



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106030677 B

(45)授权公告日 2018.02.13

(21)申请号 201580010874.8

中拓久哉 荒井雅嗣

(22)申请日 2015.03.03

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106030677 A

代理人 陈伟 王娟娟

(43)申请公布日 2016.10.12

(51)Int.Cl.

G08G 1/00(2006.01)

(30)优先权数据

G05D 1/02(2006.01)

2014-199471 2014.09.29 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.08.26

(56)对比文件

US 2007293996 A1, 2007.12.20,

US 2007293996 A1, 2007.12.20,

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2015/056257 2015.03.03

US 6480769 B1, 2002.11.12,

JP 2008026960 A, 2008.02.07,

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/051817 JA 2016.04.07

JP 3424834 B2, 2003.05.02,

CN 1926003 A, 2007.03.07,

(73)专利权人 日立建机株式会社

地址 日本东京都

CN 103935361 A, 2014.07.23,

审查员 熊健

(72)发明人 金井政树 滨田朋之 加藤学

权利要求书2页 说明书18页 附图15页

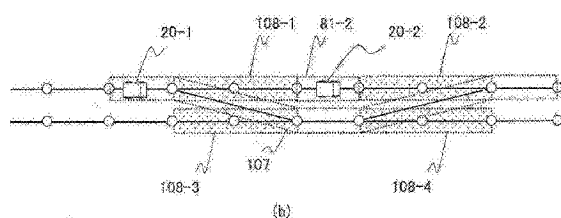
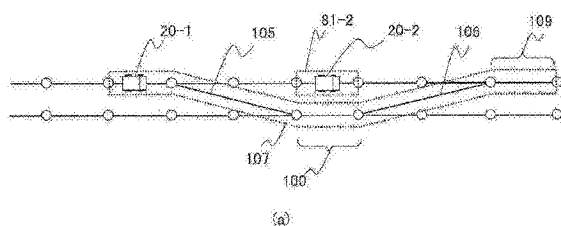
(54)发明名称

管制控制装置

(81-2)的区间长度。

(57)摘要

以闭塞控制为前提,在使用相对车道进行车辆的超越时削减对于无线通信的负担、且进一步降低对相对车道的车辆的行驶时间间隔所付与的影响。作为仅许可自车辆(20-1)行驶的第一行驶许可区间(108)、和仅许可位于自车辆(20-1)的行驶车道前方的停车中的其他车辆(20-2)行驶的第二行驶许可区间(81-2)来进行设定,包括第一移行区间(105)、超越区间(100)及第二移行区间(106)地生成供自车辆(20-1)超越其他车辆(20-2)的超越路径,第一移行区间用于从自车辆的行驶车道向相对车道进行车道变更,该超越区间与该第一移行路径(105)的前端部的节点连续,且通过设定在相对车道上的链路而构成,该第二移行区间与该超越区间(100)的前端部的节点连续,且用于从超越区间(100)回归至行驶车道。此时,缩短预先设定的第二行驶许可区间



1. 一种管制控制装置,其进行管制控制,该管制控制用于使多台车辆在行驶车道以及相对车道并排设置的搬运路径上行驶,并使作为多台所述车辆之一的自车辆经由所述相对车道而超越停在该自车辆的行驶车道的前方的其他车辆,所述管制控制装置的特征在于,具有:

地图信息存储部,其存储行驶车道地图信息以及相对车道地图信息,其中,该行驶车道地图信息使用设置在该行驶车道上的多个节点以及将相邻的节点连结的链路来定义所述行驶车道的地图,该相对车道地图信息使用设置在该相对车道上的多个节点以及将相邻的节点连结的链路来定义所述相对车道的地图;

行驶许可区间管理部,其对于所述自车辆,将在所述行驶车道中的所述自车辆的前方包含至少一个链路的部分区间设定为仅许可该自车辆行驶的第一行驶许可区间,并对于所述其他车辆,将在所述行驶车道中的所述其他车辆的前方包含至少一个链路的部分区间设定为仅许可该其他车辆行驶的第二行驶许可区间;

超越路径生成部,其在所述自车辆进行所述超越时生成包括第一移行区间、超越区间以及第二移行区间的超越路径,其中,该第一移行区间用于从所述行驶车道向所述相对车道进行车道变更,该超越区间与该第一移行区间的前端部的节点连续,且通过设定在所述相对车道上的链路而构成,该第二移行区间与该超越区间的前端部的节点连续,且用于从超越区间回归至所述行驶车道;和

通信控制部,其进行无线通信,该无线通信用于从所述自车辆接收所述第一行驶许可区间的设定请求信息,并发送表示所设定的所述第一行驶许可区间的应答信息,

所述行驶许可区间管理部在所述超越路径生成部生成超越路径时,对于所述第二行驶许可区间,在与所述其他车辆相比的前方残存有所述第二行驶许可区间的情况下,缩短该残存的区间的区间长度,

所述超越路径生成部使所述第一移行区间的前端部的节点以所述自车辆的位置为基准,而位于与缩短了区间长度的所述第二行驶许可区间的后端部的节点沿着所述行驶方向相同的位置或者后方,并使所述超越区间的前端部的节点以所述自车辆的位置为基准,而位于与缩短了区间长度的所述第二行驶许可区间的前端部的节点沿着所述行驶方向相同的位置或者前方,

所述行驶许可区间管理部在接收到所述设定请求信息时,在若将所述行驶许可区间仅设定在所述行驶车道上则会与所述其他车辆干涉的情况下,将所述第一行驶许可区间设定在所述超越路径上。

2. 根据权利要求1所述的管制控制装置,其特征在于,

所述链路以具有单位长度的方式构成,该单位长度是根据所述自车辆或者其他车辆的车身长度、以及对所述链路设定的限制速度的至少一个而决定的,

所述行驶许可区间管理部在所述超越路径生成部生成超越路径时,对于所述第二行驶许可区间,在与所述其他车辆相比的前方残存有多条链路的情况下,取消对于残存区间内的链路的行驶许可,由此减少链路数量而缩短所述第二行驶许可区间的区间长度。

3. 根据权利要求1所述的管制控制装置,其特征在于,

所述行驶许可区间管理部在缩短所述第二行驶许可区间的残存区间的区间长度时,在与从所述其他车辆的当前位置隔开前方裕度距离的安全地点相比的前方具有所述第二行

驶许可区间的残存区间的情况下,以使所述第二行驶许可区间的前端部接近所述安全地点的方式取消对于所述残存区间内的链路的行驶许可,其中,该前方裕度距离是为了避免所述其他车辆与所述自车辆的干涉而设的。

4. 根据权利要求3所述的管制控制装置,其特征在于,

所述行驶许可区间管理部基于所述其他车辆的车身长度、所述自车辆的车身长度、以及所述自车辆的行驶速度的至少一个来决定对于所述残存区间的链路的行驶许可的取消数量。

5. 根据权利要求1所述的管制控制装置,其特征在于,

所述超越路径生成部以使对在所述第一移行区间以及第二移行区间内行驶的所述自车辆施加的横加速度成为为了抑制所述自车辆的侧翻所设的基准横加速度以下的方式决定所述第一移行区间以及第二移行区间的曲率。

6. 根据权利要求1所述的管制控制装置,其特征在于,

还具有超越对象车辆检测部,其基于所述第二行驶许可区间被设定起的持续时间、和用于判断所述其他车辆为停止中的时间阈值之间的比较结果来判定所述其他车辆是否为停车车辆,在为停车车辆的情况下,将所述其他车辆检测为相对于所述自车辆的超越对象车辆。

管制控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及管制控制装置,尤其涉及在行驶有多台不依靠操作员的操纵而自律行驶的无人车辆的作业现场,以不使车辆彼此干涉的方式进行控制的管制控制装置。

背景技术

[0002] 已知如下的自律行驶系统,其将在露天开采矿山等中不依靠操作员的操纵而自律行驶的搬运车辆(以下称为“无人自卸车”)经由无线通信网路与管制控制装置通信连接,来进行各无人自卸车的管制控制。

[0003] 对于管制控制方法,已知有通过与全部车辆频繁地进行通信来掌握车辆间的位置关系从而发送减速或停止等指示的方法、和如下的所谓闭塞控制方法的方法,其对各车辆排他地付与行驶许可区间,以使各车辆仅在所付与的区间内行驶的方式控制或者操纵,由此防止碰撞。在前者的方法中,容易进行车辆间的更灵活的控制,但是需要与所管理的全部车辆以高频率进行通信,具有对无线通信的负担大的缺点。与之相对,后者的闭塞控制方法虽然需要通过行驶许可区间的付与方法来调整车间的位置关系、车间距离等,但是通信的频率只要为更新行驶许可区间的时机即可,因此具有对无线通信的负担少的优点。

[0004] 通常在矿山使用的无线通信为了将可靠性设计得高,具有所允许的通信量少的特征。另外,在矿山中,具有复杂地形的影响,通信中断也会频繁地发生。由此,希望尽量减少通信频率。因此,矿山中的自律行驶系统的管制控制优选使用闭塞控制方法。

[0005] 但是,在露天开采矿山中,在行驶有多台无人自卸车的情况下,具有如下情况:因突发的不良情况而导致在前方行驶的无人自卸车停止,而需要超越前方的停车车辆。作为该超越技术的一例,而在专利文献1中公开了如下的内容,即“基于行驶路径的行驶状态的监视结果,而在往返双车道中的一条车道上行驶的一台车辆的前方设定进入禁止区域,并付与避开进入禁止区域而在与一条车道相对的相对车道的一部分区间内行驶的行驶指令。对在相对车道上行驶的相对车辆付与禁止进入一部分区间的行驶指令。另外,设定行驶路径的条件设定区间中的上限速度,包含与条件设定区间对应地设定的上限速度在内的行驶条件作为行驶指令而被付与给车辆。在车辆被付与了行驶指令的情况下,以不超过上限速度的速度在行驶路径内行驶”。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:美国专利第6480769号说明书

[0009] 上述专利文献1所公开的构成中,超越路径的距离是由进入禁止区域、和车道变更的距离的合计来决定的。但是,为了以这种最短的路径来执行超越,需要频繁地掌握车辆的位置,对无线通信的负担变大。由此,从削减无线通信量的观点考虑,实情是在使用了闭塞控制的自律行驶系统中无法使用导致无线通信增加的专利文献1的超越技术。

[0010] 另外,通常,在使用对应车道来实施超越时,具有相对车道的车辆会在超越结束以前的期间待机的情况,导致待机的车辆与该先行车辆之间的间隔扩大了。挖掘机对1台自卸

