22B的坐标值，求出自车位置CP与目标路径即适合链路21A的最大乖离量MaxD。最大乖离量MaxD定义为相对于目标路径即适合链路21A设想的最大的偏差量。从位置范围计算部201b输出自车位置CP和误差椭圆EE。该自车位置CP是概率上存在可能性最高的位置，以该位置为中心，在某概率以上有存在可能性的区域表现为误差椭圆EE。也就是说，表示只要是在误差椭圆EE的内侧，自卸车20就有存在的可能性。最大乖离量计算部602在得到自车位置CP及误差椭圆EE之后，计算与目标路径即适合链路21A最为乖离的地点即最大乖离地点P。该最大乖离地点P能够作为与适合链路21A平行的直线LineA与误差椭圆EE的轮廓线相接的位置而被求出。最大乖离量计算部602将从该最大乖离地点P向目标路径即适合链路21A作出的垂线即最大乖离地点垂线ED的长度的最大值(最长距离)决定为最大乖离量MaxD。

[0089] 目标车速决定部603基于由目标车速候选选择部601通知的目标车速候选、以及由最大乖离量计算部602通知的最大乖离量MaxD决定目标车速，并向目标路径跟随部201g输出。此时，也可以基于来自障碍物位置运算部201d及/或车身信息运算部201e的输出，对决定的目标车速进行修正。在修正了的情况下，也可以适用比决定了的目标车速更慢的车速。

[0090] 不限于自律行驶自卸车，一般地，只要车辆具有相同转向角，就能够使行驶车速慢的一方在行进方向上的短距离中相对于目标路径的偏差量变小。因此，为了尽量在行进方向上的短距离中使与目标路径的偏差量变小，需要降低行驶车速。即，通过使目标车速降低来使行驶车速降低即可。

[0091] 在此，如上所述，基于来自位置计算装置220的输出而计算出的自卸车20的自车位置以某概率存在于误差椭圆的圆周上。因此，尽管可能性低但为了提高安全性，在本实施方式中，为了计算与目标路径的偏差量，将在误差椭圆内与目标路径的偏差量最大的位置(最大乖离地点)采用为用于决定目标车速的自车辆的预测位置。

[0092] 因此，目标车速决定部603基于相对于目标路径的最大偏差量即最大乖离量MaxD，对目标车速候选选择部601选择的目标车速候选进行修正。然后目标车速决定部603将经修正的目标车速向目标路径跟随部201g输出。由此，能够沿着行进方向以更短距离使乖离量变小。

[0093] 图9为表示最大乖离量与目标车速的关系的表。在图9的表中，在最大乖离量MaxD比回归车速适用阈值JD1大的情况下，对当前的目标车速值乘以权重w＝1，其中，回归车速适用阈值JD1用于判断是否适用比目标车速候选慢的回归车速。因此，在最大乖离量MaxD小于回归车速适用阈值JD1的情况下，目标车速决定部603对目标车速候选乘以权重1，也就是说目标车速候选能够直接作为目标车速使用。

[0094] 在最大乖离量MaxD为回归车速适用阈值JD1以上、且小于最低回归车速适用阈值JD2的情况下，目标车速决定部603对目标车速候选乘以在w_{min}＜w＜1(w_{min}为比0大且小于1的值)的范围内随着最大乖离量MaxD变大而变小的权重w，来决定目标车速，其中，最低回归车速适用阈值JD2用于判断是否适用为了使目标路径回归而预先规定的最低回归车速。

[0095] 在最大乖离量MaxD在最低回归车速适用阈值JD2以上、且在用于判断成向目标路径的回归为不可能的停止判断阈值JD3以下的情况下，目标车速决定部603决定作为目标车速适用最低回归车速。由此，自卸车20即使在大幅偏离目标路径的情况下，也能够以足够低

速的回归车速(例如5km/h)行驶,从而在行进方向上的短距离内返回到目标路径。另外,在相对于目标路径的偏差量比较小的情况下,使用比最低回归车速大的车速进行回归动作,从而能够进一步减小伴随着回归动作的自卸车20的减速的影响。

[0096] 构成为,在最大乖离量MaxD在停止判断阈值JD3以上的情况下,判断为是不能回归的乖离量,能够将最终目标车速作为0来指示停车。

[0097] 上述回归车速适用阈值JD1、最低回归车速适用阈值JD2、停止判断阈值JD3可以考虑车身的装载状态、道宽、有无会车现象发生等外在因素而预先决定,也可以一边使自卸车20行驶一边对应外在因素的变动来动态地决定。

[0098] 接下来参照图10,说明本实施方式的自卸车的行驶控制处理流程。图10为表示本实施方式的自卸车的行驶控制处理流程的流程图。

[0099] 当开始行驶控制处理时,首先启动自卸车20的发动机。由此向行驶控制装置200接入主电源,并开始基于位置计算装置220进行的自车辆的预测位置的计算(S1001)。或者,也可以不是与发动机连动的电源,而是预先另外设置电源开关,通过将其接入而使电源被接入。如果自卸车20的目的地点是未定的(S1002:否),则行驶许可请求部201h对管制服务器31进行目的地点的设定请求(S1003),管制服务器31设定目的地点并向自卸车20发出应答(S1004)。

[0100] 在设定有目的地点的情况下(S1002:是、S1004),行驶许可请求部201h参照位置计算装置220的预测位置来判断是否已到达行驶许可请求地点,如果已到达(S1005:是),则对管制服务器31进行下一行驶许可请求地点的设定请求(S1006)。管制服务器31的行驶许可区间设定部311a设定行驶许可区间后,管制要求车速决定部311b基于运行管理信息以及与设定的行驶许可区间内的链路相关联的路径数据所包含的路径要求车速,决定管制要求车速,生成表示这些内容的行驶许可区间应答信息并向自卸车20发送应答(S1007)。

[0101] 另外,位置范围计算部201b以从位置计算装置220获取的自车辆的预测位置为中心,计算自车辆以预先决定的期待概率存在的位置范围(S1008)。路径数据提取部201c比较位置范围和路径数据存储部204a内的路径数据,检索离自车辆最近的适合链路,并提取该路径数据(S1009)。