车的装载作业时间在某种程度上是被决定的,由此,在自卸车的行驶时间间隔变得比挖掘机装载时间长的情况下,会发生在对一台自卸车的装载结束了之后,挖掘机不得不待机直到下一台自卸车到达的状况。在此过程中,挖掘机不得不临时停止掘削作业,由此作为矿山的生产效率降低。尤其是具有超越车辆从相对车道通行的时间越长,其影响变得越大的课题。

发明内容

[0011] 本发明是鉴于上述课题做出的,以提供一种管制控制装置为目的,该管制控制装置以闭塞控制为前提,在使用相对车道来进行车辆的超越时,削减对无线通信的负担、以及进一步降低对相对车道的车辆的行驶时间间隔所付与的影响。

[0012] 为了解决上述课题,本发明的管制控制装置进行管制控制,该管制控制用于使多台车辆在行驶车道以及相对车道并排设置的搬运路径上行驶,并使作为多台所述车辆之一的自车辆经由所述相对车道而超越停在该自车辆的行驶车道的前方的其他车辆,所述管制控制装置的特征在于,具有:地图信息存储部,其存储行驶车道地图信息以及相对车道地图信息,其中,该行驶车道地图信息使用设置在该行驶车道上的多个节点以及将相邻的节点连结的链路来定义所述行驶车道的地图,该相对车道地图信息使用设置在该相对车道上的多个节点以及将相邻的节点连结的链路来定义所述相对车道的地图;行驶许可区间管理部,其对于所述自车辆,将在所述行驶车道中的所述自车辆的前方包含至少一个链路的部分区间设定为仅许可该自车辆行驶的第一行驶许可区间,并对于所述其他车辆,将在所述行驶车道中的所述其他车辆的前方包含至少一个链路的部分区间设定为仅许可该其他车辆行驶的第二行驶许可区间;超越路径生成部,其在所述自车辆进行所述超越时生成包括第一移行区间、超越区间以及第二移行区间的超越路径,其中,该第一移行区间用于从所述行驶车道向所述相对车道进行车道变更,该超越区间与该第一移行路径的前端部的节点连续,且通过设定在所述相对车道上的链路而构成,该第二移行区间与该超越区间的前端部的节点连续,且用于从超越区间回归至所述行驶车道;和通信控制部,其进行无线通信,该无线通信用于从所述自车辆接收所述第一行驶许可区间的设定请求信息,并发送表示所设定的所述第一行驶许可区间的应答信息,所述行驶许可区间管理部在所述超越路径生成部生成超越路径时,对于所述第二行驶许可区间,在与所述其他车辆相比的前方残存有所述第二行驶许可区间的情况下,缩短该残存的区间的区间长度,所述超越路径生成部使所述第一移行路径的前端部的节点以所述自车辆的位置为基准,而位于与缩短了区间长度的所述第二行驶许可区间的后端部的节点沿着所述行驶方向相同的位置或者后方,并使所述超越区间的前端部的节点以所述自车辆的位置为基准,而位于与缩短了区间长度的所述第二行驶许可区间的前端部的节点沿着所述行驶方向相同的位置或者前方,所述行驶许可区间管理部在接收到所述设定请求信息时,在若将所述行驶许可区间仅设定在所述行驶车道上则会与所述其他车辆干涉的情况下,将所述第一行驶许可区间设定在所述超越路径上。

[0013] 发明效果

[0014] 根据本发明,能够提供如下的管制控制装置,该管制控制装置以闭塞控制为前提,在使用相对车道来进行车辆的超越时,削减了对无线通信的负担、并且进一步降低了对相对车道的车辆的行驶时间间隔所付与的影响。上述内容之外的课题、构成以及效果通过以

下的实施方式的说明会变得明确。

附图说明

[0015] 图1是表示自律行驶系统的概略构成的图。

[0016] 图2是管制控制装置以及自卸车的硬件构成图,图2的(a)表示管制服务器,图2的(b)表示自卸车。

[0017] 图3是表示自卸车的外观的图。

[0018] 图4是表示管制服务器的主要功能的功能框图。

[0019] 图5是表示行驶控制装置的主要功能的功能框图。

[0020] 图6是表示自卸车所行驶的露天开采矿山现场的构成例的图,图6的(a)表示矿山内的搬运路径的整体,图6的(b)表示单侧一车道的搬运路径,图6的(c)表示往路为双车道,回路为一车道的搬运路径。

[0021] 图7是表示自律行驶开始时的自卸车与管制服务器之间的通信动作的图,图7的(a)表示从自卸车发送目的地的请求消息的状态,图7的(b)表示来自管制服务器的应答状态,图7的(c)表示行驶许可区间的请求以及应答状态。

[0022] 图8是表示行驶许可区间的设定的具体内容的图,图8的(a)表示从自卸车发送行驶许可区间的请求消息的状态,图8的(b)表示来自管制服务器的应答消息,图8的(c)表示行驶许可区间的请求以及应答状态。

[0023] 图9是表示管制控制处理流程的流程图。

[0024] 图10是表示图9的超越路径生成处理的具体内容的流程图。

[0025] 图11是表示行驶许可区间的最小值的付与方法的图,图11的(a)表示没有考虑链路的长度的情况下的行驶许可区间的最小值,图11的(b)表示在前后设有裕度的情况的一例,图11的(c)表示在前后设有裕度的情况的其他例。

[0026] 图12是表示超越路径生成的概要的图,图12的(a)表示在自车辆的前方具有成为超越对象的其他车辆的状态,图12的(b)表示超越路径的一例,图12的(c)表示超越路径的其他例。

[0027] 图13是表示对于超越路径的行驶许可区间设定方法的概要的图,图13的(a)表示超越路径,图13的(b)表示对其设定的行驶许可区间。

[0028] 图14是对于超越车辆的行驶许可区间设定的流程图。

[0029] 图15是表示伴随超越路径的删除的新的行驶许可区间的处理流程的流程图。

具体实施方式

[0030] 在以下的实施方式中,为了方便而在必要时,划分为多个部分或实施方式来说明。在以下的实施方式中,在提及要素的数等(包括个数、数值、量、范围等)的情况下,除了特别明示的情况以及原理上明确地限定为特定的数的情况等之外,并不限定为该特定的数,可以为特定的数以上,也可以为其以下。此外,在以下的实施方式中,其构成要素(包括处理步骤等)除了特别明示的情况以及原理上明确地考虑为是必须的情况等之外,并不一定是必须的。

[0031] 另外,以下的实施方式中的各构成、功能、处理部、处理单元等的一部分或者全部,

也可以作为例如集成电路及其他硬件来实现。另外,后述的各构成、功能、处理部、处理单元等也可以作为在计算机上执行的程序来实现。即,可以作为软件来实现。实现各构成、功能、处理部、处理单元等的程序、表格、文件等的信息,能够存储于存储器或硬盘、SSD(Solid State Drive)等存储装置、IC卡、SD卡、DVD等存储介质中。

[0032] 以下,基于附图来具体说明本发明的实施方式。此外,在用于说明实施方式的全部附图中,对具有相同功能的部件标注相同或关联的附图标记,并省略其重复的说明。另外,在以下的实施方式中,除了在特别需要时以外,原则上不重复说明相同或等同的部分。

[0033] 首先,基于图1,说明包括本发明的管制服务器的自律行驶系统的概略构成。图1是表示自律行驶系统的概略构成的图。

[0034] 图1所示的自律行驶系统1以将矿山用的自律行驶搬运车辆20-1、20-2和管制控制装置31经由无线通信网路40而相互通信连接的方式构成,其中,该矿山用的自律行驶搬运车辆20-1、20-2在矿山等的采石场中,用于搬运从进行掘削以及装载作业的挖掘机10-1、10-2所装载的土砂或矿石等的装载物,该管制控制装置31设置在采石场的附近或远程的管制中心30。作为自律行驶搬运车辆而使用自卸卡车,因此以下将自律行驶搬运车辆称为自卸车。管制控制装置31是发送对于各自卸车20-1、20-2的自律行驶控制所必要的管制指令的管制控制装置。另外,在不区分各挖掘机10-1、10-2而总称挖掘机时,记载为挖掘机10。同样地,在不区分自卸车20-1、20-2而总称自卸车时,记载为自卸车20。

[0035] 各自卸车20-1、20-2沿着在矿山内预先设定的搬运路径60而在挖掘机10-1或者10-2、以及未图示的卸载场地之间往返,从而搬运装载物。

[0036] 在矿山内设置有多个无线基站41-1、41-2、41-3。而且,经由这些无线基站41-1、41-2、41-3来接收发送无线通信的电波。

[0037] 挖掘机10-1、10-2以及各自卸车20-1、20-2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 Satellite System)的至少4个导航卫星50-1、50-2、50-3、50-4接收测位电波来获取自车辆的位置。作为GNSS,例如可以使用GPS(Global Positioning System)、GLONASS、GALILEO。

[0038] 自卸车20包括:形成主体的车架21;前轮22以及后轮23;能够以设在车架21的后方部分的铰链销(未图示)为转动中心而沿上下方向转动的货箱24;和使该货箱24沿上下方向转动的左右一对的抬升液压缸(未图示)。另外,自卸车20在通信良好的部位、例如自卸车20的上表面前方,设置有用与无线通信网路40连接的天线25。

[0039] 而且,自卸车20为了依照来自管制控制装置31的指示而自律行驶,搭载有行驶控制装置200。

[0040] 管制控制装置31连接在用于与无线通信网路40连接的天线32上。而且,管制控制装置31经由天线32、无线基站41-1、41-2、41-3而与自卸车20通信。本实施方式的管制控制装置31的特征在于,进行如下的管制控制,该管制控制用于使多台车辆行驶于行驶车道以及相对车道并排设置的搬运路径上,并使作为多台车辆之一的自车辆经由相对车道而超越正停在自车辆的行驶车道的前方的其他车辆。

[0041] 接着,参照图2以及图3,来说明图1的管制控制装置31以及自卸车20的硬件构成。图2是管制控制装置31以及自卸车20的硬件构成图,图2的(a)表示管制服务器,图2的(b)表示自卸车。图3是表示自卸车20的外观的图。

[0042] 如图2的(a)所示,管制控制装置31包括CPU311、RAM(Random Access Memory)312、ROM(Read Only Memory)313、HDD(Hard Disk Drive)314、I/F315、总线318。而且,CPU311、RAM312、ROM313、HDD314以及I/F315经由总线318而连接地构成。

[0043] 而且,管制控制装置31具有显示装置316以及输入装置317,其与I/F315连接。另外,在I/F315上连接有用于与无线通信网路40连接的显示控制部340。

[0044] CPU311为运算部,控制管制控制装置31整体的动作。

[0045] RAM312为能够高速地读写信息的易失性存储介质,CPU311作为处理信息时的作业区域来使用。

[0046] ROM313是读取专用的非易失性存储介质,存储有自律行驶控制程序。

[0047] HDD314是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。

[0048] 显示装置316是用于供用户视觉确认矿山内的自卸车的行驶状况的用户界面,例如由LCD(Liquid Crystal Display)构成。

[0049] 输入装置317是用于供用户向管制控制装置31输入信息的用户接口,例如使用鼠标、键盘和层叠于LCD的触摸面板(省略图示)来构成。

[0050] 另一方面,如图2的(b)所示,自卸车20的行驶控制装置200包括CPU201、RAM202、ROM203、HDD204、I/F205、以及总线208。而且,CPU201、RAM202、ROM203、HDD204、以及I/F205经由总线208连接地构成。而且,在I/F205上连接有行驶驱动装置210、位置计算装置220、车载传感器230、以及车辆侧通信装置240。

[0051] 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的转向角的转向装置212;以及用于使自卸车20行驶的行驶装置213。

[0052] 位置计算装置220是对自身位置进行特定的单元,在本实施方式中,使用接收来自测位卫星50-1、50-2、50-3、50-4的测位电波来计算自车辆的位置的GPS装置,因此在自卸车20中具有GPS天线221(参照图3)。位置计算装置220也可以不需要GPS,而使用例如惯性计测装置(IMU:Inertial Measurement Unit)、和基于来自设置在地面上的基站电波来特定位置的装置所构成的装置。在该情况下,自卸车20代替GPS用的天线221,而具有该系统用的天线、陀螺仪传感器、和检测车轮的转速的传感器。

[0053] 车载传感器230用于识别、推定自卸车20的速度和周边的环境,例如,路肩检测单元和检测前方障碍物的单元相当于该传感器。作为路肩检测单元,在本实施方式中具有激光雷达传感器231L、231R(参照图3),但并不限于此,也可以通过使用摄像头的图像处理来检测路肩。在该情况下,激光雷达传感器231L、231R被替代为以俯瞰车身侧方的方式设置的摄像头。另外,作为前方障碍物的检测单元,在本实施方式中具有毫米波雷达传感器232,使用其输出来检测自卸车20的行驶方向前方的障碍物,但是也可以替代毫米波雷达传感器232而具有朝向前方的多个摄像头。在该情况下,多个摄像头的安装位置可以与图3所示的位置相比更位于上方,并以俯瞰前方的方式设置。

[0054] 车载传感器230的检测结果显示向行驶控制装置200输出,通常时,以不从行驶路径脱离的方式用于行驶位置的监视和/或加减速,紧急时,用于紧急回避行动所必要的制动动作。

[0055] 在这种硬件构成中,存储于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取至RAM202、312,依照CPU201、311的控制而动作,由此使自律行驶控制程序(软件)与硬件协作,从而实现管制控制装置31以及行驶控制装置200的功能。此外,在本实施方式中,通过软件和硬件的组合来说明了管制控制装置31以及行驶控制装置200的构成,但是,特别是自卸车20也可以使用用于实现在自卸车侧所执行的自律行驶控制程序的功能的集成电路来构成。

[0056] 接着参照图4以及图5,说明管制控制装置31、自卸车20以及有人车辆90的功能构成。图4是表示管制服务器的主要功能的功能框图。图5是表示行驶控制装置200的主要功能的功能框图。

[0057] 如图4所示,管制控制装置31包括:服务器侧通信控制部310,其进行用于与自卸车20无线通信的控制;管制控制部320,其决定自卸车20的目的地和向该目的地前进的行驶路径,另外以不使自卸车相互干涉的方式进行交通管制;显示控制部340,进行对于显示装置316(参照图2的(a))的显示控制处理;管制地图信息存储部314,其存储供自卸车20行驶的搬运路径的地图信息;以及管制信息存储部319,其存储对各自卸车20设定的行驶许可区间和自卸车20的当前的行驶速度、车身长度等。

[0058] 上述搬运路径60以包括往路以及回路的方式构成,与自车辆所行驶的行驶车道并排地设有相对车道。

[0059] 服务器侧通信控制部310与显示控制部340连接而进行如下的控制,该控制用于在与自卸车20之间进行实时的无线通信。

[0060] 管制控制部320包括配车管理部322、行驶许可区间管理部323、以及地图信息生成部321、超越对象车辆检测部324、超越可否判定部325、超越路径生成部326。

[0061] 地图信息生成部321在自律行驶控制的生成之前,生成往路地图信息(相当于行驶车道地图信息),该往路地图信息是基于一边使航测车在搬运路径60的往路以及回路上行驶一边通过搭载于航测车上的位置计算装置来计算行驶位置所得到的限制信息,使用由往路上的多个地点构成的节点以及将相邻的节点连结的链路来定义的。同样地也生成回路的地图信息(相当于相对车道地图信息)。这些地图信息中所包含的链路的长度具有根据自卸车20的车身长度、以及对链路设定的限制速度的至少一个所决定的单位长度。例如链路的单位长度可以为自卸车20的车身长度的 n 倍(n 为自然数),也可以为,若相当于各链路的搬运路径的区间的限制速度快,则增加单位长度,若限制速度慢则缩短单位长度。往路地图信息以及回路地图信息存储于管制地图信息存储部314。

[0062] 配车管理部322设定自卸车20的目的地,并参照存储于管制地图信息存储部314的地图信息来决定从当前位置向目的地前进的行驶路径。作为配车管理部322的处理例,例如在自卸车20处于停车场的情况下,将包括装载位置的装载场地的入口设定为目的。而且配车管理部322设定从停车场到达至装载入口为止的行驶路径。而且,配车管理部322在自卸车20处于装载位置的情况下,将卸载场地设定为目的,生成到达至卸载场地的行驶路径。另外,配车管理部322随着装载场地中的装载位置的移动而动态地生成从装载场地的入口至装载位置的行驶路径,即每当各自卸车20从装载场地的目的地行驶至装载位置时进行生成。另外,也动态地生成从卸载场地的入口至装载位置的行驶路径。

[0063] 行驶许可区间管理部323针对各自卸车20,参照存储于管制地图信息存储部314的地图信息,将上述决定的行驶路径上的部分区间设定为许可自卸车20行驶的行驶许可区

间,并将表示该行驶许可区间的位置的区间信息存储于管制信息存储部319。行驶许可区间管理部323基于行驶许可区间所包含的节点以及链路的数量来决定行驶许可区间的区间长度。

[0064] 在区间信息中,包括:行驶许可区间的最前端的节点、即前方边界点的节点识别信息(以下将识别信息记载为“ID”);以及最后端的节点、即后方边界点的节点ID。

[0065] 行驶许可区间管理部323当从各自卸车20接收请求新的行驶许可区间的设定这一信息(以下称为“区间请求消息”)时,与其对应地进行行驶许可区间的设定处理。行驶许可区间管理部323在设定了新的行驶许可区间时生成表示该行驶许可区间的信息(以下称为“区间应答消息”),在无法实现的情况下,生成表示不许可行驶的不许可应答消息。

[0066] 行驶许可区间管理部323当对各自卸车20设定新的行驶许可区间时,将新生成的区间信息覆写于存储在管制地图信息存储部314内的区间信息,来更新。

[0067] 在作为本发明特征的超越控制处理中,行驶许可区间管理部323进行对暂时设定的行驶许可区间内所包括的链路以及节点的数量进行修正的处理。更具体地,在自车辆(超越车辆)所行驶的行驶车道(例如往路)的前方存在有其他车辆(超越对象车辆)的情况下,行驶许可区间管理部在后述的超越路径生成部生成超越路径时,在其他车辆的行驶许可区间(相当于第二行驶许可区间)中,在其他车辆的前方残存有多条链路的情况下,减少该残存的链路的数量来缩短区间长度。当减少链路的数量时,在与从其他车辆的当前位置隔开为了避免其他车辆与自车辆的干涉而设的前方裕度距离的安全地点相比的前方,具有其他车辆的行驶许可区间的残存区间的情况下,以使该行驶许可区间的前端部接近安全地点的方式,取消对于残存区间内的链路的行驶许可,由此来进行处理。

[0068] 行驶许可区间管理部323也可以基于其他车辆的车身长度、自车辆的车身长度、以及自车辆的行驶速度的至少一个来决定对于残存区间的链路的行驶许可的取消数量。

[0069] 而且,行驶许可区间管理部323在从自车辆收到行驶许可区间的设定请求,若仅在行驶车道上设定对于自车辆的行驶许可区间(相当于第一行驶许可区间)则会与其他车辆干涉的情况下,对超越路径设定新的行驶许可区间。

[0070] 超越对象车辆检测部324也可以根据行驶许可区间管理部323所管理的行驶许可区间的状态、例如从设定了行驶许可区间起的经过时间、或经由服务器侧通信控制部所接收的自卸车20的速度信息等,来检测前后行驶的多台自卸车20-1、20-2中在前方行驶的自卸车是否为应该超越的超越对象车辆。在本实施方式中,基于从设定了行驶许可区间起的持续时间与用于判定为设定了行驶许可区间的车辆处于停止中的时间阈值之间的比较结果,来判定该车辆是否为停车车辆,在为停车车辆的情况下,将该车辆检测为超越对象车辆。

[0071] 超越可否判定部325参照管制地图信息存储部314的地图信息,判定超越对象车辆检测部324所检测到的超越对象车辆是否能够在搬运路径上的地点中超越。此外,在本实施方式中,如后述那样地,将停止车辆检测为超越对象车辆。因此,只要为行驶中的自车辆,则必定能够将超越对象车辆(停止车辆)超越,因此超越可否判定部325不是必须的。

[0072] 超越路径生成部326在自车辆相对于其他车辆实施超越的地点的附近生成超越路径。所生成的路径通过超越路径生成部326而存储于管制地图信息存储部314,配车管理部322将包含本超越路径的行驶路径,再设定为自卸车20(中的、进行超越的自卸车)的行驶路