[0102] 目标车速候选选择部601比较管制要求车速或者包含在路径数据提取部201b读取的适合链路的路径数据中的路径要求信息,将车速慢的一方选择为目标车速候选(S1010),并向目标车速决定部603输出。

[0103] 最大乖离量计算部602基于位置范围计算部201b计算的位置范围,检索离目标路径最远的地点(最大乖离量地点),计算该最大乖离量地点与目标路径的距离(最大乖离量)(S1011),并向目标车速决定部603输出。

[0104] 如果最大乖离量小于回归车速适用阈值(S1012:是),则目标车速决定部603直接将目标车速候选适用为目标车速(S1013),并向目标路径跟随部201g输出。

[0105] 如果最大乖离量为回归车速适用阈值以上且小于最低回归车速适用阈值(S1014:是),则目标车速决定部603对目标车速候选乘以比1小的权重来计算回归车速,将该结果适用为目标车速(S1015),并向目标路径跟随部201g输出。

[0106] 如果最大乖离量为最低回归车速适用阈值以上且小于停止判断阈值(S1016:是),则目标车速决定部603将最低回归车速适用为目标车速(S1017),并向目标路径跟随部201g

输出。

[0107] 如果最大乖离量为停止判断阈值以上(S1018:是),则目标车速决定部603判断为使自卸车20停止,并向目标路径跟随部201g输出。

[0108] 目标路径跟随部201g的目标转矩生成部501计算用于实现所获得的目标车速的转矩,并且目标转向角生成部502参照包含在行驶许可应答信息中的行驶许可区间的前方边界点、后方边界点和适合链路的前端节点的坐标,计算用于沿着目标路径而行驶的转向角。然后依照所计算的转矩和转向角,进行对行驶驱动装置210的驱动控制(S1019)。行驶中,返回步骤S1001,重复上述一连串的处理。

[0109] 根据本实施方式,即使自卸车20离目标路径的偏差量大也能够通过赋予回归车速来使其与目标路径的偏差量变小,因此,没有必要将最终目标车速定为0。但是,因在矿山这样的环境中道宽有限、存在对面车道等理由,如果与目标路径的偏差太大则发生向路外的偏离或与对面车道的碰撞这样的事象的危险性变大。所以,通过设定最终目标车速0能够避免那样的事象发生。

[0110] 上述实施方式并非限定本发明,在不偏离本发明的主旨的范围内可以有各种的变更方式。关于其他的实施方式参照图11来进行说明。图11为表示其他实施方式的概念的图。例如,如图11所示,将包括目标路径的、离目标路径相对近的距离(例如回归车速适用阈值)的范围设定为第一距离范围R1。另外,将与第一距离范围R1的外侧邻接、离目标路径相对远的距离(例如最低车速适用阈值)的范围设定为第二距离范围内R2。此外,将与第二距离范围R2的外侧邻接、离目标路径更远的距离(例如停止判断阈值)的范围设定为第三距离范围R3。而且,可以在第一距离范围R1的范围内以路径要求车速或者管制要求车速行驶,在第二距离范围R2内以回归车速行驶,在第三距离范围R3内以最低回归车速定速行驶。而且可以在第三距离范围R3的外侧停止。另外,第三距离范围R3也可以设定为开放式(不指定离目标路径较远侧的端部的范围),在这种情况下自卸车20不停止而定速行驶直到返回第二距离R2。

[0111] 由此,在预测位置有误差的情况下,也能够基于存在可能性最高的预测位置和第一距离范围、第二距离范围、第三距离范围的比较来行驶,能够吸收位置计算误差地进行行驶控制。