径。另外,行驶许可区间管理部对自车辆设定行驶许可区间,该行驶许可区间包含存储在管制地图信息存储部314内的超越路径上的区间。

[0073] 更具体地,超越路径生成部326以包含第一移行区间、超越区间、第二移行区间的方式生成,其中,该第一移行区间用于从自车辆的行驶车道向相对车道进行车道变更,该超越区间与第一移行路径的前端部的节点连续,通过设定在相对车道上的链路而构成,该第二移行区间与该超越区间的前端部的节点连续,并用于从超越区间回归至行驶车道。此时,第一移行路径的前端部的节点以自车辆的位置为基准,而位于与缩短了区间长度的其他车辆的行驶许可区间的后端部的节点沿着行驶方向相同的位置或者后方。另外,超越区间的前端部的节点以自车辆的位置为基准,而位于与其他车辆的行驶许可区间的前端部的节点沿着行驶方向相同的位置或者前方。

[0074] 超越路径生成部326也可以以使对在第一移行区间以及第二移行区间行驶中的自车辆施加的横加速度,成为为了抑制自车辆的侧翻而设的基准横加速度以下的方式决定第一移行区间以及第二移行区间的曲率。

[0075] 显示控制部340获取地图信息、各自卸车20的位置、以及对各车辆所设定的行驶许可区间的信息,对在表示行驶路径的地图图像上表示自卸车20的图像、以及表示所设定的行驶许可区间的图像进行重叠显示。在图4中,为了便于说明,显示控制部340与服务器侧通信控制部310以及I/F315连接的方式进行了图示,但是显示控制部340也可以构成为,从管制控制部320或者其中所包含的构成要素来获取成为显示对象的数据。

[0076] 管制控制装置31所具有的服务器侧通信控制部310、管制控制部320通过由图3所示的CPU311(硬件)来执行实现其功能的软件而构成。另外,管制地图信息存储部314通过能够固定地存储信息的存储装置、例如HDD而构成。

[0077] 如图5所示,搭载于自卸车20的行驶控制装置200具有车辆侧通信控制部250、请求信息处理部260、自律行驶控制部270、以及车辆地图信息存储部204a。

[0078] 车辆侧通信控制部250控制在与管制控制装置31之间所进行的无线通信。车辆侧通信控制部250进行区间请求消息的发送以及区间应答消息或者不许可应答消息的接收。

[0079] 请求信息处理部260基于在车辆地图信息存储部204a中所储存的地图信息(与在管制地图信息存储部314中所储存的地图信息相同)、以及位置计算装置220(参照图2)所计算的当前位置,来判断自卸车20是否已到达至发送请求消息的地点,当到达至请求地点时,生成请求消息并经由车辆侧通信控制部250而对管制控制装置31发送请求消息。

[0080] 自律行驶控制部270从位置计算装置220获取自车辆的当前位置,参照车辆地图信息存储部204a的地图信息,对行驶驱动装置210(参照图2)而进行用于使自车辆依照在区间应答消息中所包含的行驶许可区间来行驶的控制。另外,自律行驶控制部270基于车载传感器230的检测结果来判定有无前方障碍物,也判定有无与障碍物的干涉、碰撞的回避动作,若需要,则进行用于制动动作的控制。而且自律行驶控制部270依照来自管制控制装置31的指示,进行对制动装置211的驱动控制,并进行减速动作、通常停止动作、或者紧急停止动作。

[0081] 车辆侧通信控制部250、请求信息处理部260、以及自律行驶控制部270通过由图3所示的CPU201来执行实现其功能的软件而构成。存储在车辆地图信息存储部204a内的地图信息构成为储存在HDD204上的数据。

[0082] 接着,参照图6~图8来说明自卸车行驶时的与管制服务器之间的处理。图6是表示自卸车所行驶的露天开采矿山现场的构成例的图,图6的(a)表示矿山内的搬运路径的整体,图6的(b)表示单侧一车道的搬运路径,图6的(c)表示往路为双车道,回路为一车道的搬运路径。图7是表示自律行驶开始时的自卸车与管制服务器之间的通信动作的图,图7的(a)表示从自卸车发送目的地的请求消息的状态,图7的(b)表示来自管制服务器的应答状态,图7的(c)表示行驶许可区间的请求以及应答状态。图8是表示行驶许可区间的设定的具体内容的图,图8的(a)表示从自卸车发送行驶许可区间的请求消息的状态,图8的(b)表示来自管制服务器的应答消息,图8的(c)表示行驶许可区间的请求以及应答状态。

[0083] 图6的(a)所示的附图标记61表示基于挖掘机10等的矿山机械所作业的掘削现场以及供矿山机械向自卸车20装载的装载场地61。装载场地61中,将自卸车20停在挖掘机10的周围来进行装载作业的位置称为装载位置(相当于图6的LP)。挖掘机10所挖掘的表土和矿石在装载场地61内装载至自卸车20。附图标记62为将表土摊开的卸载场地,从装载场地61运来的表土等被卸载在该场所,摊开为层状或者放射状。附图标记63为对矿石进行破碎处理的粉碎机等所设置的卸载场地,被破碎的矿石通过传送带等向基于货车的运出场地或者处理设备等搬运。

[0084] 另外,QP是向装载场地61进入的入口,且QP表示自卸车20停车等待直到从挖掘机10对自卸车发出了向装载位置的进入许可(CALL)的待机位置。图6的EXIT是自卸车20从装载场地61离开的出口。

[0085] 自卸车20在装载场地61内装载表土或矿石,在搬运路径60上行驶而将其向卸载场地62或63搬运。

[0086] 如图6的(b)所示,搬运路径60构成为单侧一车道,但也可以包括往路64f以及回路64b的双车道,也可以如图6的(c)所示地,由往路为双车道64f__1、64f__2且回路为一车道64b的合计三车道地构成,车道数没有被限定。此外,在包括三车道以上的搬运路径中,本实施方式中所说明的超越控制处理并不是行驶方向相同的车道间的超越,而涉及行驶方向相反的车道、即从自车辆的行驶车道突出至相对车道来超越时的控制处理。

[0087] 另外,设定为往路和回路的节点65以及链路66可以如图6的(b)所示地,以在往路64f以及回路64b并行的状态下成为平行的方式设定,也可以如图6的(c)所示地,往路64f__1、64f__2的节点65以及链路66不与回路64b的节点65以及链路66平行,分别独立地设定。而且,节点65也可以如图6的(b)那样地构成为,设定为等间隔而使链路66的长度为固定的长度,也可以如图6的(c)那样地,改变节点65的间隔,也改变链路66的长度。

[0088] 自卸车20沿着在往路64f以及回路64b上所设定的行驶许可区间而行驶。行驶路径64是作为在地图上所设定的坐标值而被付与的。自卸车20一边比较由GPS或其他位置计算装置所特定的自身位置与行驶路径64的坐标值一边控制加减速和转向,由此沿着行驶路径64自律行驶。行驶许可区间作为仅许可自车辆行驶且阻止其他车辆进入的闭塞区间来发挥作用。由此,避免自卸车彼此碰撞。

[0089] 自卸车20在装载场地61内完成了表土或矿石的装载的状态、或者在卸载场地62或63中完成了卸载的状态下,如图7的(a)所示,对管制控制装置31发送要求目的地的消息(目的地请求消息)。在自卸车20的情况下,自卸车20的行驶控制装置200中所包括的请求信息处理部260判断当前的自身位置和车辆的状况(停车中)并经由车辆侧通信控制部250来发

送该消息。

[0090] 该目的地请求消息由管制控制装置31上的服务器侧通信控制部310接收,并向管制控制部320传达。管制控制部320内的配车管理部322参照管制地图信息存储部314的地图信息,并考虑其他自卸车20的状况等,来决定要求目的地的自卸卡车的目的地和向该目的地前进的路径,并将表示目的地80和向该目的地前进的路径81的目的地应答消息向自卸车传达,以这样的方式来对服务器侧通信控制部310进行指示。服务器侧通信控制部310经由无线通信网路40向自卸车20发送目的地应答消息(参照图7的(b))。

[0091] 于是,自卸车20上的请求信息处理部260向管制控制装置31发送进行行驶许可区间的设定请求的消息(区间请求消息)。服务器侧通信控制部310将区间请求消息向管制控制部320传达。管制控制部320的行驶许可区间管理部323基于以下说明的处理来设定行驶许可区间82,并将表示所设定的行驶许可区间的消息(区间应答消息)向自卸车20发送(图7的(c))。区间应答消息包含有行驶许可区间的前方边界点的节点ID、后方边界点的节点ID、以及行驶许可区间中所包含的链路ID。自卸车20能够得到行驶许可区间后再开始行驶。

[0092] 接着,参照图8来说明行驶许可区间的设定的具体内容。在图8的(a)中,自卸车20-1、20-2为行驶中的车辆,附图标记81-1、81-2为各车辆被许可的行驶许可区间。自卸车20-1、20-2均沿箭头A所示的方向行驶。附图标记83是表示从自卸车20-1的当前位置到行驶许可区间81-1的最前端(终端)为止的沿着行驶路径的距离的行驶许可残存距离。附图标记84是表示从最前端(终端)到自卸车20-1开始发送区间请求消息的点为止的距离的行驶许可请求开始距离。

[0093] 行驶许可请求开始距离84是比能够使自卸车停止的距离长的距离,例如是对停止可能距离增加了规定的补偿(offset)距离而得的距离。例如当将车辆的包括装载物的质量设为 m ,将车辆的当前的速度设为 v ,将车辆的制动力设为 f ,将与安全率对应而规定的补偿系数设为 c 时,通过如下的数式(1)能够求出自卸车的能够停止的距离 L 。

[0094] 数式(1)

$$L = c \frac{mv^2}{2f} \cdots (1)$$

[0096] 补偿系数 c 是1以上的值,例如是考虑在无线通信中所消耗的时间或无线通信的故障的发生程度等而设定的。车辆的速度可以从车轮的转速等来测定车辆的当前速度而得到,另外也可以使用基于地图信息对车辆的当前的行驶位置所规定的限制速度(最大允许速度)。

[0097] 如图8的(a)所示,当自卸车20-1的行驶许可残存距离83成为行驶许可请求开始距离84以下时,自卸车20-1对管制控制装置31发送区间请求消息。在该区间请求消息中还包自卸车20-1的当前位置信息。