[0112] 附图标记说明

[0113] 10:油压挖掘机

[0114] 20、20-1、20-2:自卸车

[0115] 31:管制服务器

[0116] 40:无线通信网路

[0117] 50-1、50-2、50-3:导航卫星

[0118] 60:搬运路径

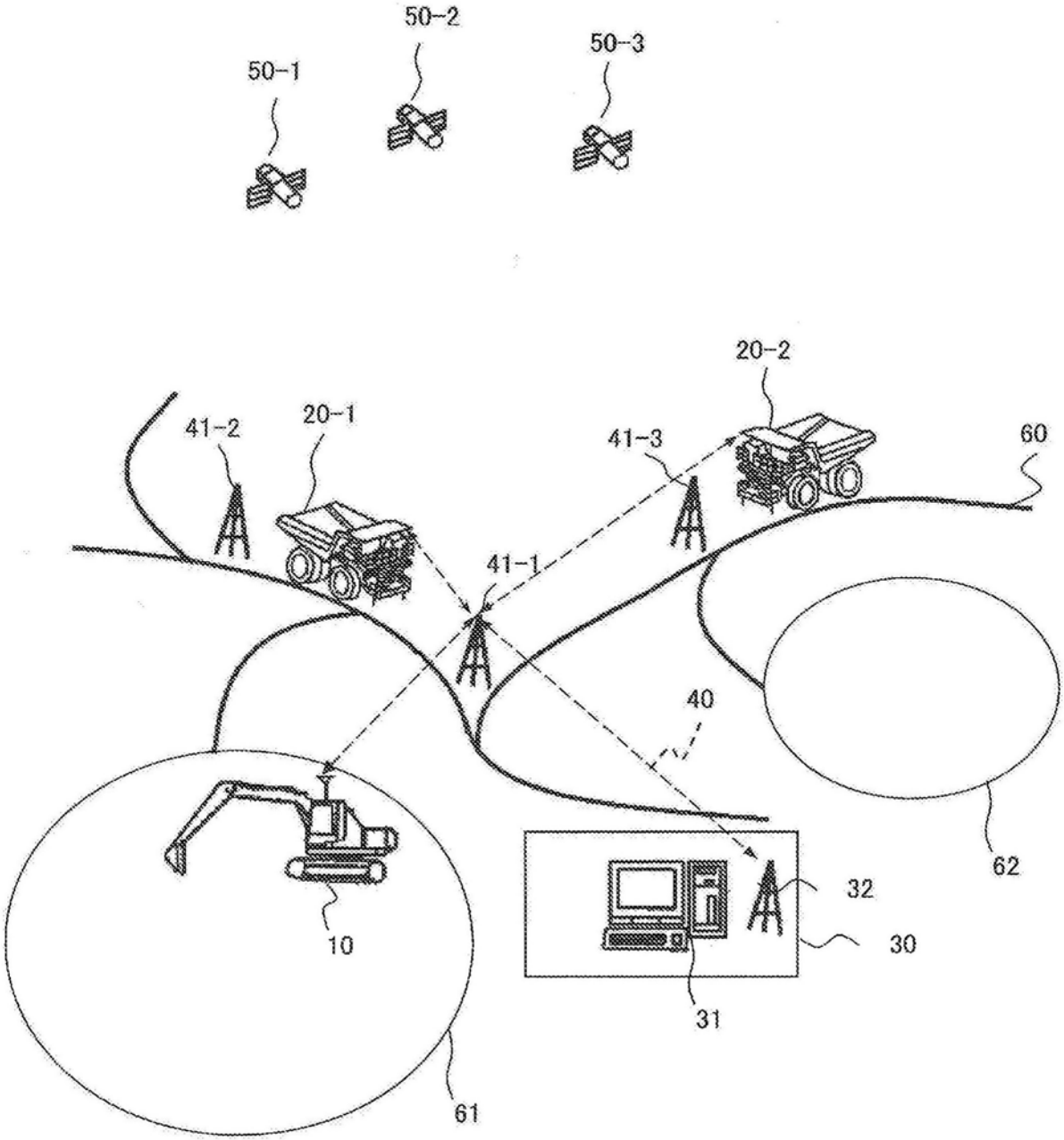


图1

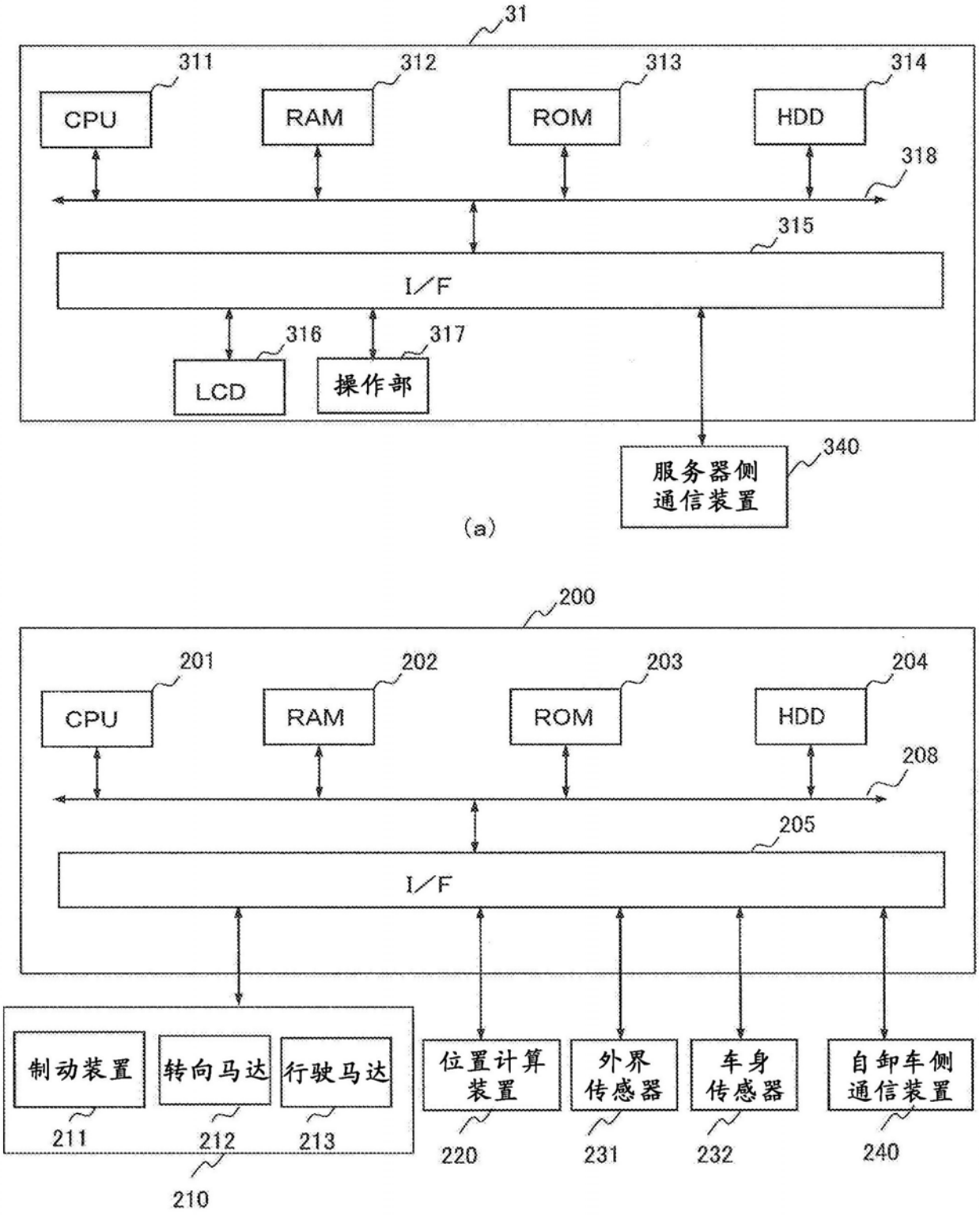

31
311
CPU
312
RAM
313
ROM
314
HDD
318
315
I/F
316
LCD
317
操作部
340
服务器侧
通信装置
(a)
200
201
CPU
202
RAM
203
ROM
204
HDD
208
205
I/F
制动装置
211
转向马达
212
行驶马达
213
210
位置计算
装置
220
外界
传感器
231
车身
传感器
232
自卸车侧
通信装置
240
(b)

图2

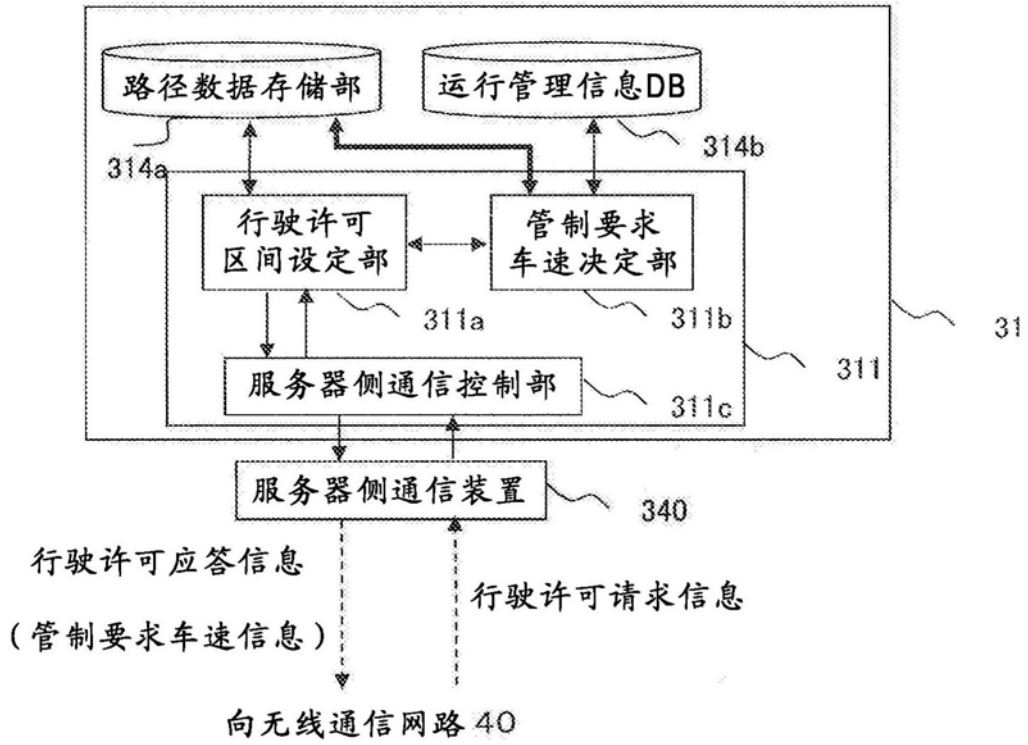
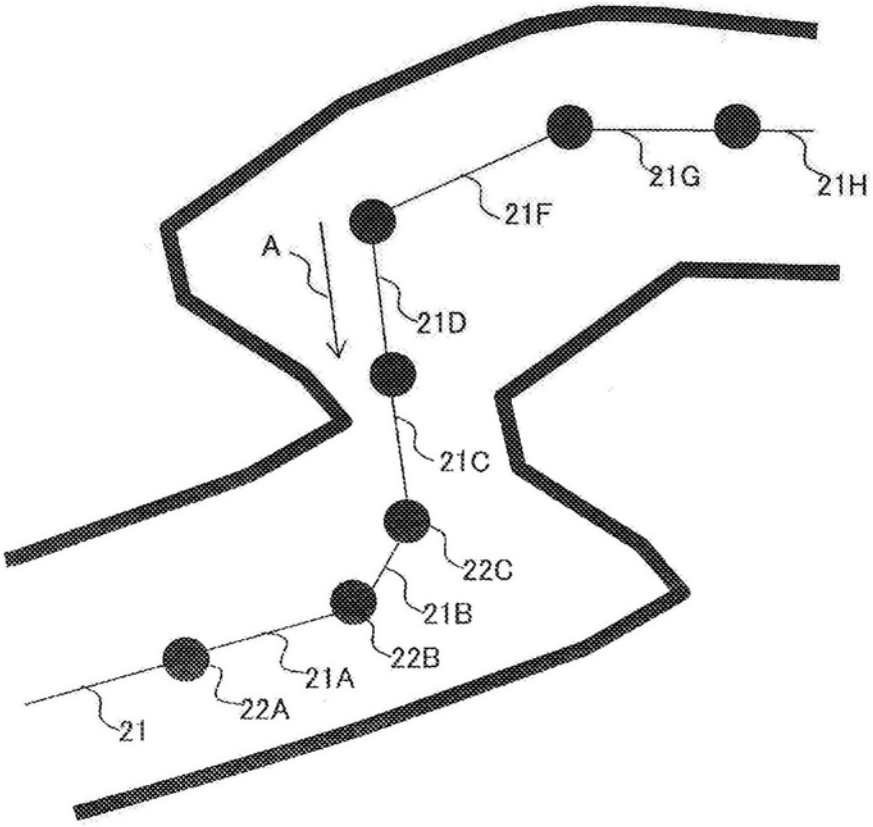

路径数据存储部
运行管理信息DB
314a
314b
行驶许可
区间设定部
管制要求
车速决定部
311a
311b
31
311
服务器侧通信控制部
311c
服务器侧通信装置
340
行驶许可应答信息
（管制要求车速信息）
行驶许可请求信息
向无线通信网路40

图3



(a)

链路ID	前端节点ID	后端节点ID	路径要求速度	道宽	斜度	曲率
21A	$(x_{22A}、y_{22A})$	$(x_{22B}、y_{22B})$	V_{21A}	W_{21A}	S_{21A}	C_{21A}
21B	$(x_{22B}、y_{22B})$	$(x_{22C}、y_{22C})$	V_{21B}	W_{21B}	S_{21B}	C_{21B}

(b)