[0098] 管制控制装置31当从自卸车20-1收到区间请求消息时,使用发送来的当前位置信息来特定自卸车20-1所存在的行驶区间。而且,沿着自卸车20-1的行驶方向,对从自卸车20-1所存在的区间的终端起成为作为预先规定的行驶许可区间所付与的最短距离(行驶许可付与长度)以上的区间而付与行驶许可。但是,在具有对其他车辆付与了许可的区间的情况下,付与行驶许可直到该区间的近前。

[0099] 在图8的(b)所示的例子中,自卸车20-1所存在的区间为85,从其终端起行驶许可

付与长度95以上的区间成为86、87、88、89。其中,区间88、89已经对自卸车20-2付与了行驶许可,因此付与86、87的行驶许可。此外,区间86已经被付与了行驶许可,在该情况下,作为结果,区间87被付与为新的行驶许可区间。

[0100] 被付与行驶许可的区间在车辆从该区间通过之后,从车辆的位置至区间的终端的距离成为行驶许可解除距离以上时被解除。在图8的(c)的例子中,对自卸车20-1付与了行驶许可的区间88在从车辆20-2至区间终端的距离91成为行驶许可解除距离92以上的阶段中解除行驶许可,能够向后续的自卸车20-1分配行驶许可。

[0101] 接着,参照图9来说明本实施方式的自律行驶系统的动作顺序的概略。图9是表示管制控制处理流程的流程图。

[0102] 管制控制装置31在接入主电源之后,开始超越路径生成处理(S900),并且成为等待来自自卸车20的消息的待机状态。后述具体说明超越路径生成处理。

[0103] 在没有设定自卸车20的目的地的情况下(S901:否),行驶控制装置200的请求信息处理部260经由无线通信网路40向管制控制装置31发送目的地请求消息(包含当前位置信息)(S902)。在设定了自卸车20的目的地的情况下(S901:是),向步骤S904前进。

[0104] 管制控制装置31的配车管理部322参照自卸车20的当前位置信息和管制地图信息存储部314的地图信息来设定目的地,并将表示该结果的目的地应答消息对自卸车20发送(S903)。

[0105] 在需要发送区间请求消息的情况下,例如自卸车20在没有设定行驶许可区间的情况、或行驶许可残存距离从当前的行驶许可区间起为行驶许可请求开始距离以下的情况下(参照图8的(a),S904:是),从请求信息处理部260发送区间请求消息(S905)。

[0106] 在不需要发送区间请求消息的情况下,即,已经设定了行驶许可区间,行驶许可残存距离比行驶许可请求开始距离长的情况(S904:否)、或接收了区间请求消息的情况下,进行自律行驶(S906)。

[0107] 自卸车20在发送了区间请求消息之后,一边依照当前付与的行驶许可区间继续行驶,一边等待接收来自管制控制装置31的区间应答消息。自律行驶控制部270对来自位置计算装置220的当前位置和车辆地图信息存储部204a、以及当前付与的行驶许可区间进行比较,在行驶许可残存距离为停止可能距离以下的情况下(S907:是),以在行驶许可区间内停止的方式对行驶驱动装置210的制动装置211进行制动指示,自卸车20开始减速(S908)。

[0108] 当管制控制装置31接收到区间请求消息时,行驶许可区间管理部323基于自卸车20的当前位置以及管制地图信息存储部314中所储存的地图信息,来设定行驶许可区间,并将表示该内容的区间应答消息对自卸车20发送(S909)。行驶许可区间管理部323使用接收到的车辆的当前位置和管制地图信息存储部314的区间信息,关于相对于车辆的行驶方向从车辆所存在的区间的终端起成为行驶许可付与长度以上的区间,只要没有对其他车辆付与许可就将其设定为行驶许可区间,或者在具有对其他车辆付与了许可的区间的情况下,直到该区间的近前而设定为行驶许可区间。而且行驶许可区间管理部323将表示对哪个区间设定了行驶许可区间的信息追加至管制地图信息存储部314中所储存的区间信息中。

[0109] 自卸车20当接收到区间应答消息时(S910:是),依照区间应答消息所示的新的行驶许可区间来开始行驶(S911)。在自卸车20没有接收到区间应答消息的情况下,返回步骤S905(S910:否)。没有接收到区间应答消息的情况是指,例如因通信错误而导致区间请求消

息没有送达至管制控制装置31、以及区间应答消息没有送达至自卸车20的情况。

[0110] 行驶许可区间管理部323在从自卸车20的当前位置至区间的终端的距离成为行驶许可解除距离以上时(参照图8的(c),S912:是),解除行驶许可区间的设定(S913)。行驶许可区间管理部323从区间信息中删除表示解除了的行驶许可区间的信息。随后,返回步骤S901。另外,行驶许可区间管理部323在从自卸车20的当前位置至区间的终端的距离不足行驶许可解除距离的情况下(S912:否),直到成为行驶许可解除距离以上以前不进行解除,自卸车继续行驶(S912)。

[0111] 在以上的基本动作顺序的基础上,以下来说明本自律行驶系统中自卸车实施超越的情况下的动作。图10是表示图9的超越路径生成处理S900的具体内容的流程图。如图10所示,超越路径生成处理大体上包括超越车辆检测处理(S1000)、超越对象车辆的行驶许可区间修正处理(S1100)、和超越路径生成处理(S1200)。以下,以图10的各步骤的顺序来说明。

[0112] 首先,超越对象车辆检测部324参照存储在管制信息存储部319中的管制信息内所包含的行驶许可区间信息,来确认各行驶许可区间单位中的行驶许可区间的持续时间(S1001)。在此,“行驶许可区间的持续时间”是行驶许可区间管理部323按每个行驶许可区间的单位进行管理的值,且是以地图上的一个区间被设定为对某台车辆的行驶许可区间的时刻为起点,直到当前时刻为止所经过的时间。当该区间被从行驶许可区间解除时该时刻被重置,另外,当该区间被设定为对于其他车辆的行驶许可区间时,重新计算经过时间。

[0113] 另一方面,在管制信息存储部319中,作为数据而保持有各区间的行驶许可的设想持续时间。设想持续时间是,当自卸车在各区间内以指定速度行驶时将该区间作为自车的行驶许可区间所占有的时间的设想值,是根据各区间的长度、所设定的行驶速度,考虑行驶许可区间付与长度95(参照图8)而计算的。

[0114] 超越对象车辆检测部324在各区间中,对由步骤S1001确认的实际的行驶许可区间持续时间和上述的设想持续时间进行比较,在检测到实际的持续时间比设想持续时间大的区间的情况下(S1002:是),将分配了所检测到的行驶许可区间的车辆检测为超越对象车辆(S1003)。在基于行驶许可区间持续时间与设想持续时间之间的比较来进行的超越对象车辆的检测处理中,将停止车辆检测为超越对象车辆。因此,在以下的说明中,超越对象车辆意味着停止车辆。

[0115] 在没有检测到实际的持续时间比设想持续时间大的区间的情况下(S1003:否),不存在超越对象车辆,因此不需要生成超越路径,由此向步骤S901前进。

[0116] 这样,只要基于行驶许可区间的持续时间而检测到超越对象车辆,即使假设与矿山内的车辆的通信中断,也能够仅通过管制控制装置31所保持的信息来检测超越对象车辆的存在。

[0117] 在检测到超越对象车辆的情况下(S1003),行驶许可区间管理部323执行超越对象车辆的行驶许可区间修正处理(S1100)。在对超越对象车辆所设定的行驶许可区间长的情况下,超越该车辆的车辆不得不在相对车道上长距离地行驶。由此,具有相对车道的车辆被占据导致搬运效率降低的可能性。为了使该影响成为最小限度,在能够将超越对象车辆的行驶许可区间再设定得较短的情况下,将其缩短,也将超越路径生成得较短,由此来缩短占据相对车道的的时间。

[0118] 于是,从管制控制部320对各超越对象车辆要求发送位置,并获取该信息,由此管

制控制部320获取超越对象车辆的位置信息(S1101)。

[0119] 在无法获取位置信息的情况下(S1101:否),当缩短行驶许可区间时具有超越对象车辆与超越车辆干涉的可能性,因此不进行对于行驶许可区间长度的修正,向超越路径生成处理(S1300)前进。

[0120] 在无法获取位置信息的情况下(S1101:是),确认超越对象车辆的行驶许可区间是否被设定为最小值(S1102)。后述说明行驶许可区间的最小值的付与方法。

[0121] 在超越对象车辆的行驶许可区间被设定为最小值的情况下(S1102:是),向超越路径生成处理(S1200)前进。

[0122] 在超越对象车辆的行驶许可区间没有被设定为最小值的情况下(S1102:否),以将超越对象车辆的行驶许可区间的长度设为最小的方式进行设定,对该超越对象车辆发送新的行驶许可区间的范围(S1103)。

[0123] 在此,参照图11来说明行驶许可区间的最小值的付与方法。图11是表示行驶许可区间的最小值的付与方法的图,图11的(a)表示不考虑链路的长度的情况下的行驶许可区间的最小值,图11的(b)表示在前后设有裕度的情况下的一例,图11的(c)表示在前后设有裕度的情况下的其他例。

[0124] 如图11的(a)所示,在不考虑链路的长度的情况下,根据自卸车20的当前位置110(在本实施例中,将自卸车前方前端设为车辆的当前位置),在前方和后方考虑以考虑安全不与其他车辆接近的方式设定的距离,分别设为前方裕度距离111和后方裕度距离112。在不考虑链路的情况下,若将从前方裕度111的端部至后方裕度距离112的端部之间设为对自卸车20的行驶许可区间81,只要自卸车20停止就能够确保安全。

[0125] 在此基础上,图11的(b)是自卸车20的当前位置位于前方裕度距离111和后方裕度距离112均收在相邻的两个节点的范围内的位置上的情况下的图。即,处于如下情况:从自卸车20的当前位置110至前方的1个节点之间的距离113比前方裕度距离111长,同样地,从自卸车20的当前位置110至后方的1个节点之间的距离114比后方裕度距离112长。行驶许可区间以链路单位而被付与,由此,只要像这样各裕度不超过节点,将在自卸车的前后最近的节点间的链路设定为行驶许可区间81所得到的距离就会是最小的。

[0126] 此外,行驶许可区间管理部323在将行驶许可区间81设为最小时,不变更由地图信息设定的节点位置和链路长度,而减少位于超越对象车辆的前方的行驶许可区间的未行驶区间(残存区间)内所包含的节点数或链路数量,由此缩短行驶许可区间长度。在该情况下,在地图信息中,预先使链路长度最优化,由此当减少链路数量时,行驶许可区间长度也被最优化。最小化的结果为,从残存区间减去的链路成为能够对其他自卸车付与行驶许可的区间。