图4

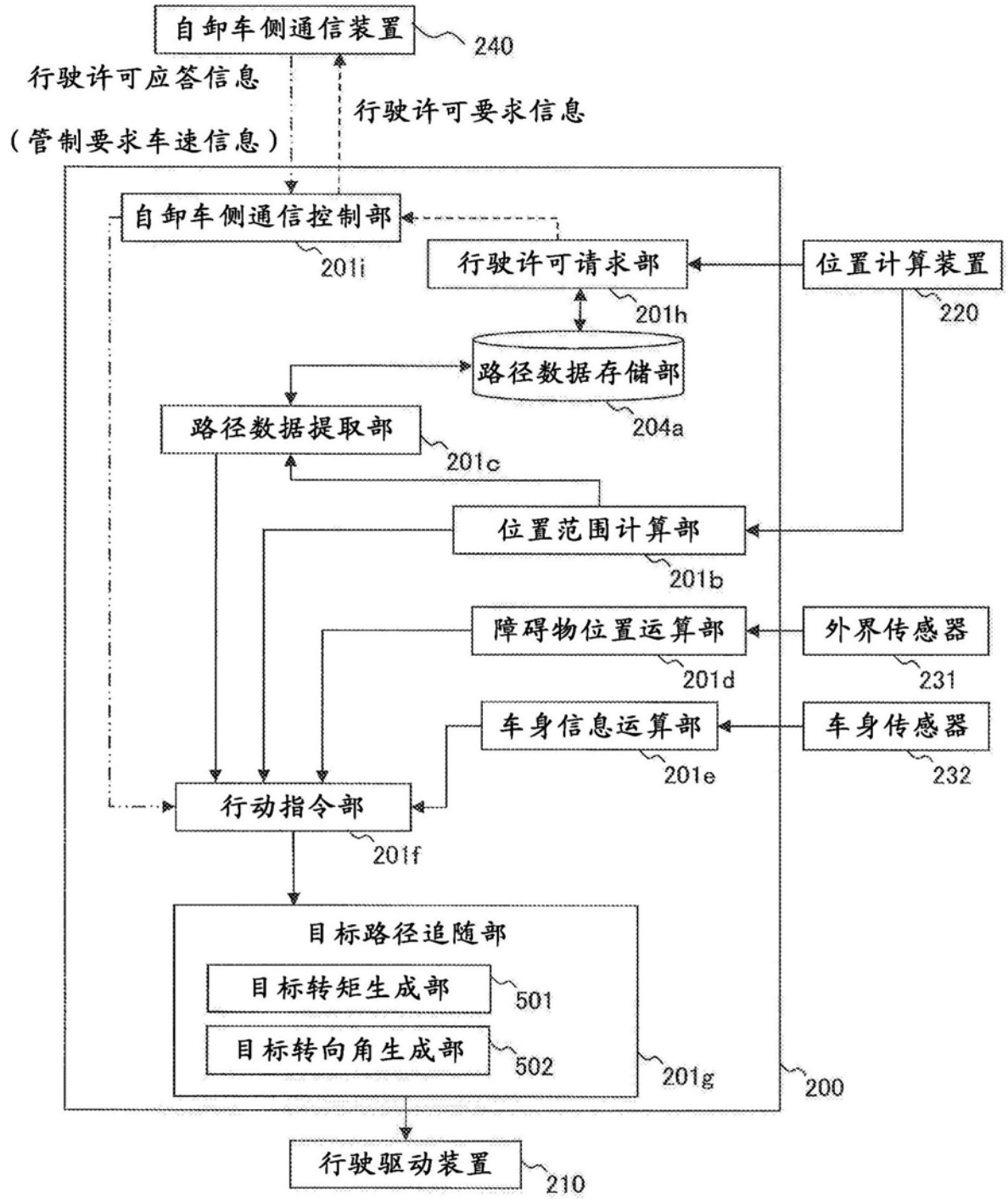

自卸车侧通信装置
240
行驶许可应答信息
（管制要求车速信息）
行驶许可要求信息
自卸车侧通信控制部
201i
行驶许可请求部
201h
位置计算装置
220
路径数据存储部
204a
路径数据提取部
201c
位置范围计算部
201b
障碍物位置运算部
201d
外界传感器
231
车身信息运算部
201e
车身传感器
232
行动指令部
201f
目标路径追随部
目标转矩生成部
501
目标转向角生成部
502
201g
200
行驶驱动装置
210

图5

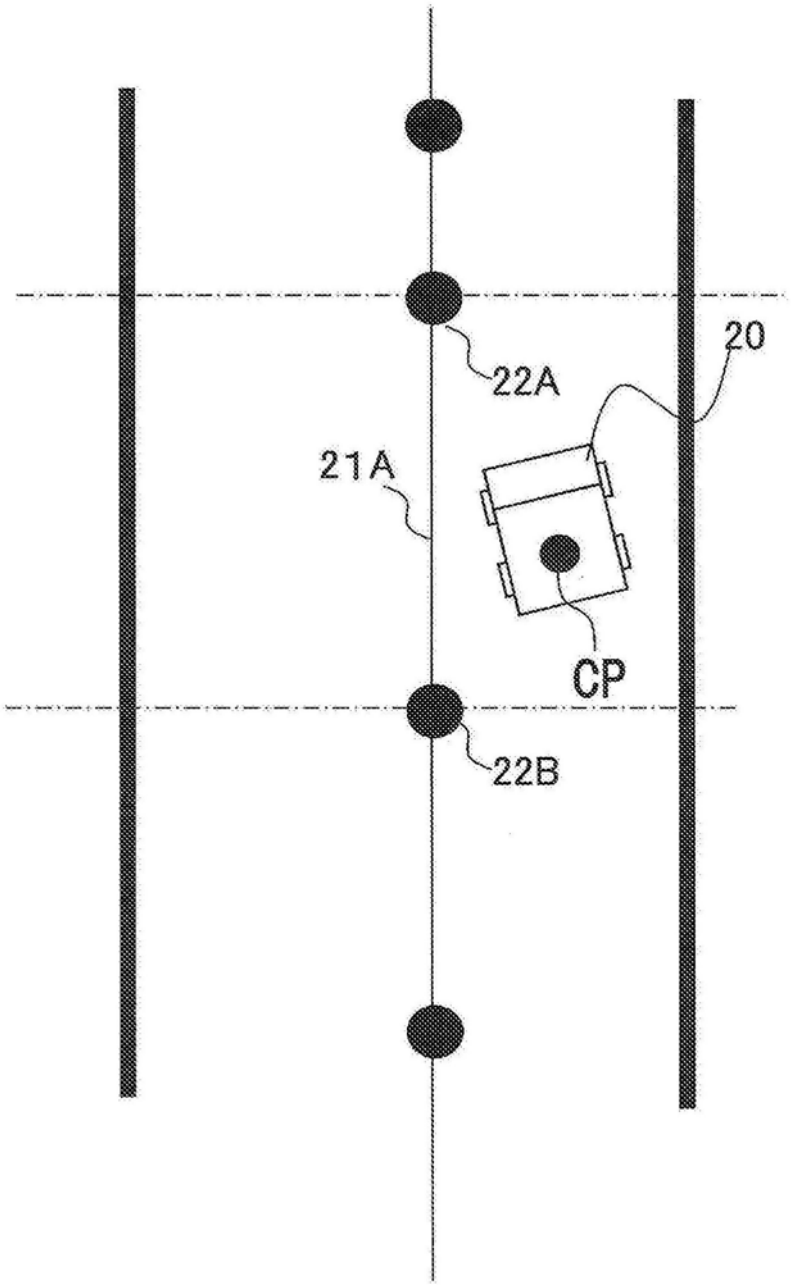


图6

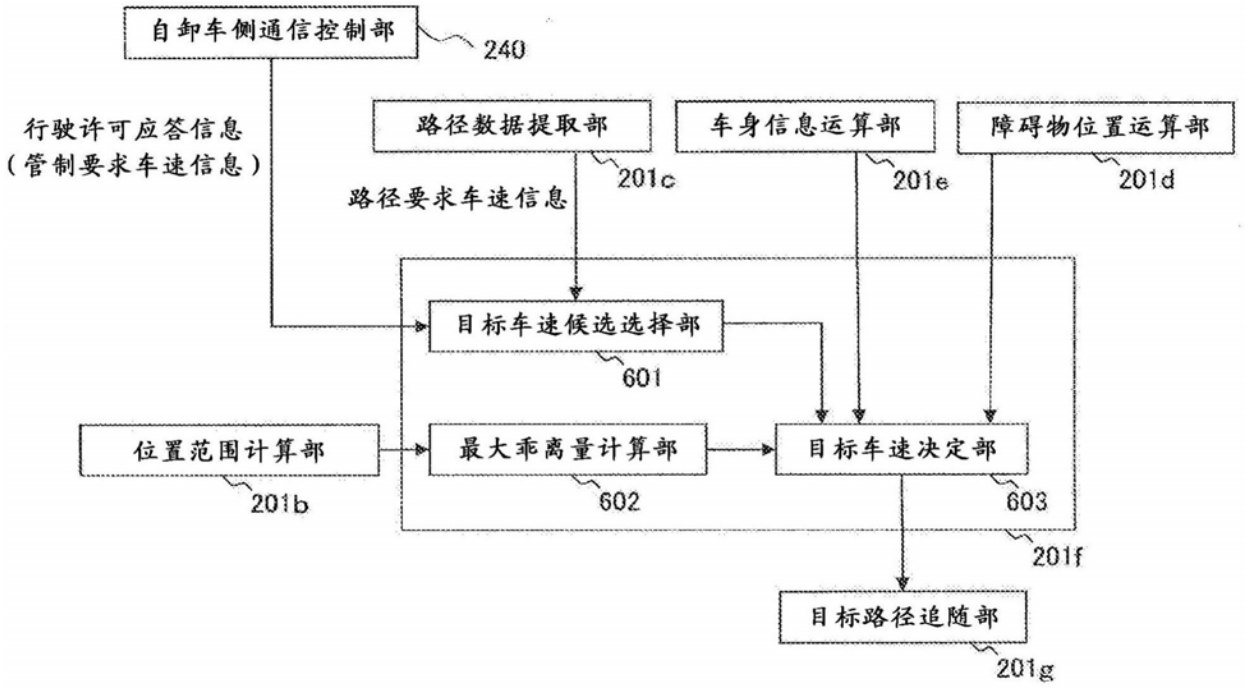

自卸车侧通信控制部
240
行驶许可应答信息
（管制要求车速信息）
路径数据提取部
201c
车身信息运算部
201e
障碍物位置运算部
201d
路径要求车速信息
目标车速候选选择部
601
位置范围计算部
201b
最大乖离量计算部
602
目标车速决定部
603
201f
目标路径追随部
201g