[0127] 接着,图11的(c)是虽然前方裕度没有超过节点、但是后方裕度超过节点的情况下的图。即,处于到后方的一个节点的距离114比后方裕度距离112短的情况。此时,当仅将自卸车20所处的链路设为行驶许可区间时,具有导致在后方裕度内设定其他车辆的行驶许可区间的可能性,由此进一步需要将直到后方的节点的链路设定为行驶许可区间。在本图中,从当前位置至后方的2个节点的距离115比后方裕度距离112长,由此将至此的链路设定为行驶许可区间所得到的距离是最小的。

[0128] 接着,参照图12来说明图10的步骤S1200所示的超越路径生成处理的处理。图12是表示超越路径生成的概要的图,图12的(a)表示在自车辆20-1的前方具有成为超越对象的

其他车辆20-2的状态,图12的(b)表示超越路径的一例,图12的(c)表示超越路径的其他例。

[0129] 在图12的(a)中,附图标记81-1、81-2为分别对自卸车20-1、20-2设定的行驶许可区间。

[0130] 在这种场面下,仅通过通常的行驶许可区间的控制,当自卸车20-1到达至自卸车20-2的紧后方的区间99时,不会从管制控制装置31付与其前方的区间的行驶许可,由此在区间99内减速、停止,直到自卸车20-2行驶为止,自卸车20-1无法再开始行驶。为了避免该问题,管制控制装置31的超越路径生成部326以使自卸车20-1从停止的自卸车20-2迂回而能够持续行驶的方式,利用相对车道来生成超越路径。

[0131] 如图12的(b)、(c)所示,超越路径相对于相对车道而生成。超越路径由用于从自车道向相对车道进行车道变更的第一移行路径105、与第一移行路径105的前端部连续且设定于相对车道上的超越区间100、和用于从相对车道上的区间100、相对车道向自车道进行车道变更而返回(回归)的第二移行路径106这三个部分构成。

[0132] 第一移行路径105以及第二移行路径106是由超越路径生成部326暂定地生成的路径。届时,通过后述的方法,以对其他车辆20-2设定的行驶许可区间81-2为基准,首先作为用于生成第一移行路径105、第二移行路径106的始终点,来选择第一移行路径105的起点101、终点102、第二移行路径106的起点103、终点104,并参照管制地图信息存储部314的地图信息并基于这些点的信息,来生成第一移行路径105、第二移行路径106。

[0133] 第一移行路径105的起点101是使用位于自车辆20-1的行驶车道上的节点内,与对其他车辆20-2设定的行驶许可区间81-2相比靠后、且与自车辆20-1相比位于前方的节点来设定的。第一移行路径105的终点102是使用相对车道上的节点内、位于与行驶许可区间81-2的后方边界点BP相同的位置上的节点(参照图12的(b))或者与后方边界点BP相比位于后方的节点(参照图12的(c))来设定的。

[0134] 第二移行路径106的起点103是使用相对车道上的节点内、位于与行驶许可区间81-2的前方边界点FP相同的位置上的节点(参照图12的(b))或者与前方边界点FP相比位于前方的节点(参照图12的(c))来设定的。第二移行路径106的终点104是使用与行驶许可区间81-2相比位于前方的行驶车道上的节点来设定的。

[0135] 返回至图10来说明超越路径生成处理S1200。超越路径生成部326基于对超越对象车辆检测部324所检测到的其他车辆20-2而设定的行驶许可区间81-2,来决定将相对车道上的哪个区间设定为超越路径(S1201)。此时,将与超越对象车辆的行驶许可区间并行的相对车道上的区间决定为能够供超越车辆行驶。作为求出这种区间的具体方法,例如,在超越对象车辆的行驶许可区间的各端点中,使用前后的节点信息等来求出行驶路径的切线,以端点为起点而将相对于各切线的垂线向着相对车道分别引出。此时,从两个端点向着相对车道作出的垂线与相对车道之间的交点的内侧的区域成为与超越对象车辆的行驶许可区间并行的相对车道上的区域。将包含该区域的相对车道上的区间决定为相对车道上的超越区间100。

[0136] 接着,将由步骤S1201决定的相对车道上的超越区间100的、相对车道中的行驶方向后方的端点选择为第一移行路径105的终点102,将该由步骤S1201决定的相对车道上的超越区间100的、相对车道中的行驶方向前方的端点选择为第二移行路径106的起点103(S1202)。

[0137] 然后,超越路径生成部326以由上述步骤求出的第一移行路径105的终点102为基准,从自车道上的节点暂定地选择第一移行路径105的起点101,同样地,以第二移行路径106的起点103为基准,从自车道上的节点暂定地选择第二移行路径106的终点104(S1203)。作为选择的方法,可以以如下的顺序来选择,第一移行路径105的起点101与超越对象车辆的行驶许可区间81-2相比位于自车道上的行驶方向后方侧,第二移行路径106的终点103与该行驶许可区间81-2相比位于自车道上的行驶方向前方。

[0138] 接着,以由上述的步骤S1202、S1203选择的节点为基准,来生成第一移行路径105、第二移行路径106(S1204)。作为生成的方法,可以将始终点由直线连接,也可以使用多个克罗梭曲线以使转向量连续变化的方式生成路径。另外,此时,也决定各自的移行路径中的自卸车的行驶速度。作为速度决定的方法,例如可以作为各移行路径的前后的链路的平均值来计算。

[0139] 超越路径生成部326在生成第一移行路径105以及第二移行路径106之后,判定移行路径的曲率相对于行驶速度是否为允许值以下(S1205)。在自卸车一边转向一边行驶时,施加有向心加速度(横G),在该加速度大的情况下,担心自卸车会翻到。由此,针对自卸车的行驶速度,而对能够允许的向心加速度、即曲率与速度的关系设有制约。基于该制约,基于所生成的移行路径的行驶速度和曲率来进行判定。在以直线生成移行路径的情况下,曲率可以根据自车道与移行路径所成的角度、以及相对车道与移行路径所成的角度来计算,在由克罗梭曲线生成移行路径的情况下,可以使用在计算过程得到的值。该判定能够对第一移行路径105以及第二移行路径106分别进行,若曲率为允许值以下,则处理结束(S1205:是),若不是允许值以下的值,则接着返回至S1203再次选择自车道上的节点(S1205:否)。

[0140] 通过以上的顺序,超越路径生成部326生成第一移行路径105、第二移行路径106。作为在相对车道上行驶的区间而选择的区间100和这些第一移行路径105、第二移行路径106,成为供自车辆20-1行驶的超越路径。

[0141] 接着,参照图13和图14,来说明对所生成的超越路径设定行驶许可区间的方法。图13是表示对超越路径的行驶许可区间设定方法的概要的图,图13的(a)表示超越路径,图13的(b)表示对其设定的行驶许可区间。图14是对超越车辆的行驶许可区间设定的流程图。

[0142] 首先,使用图13来说明对超越路径的行驶许可区间方法的概要。如图13的(a)所示,在使自车辆20-1实施超越时,在超越路径上设定行驶许可区间107。即,将行驶车道上的自车辆所处的区域、向相对车道移动的第一移行路径105、相对车道上的超越区间100、返回至自车道的第二移行路径106、在超越后进入的自车道上的区间109设为行驶许可区间107。

[0143] 由图13的(b)所示的区间108-1、108-2、108-3、108-4(以下在不需要区分时,总称为区间108),是在对自车辆20-1设定行驶许可区间107时,为了防止自车辆20-1与其他自卸车的碰撞,而相对于其他车辆被设为进入禁止的区间。作为区间108的设定方法,而选择在其他车辆进入的情况下有可能发生与超越车辆的碰撞的区间。例如,在第一移行路径105、第二移行路径106中,在沿着各移行路径,将具有安全余裕的车宽方向的距离沿垂直方向展开的面、与同样地沿着自车道以及相对车道上的各链路的区间,将具有安全余裕的车宽方向的距离沿垂直方向展开的面之间,若发生了重合区域,则这种行驶车道(自车道)以及相对车道上的区域是自车辆20-1在超越中其他车辆进入时有可能发生碰撞的区间,由此选择为进入禁止区间。

[0144] 另外,在图13的(b)中,虽然区间108-1、108-3也被选择为进入禁止区间,但是这些区间是只要其他车辆20-2、或相对车道上的车辆不以与行驶路径的行驶方向相反的方向行驶,其他车辆就不会进入的区间,由此也可以不必选择为进入禁止区间。

[0145] 进入禁止区间108由行驶许可区间管理部323来管理。作为数据,可以作为进入禁止区间来管理,虽然设定为对于自车辆20-1的行驶许可区间,但是实际上也可以不对自车辆20-1发送区间信息。这样,防止相对于其他的车来许可行驶。

[0146] 另外,在对自车辆20-1行驶许可超越路径时,将上述说明的行驶许可区间107、进入禁止区间108全部同时设定。这是因为,若是依次设定中途为止的区间的方法,则在超越实施中相对车辆在相对车道上行驶来的情况下,通过基于行驶许可区间进行的控制会彼此相对地停止,但是,接下来谁都不会向前方前进而会锁死(dead lock),由此防止该情况的发生。

[0147] 基于以上内容,参照图14来说明管制控制装置31的行驶许可区间管理部323中的、超越路径的行驶许可的动作。当开始图14的行驶许可区间设定处理时,在图10的步骤S905中,自车辆20-1(参照图13)发送区间请求消息,管制控制装置31接收该消息。

[0148] 行驶许可区间管理部323对区间请求消息进行应答,基于行驶许可付与长度,确认应对该自卸车(自车辆20-1)设定的区间,并判定在其中是否包含有成为第一移行路径105向相对车道的接点的节点(S1401)。

[0149] 在没有包含移行路径的接点的情况下(S1401:否),依照通常的行驶许可区间的设定方法,对自卸车设定作为行驶许可区间的到行驶许可付与长度为止的区间,并发送(S1402)。

[0150] 在包含移行路径的接点的情况下(S1401:是),判定超越路径以及进入禁止区间是否相对于其他车辆而被行驶许可(S1403)。在相对于其他车辆而被行驶许可的情况下(S1403:是),无法对该自卸车行驶许可超越路径,由此返回至S1401。在相对于任何的其他车辆都没有被行驶许可的情况下,对该自卸车设定超越路径来作为行驶许可区间并发送(S1404)。而且,设定进入禁止区域(S1405)。