图7

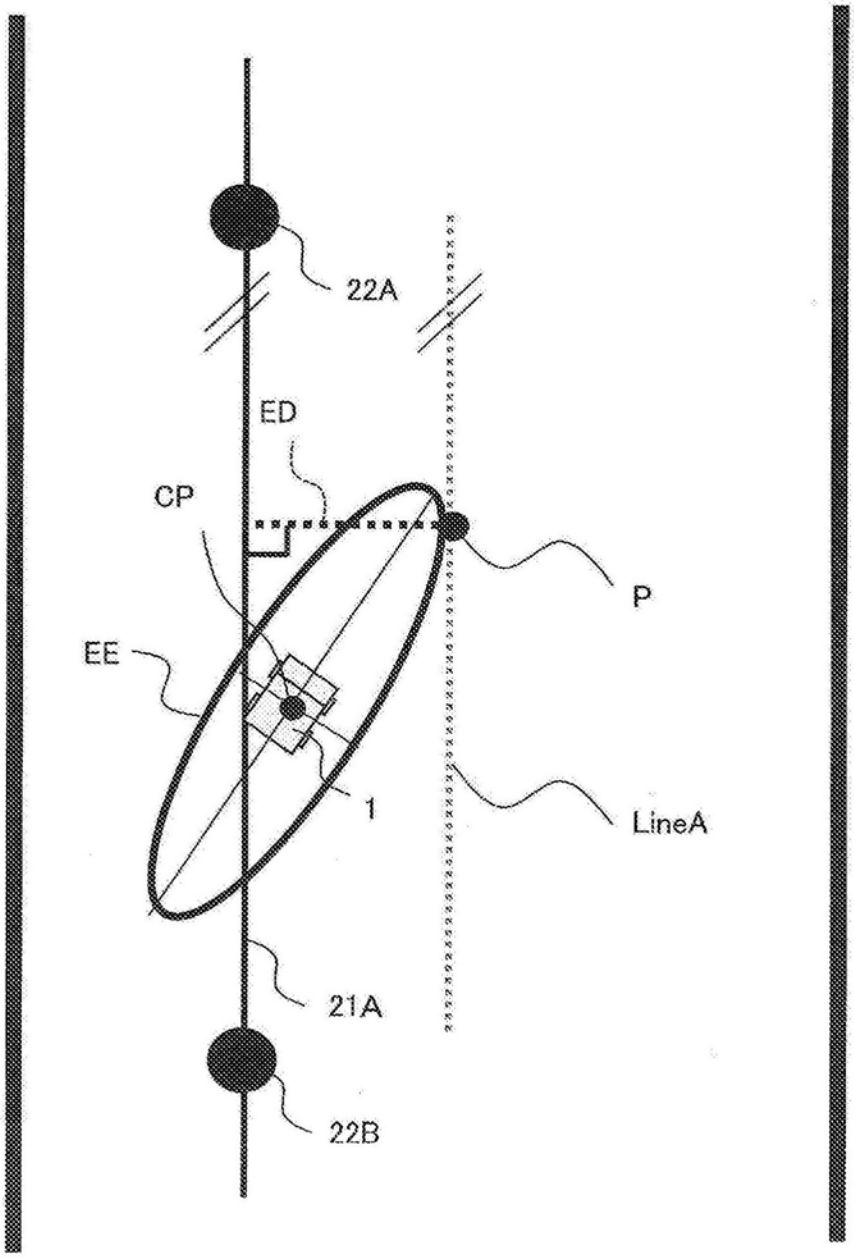


图8

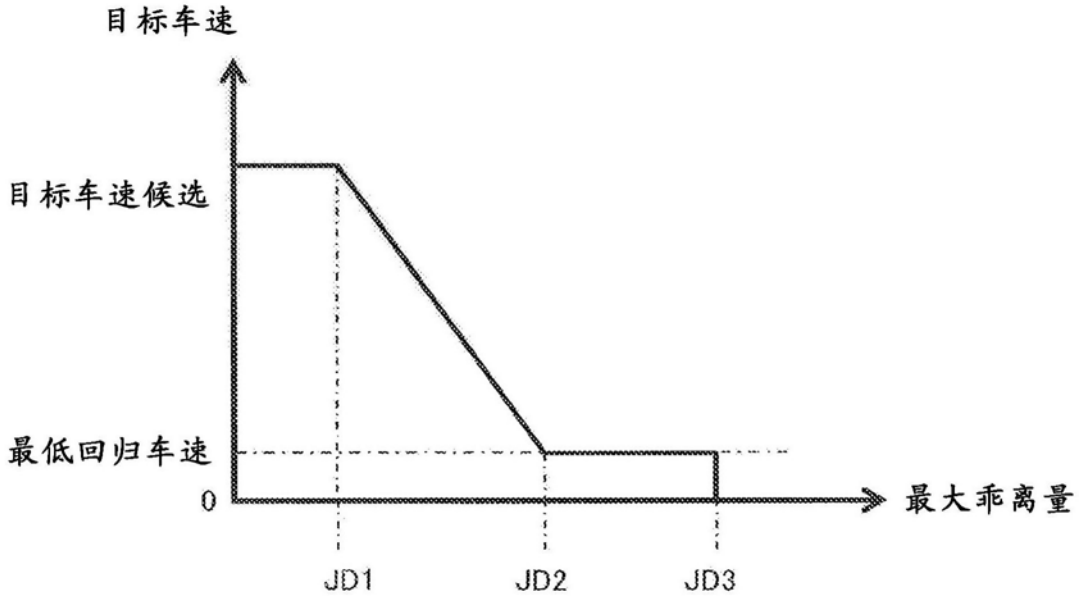


图9

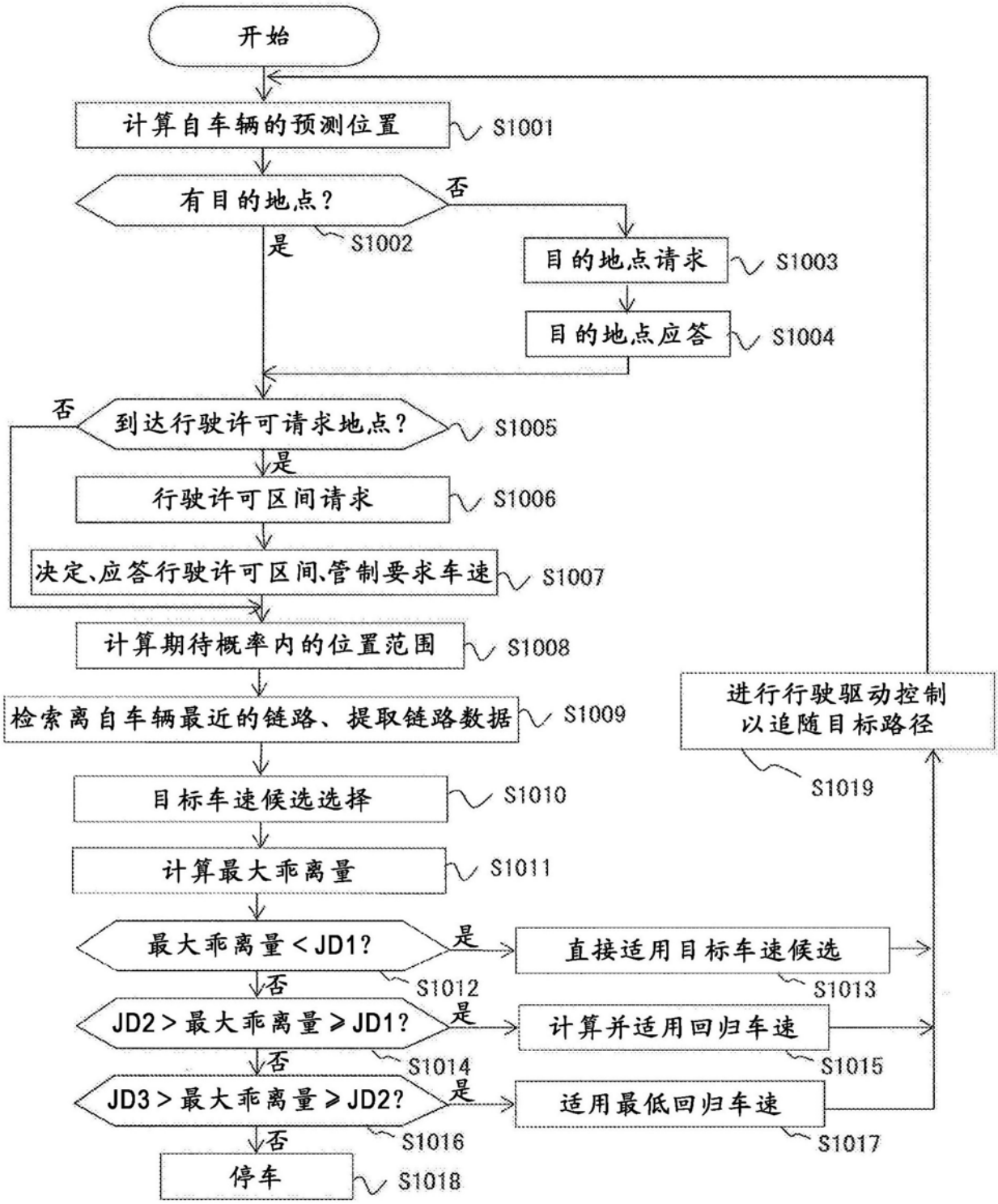

开始
计算自车辆的预测位置
S1001
有目的地点？
否
是
S1002
目的地点请求
S1003
目的地点应答
S1004
否
到达行驶许可请求地点？
S1005
是
行驶许可区间请求
S1006
决定、应答行驶许可区间、管制要求车速
S1007