[0151] 另外,在图14的流程图中虽没有图示,但是,也可以为,行驶许可区间管理部323以使在相对车道上行驶的相对车辆在刚从超越路径以及进入禁止区间通过了之后许可的方式调整对超越车辆行驶许可超越路径的时间。这也可以包括如下的处理:例如在步骤S1403中,即使在超越路径以及进入禁止区间没有对其他车辆付与行驶许可的情况下,若立即对超越车辆付与行驶许可,则能够预测到在相对车道上行驶来的相对车辆发生待机的情况,在该情况下,直到该相对车辆从超越路径以及进入禁止区间通过结束为止,不对超越车辆许可超越路径等的处理。由此,能够缩小基于超越对相对车辆的行驶造成的影响。

[0152] 以上为行驶许可区间管理部323对超越路径进行行驶许可的动作的流程。虽然在本实施方式中没有图示,但是当超越车辆(自车辆)完成超越并返回至行驶车道之后,在从超越路径终端(图13中的区间109的终端)通过,成为行驶许可区间解除距离以上的情况下,依照通常的行驶许可区间解除方法来解除超越路径。此时,解除超越路径的行驶许可以及进入禁止区间的设定。

[0153] 另外,即使超越路径的行驶许可区间被解除,也并没有删除超越路径其自身,接着在其他的车辆进行超越的情况下,再次实施同样的行驶许可、解除。

[0154] 但是,在为了使超越对象车辆再次开始行驶而移动位置而在已经生成的超越路径中无法超越的情况下,需要删除该超越路径。因此,参照图15来说明在超越对象车辆再次开始行驶时,在删除超越路径之后设定新的行驶许可区间的动作。图15是表示伴随超越路径的删除的新的行驶许可区间的处理流程的流程图。

[0155] 当开始图15的处理时,管制控制装置31在图9的步骤S904中从超越对象车辆接收到区间请求消息。

[0156] 行驶许可区间管理部323对区间请求消息进行应答,基于行驶许可付与长度来判定应对超越对象车辆设定的区间是否包含与超越路径附带的进入禁止区间内(S1501)。在没有包含进入禁止区间的情况下(S1501:否),依照通常的行驶许可区间的设定方法,来对该车辆设定行驶许可区间(S1503)。

[0157] 在包含进入禁止区间的情况下(S1501:是),删除与之有关的超越路径的第一移行路径105、第二移行路径106,并且将该车辆从超越对象车辆的设定排除(S1502)。在此基础上,对该车辆设定应该设定的行驶许可区间(S1503)。

[0158] 根据本实施方式,只要具有行驶许可区间的设定请求以及应答时的无线通信,在超越中不用频繁地通知自车辆以及其他车辆的位置,就能够进行超越,因此能够抑制无超越时的无线通信量的增加。另外,在超越路径的生成时,缩短对成为超越对象的其他车辆设定的行驶许可区间,由此能够更快地向行驶车道回归,能够缩小对在相对车道行驶的车辆的行驶时间间隔所付与的影响地进行超越。

[0159] 此外,链路长度是根据车身长度和限制速度而设定的,因此若减少链路数量,则还能够将行驶许可区间长度缩短为恰当的长度。另外,当减少链路长度时,确保其他车辆与自车辆之间的安全裕度距离,由此能够避免基于减少行驶许可区间长度所造成的干涉。

[0160] 另外,对行驶中的自车辆施加的横加速度被设为了为了抑制侧翻而设的基准横加速度以下,由此超越路径中所包含的第一移行区间以及第二移行区间的曲率能够避免超越时转向量过大所产生的侧翻事故。

[0161] 另外,停车车辆基于行驶许可区间的设定时间来进行检测,由此利用对闭塞控制所必要的行驶许可区间信息来检测停车车辆。该结果为,即使来自停车车辆的无线中断,也能够进行停车车辆的检测。

[0162] 上述的实施方式是用于说明本发明的例示,并非表示将本发明的范围限定于上述实施方式的意思。本领域技术人员在不脱离本发明的要旨的范围内,能够以其他的各种各样的方式来实施本发明。

[0163] 例如,在本实施方式中,超越对象车辆检测部324基于行驶许可区间的持续时间来检测超越车辆,但是,超越车辆的检测处理并不限于上述,也可以为,例如用户从管制控制装置31的输入装置输入对超越对象车辆进行指定的操作。

[0164] 另外,在图9中,为了便于说明,接着超越路径生成处理(S900)记载了S901之后的自律行驶自卸车的管制控制处理,但是,也可以为,当接入了管制控制装置31的主电源之后,并行地执行超越路径生成处理(S900)和自律行驶自卸车的管制控制处理。

[0165] 附图标记说明

[0166] 1:自律行驶系统

[0167] 20,20-1、20-2:自律行驶自卸车

[0168] 31:管制服务器(管制控制装置)

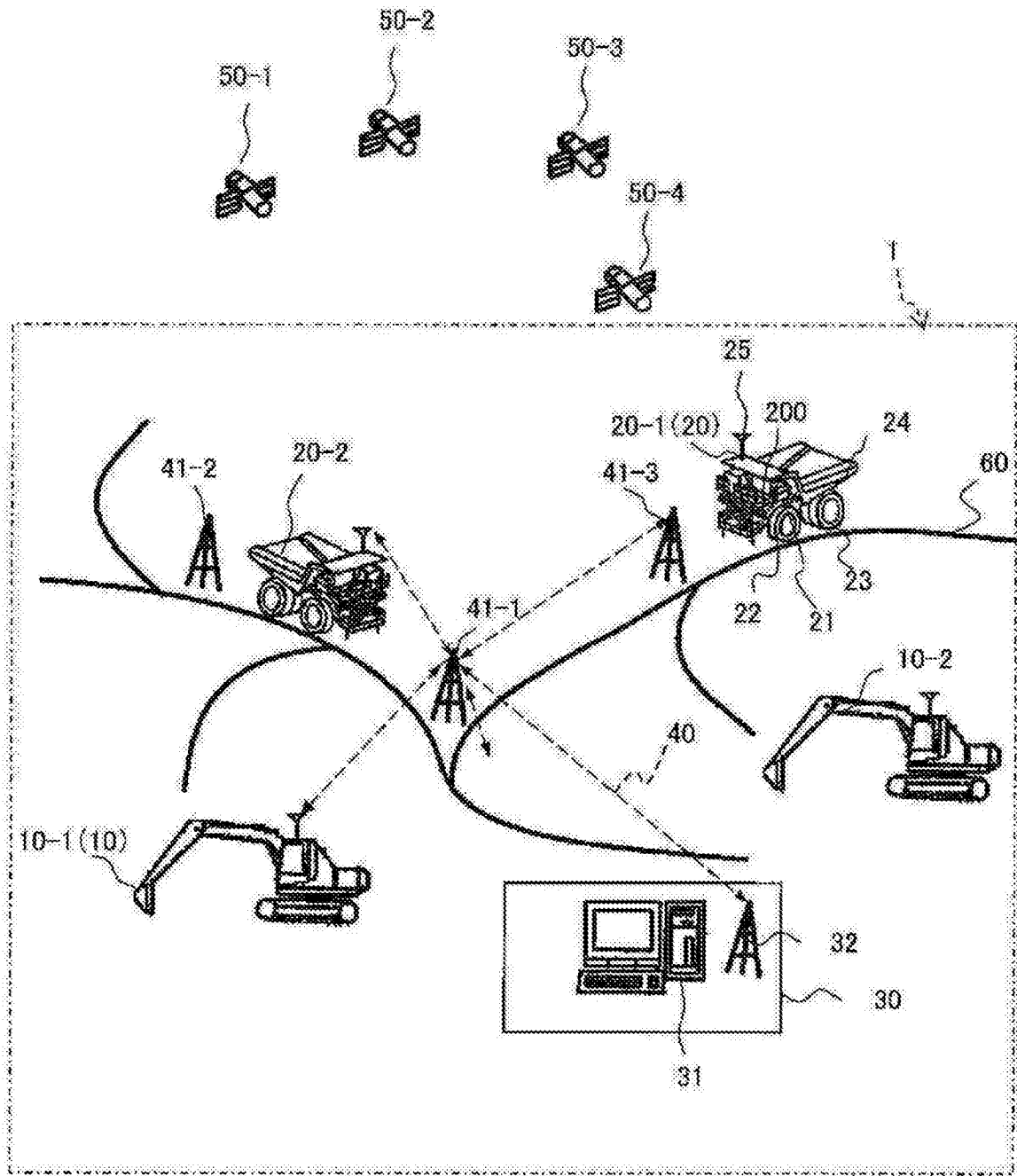
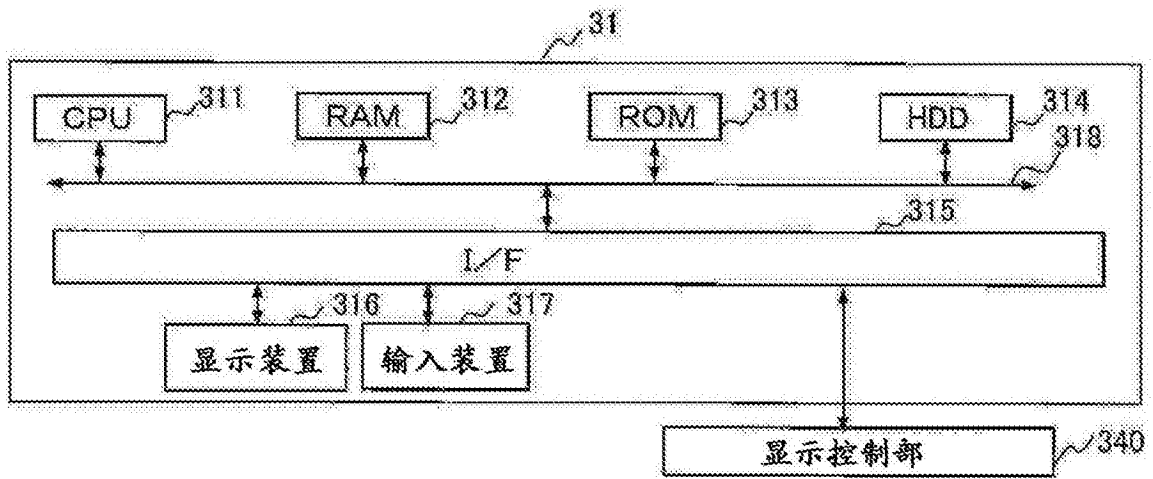
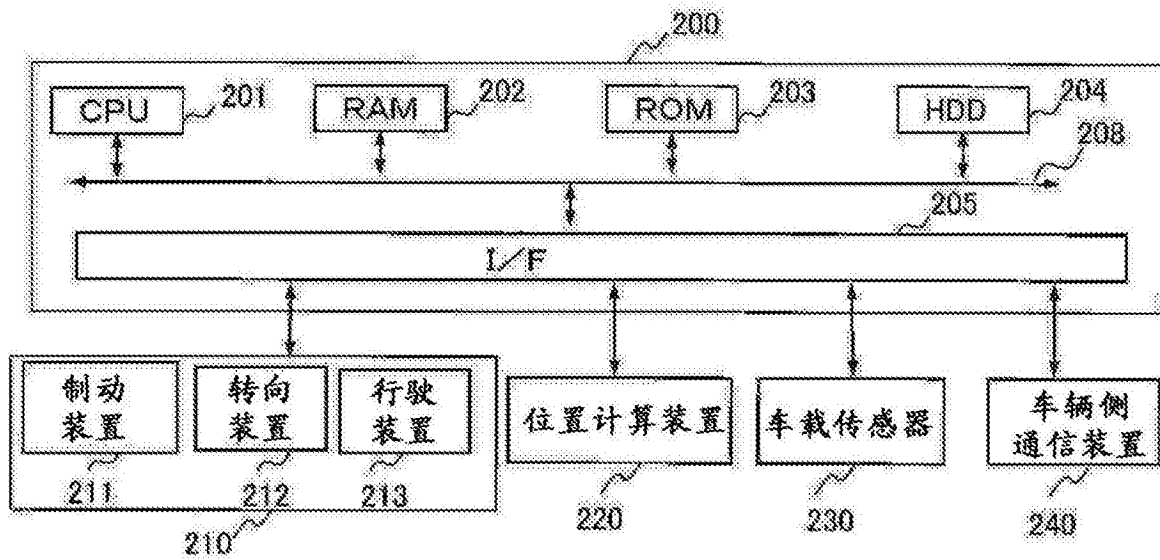