计算期待概率内的位置范围
S1008
检索离自车辆最近的链路、提取链路数据
S1009
目标车速候选选择
S1010
计算最大乖离量
S1011
最大乖离量＜JD1？
是
S1012
直接适用目标车速候选
S1013
否
JD2＞最大乖离量≥JD1？
是
S1014
计算并适用回归车速
S1015
否
JD3＞最大乖离量≥JD2？
是
S1016
适用最低回归车速
S1017
否
停车
S1018
进行行驶驱动控制
以追随目标路径
S1019

图10

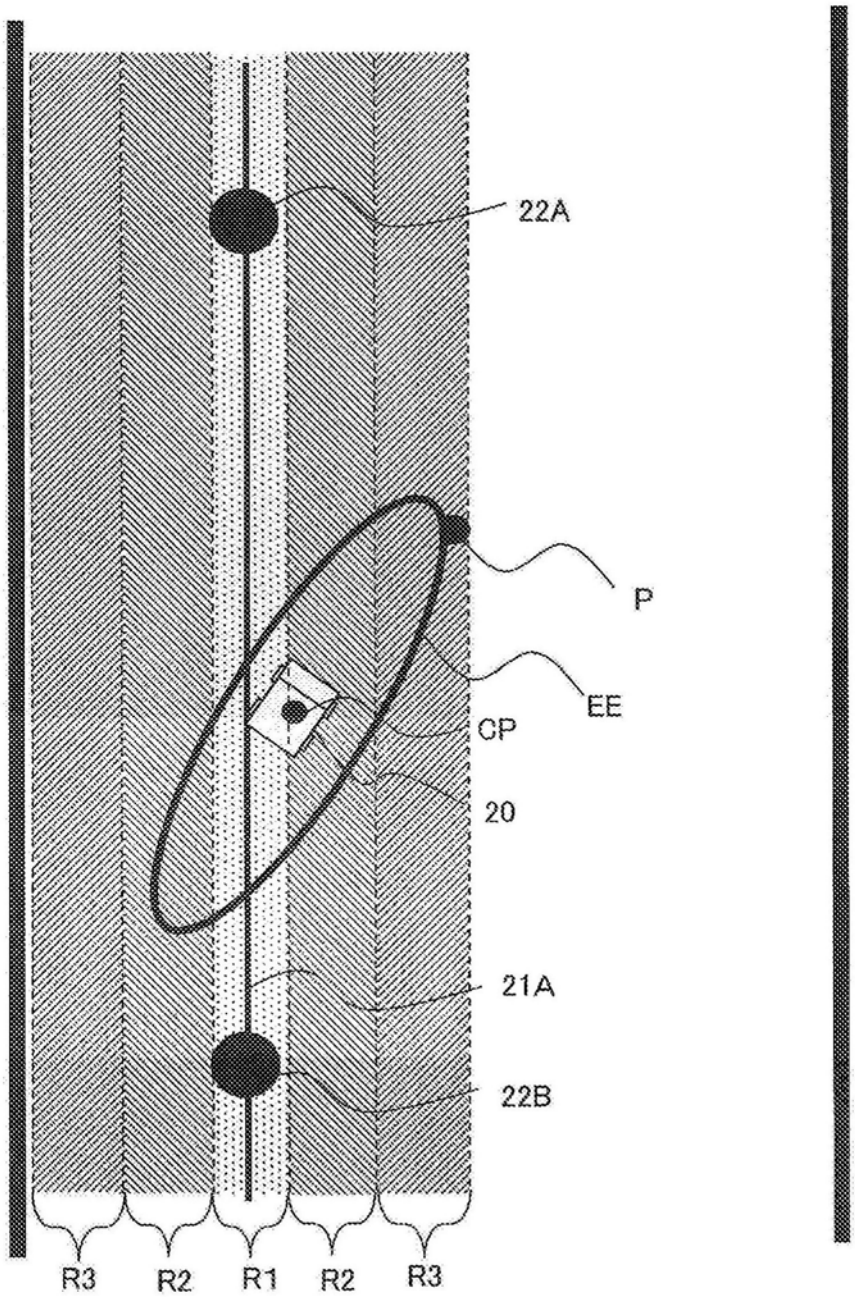


图11