图1



(a)



(b)

图2

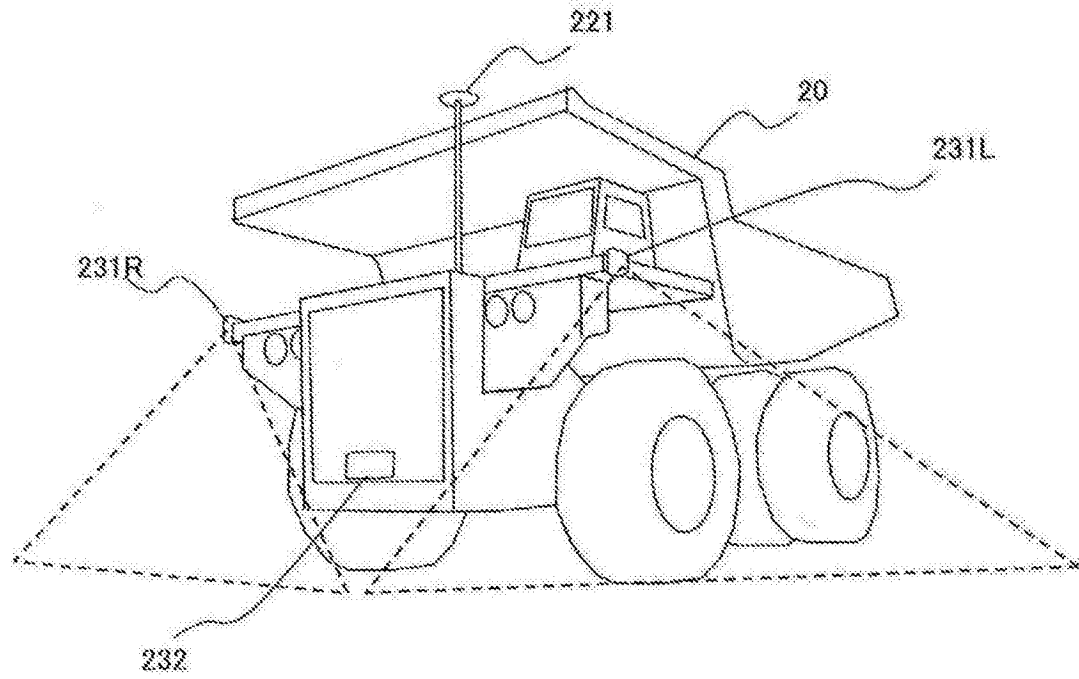


图3

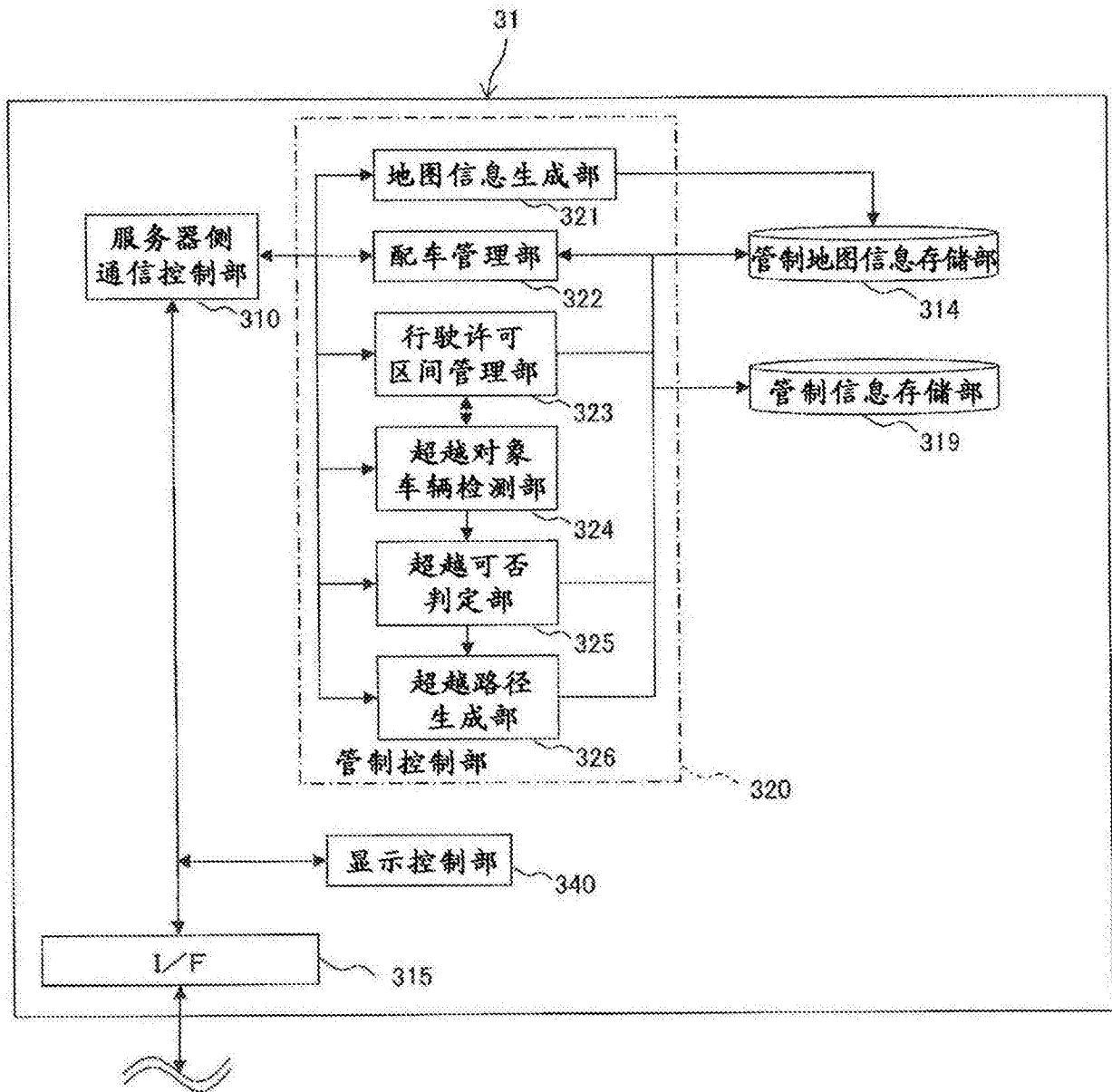


图4

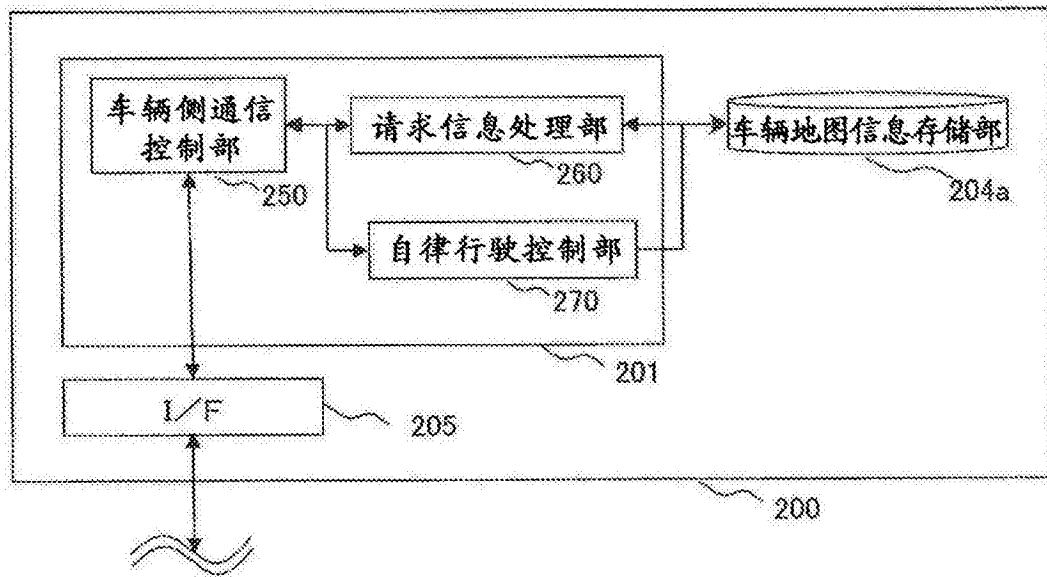
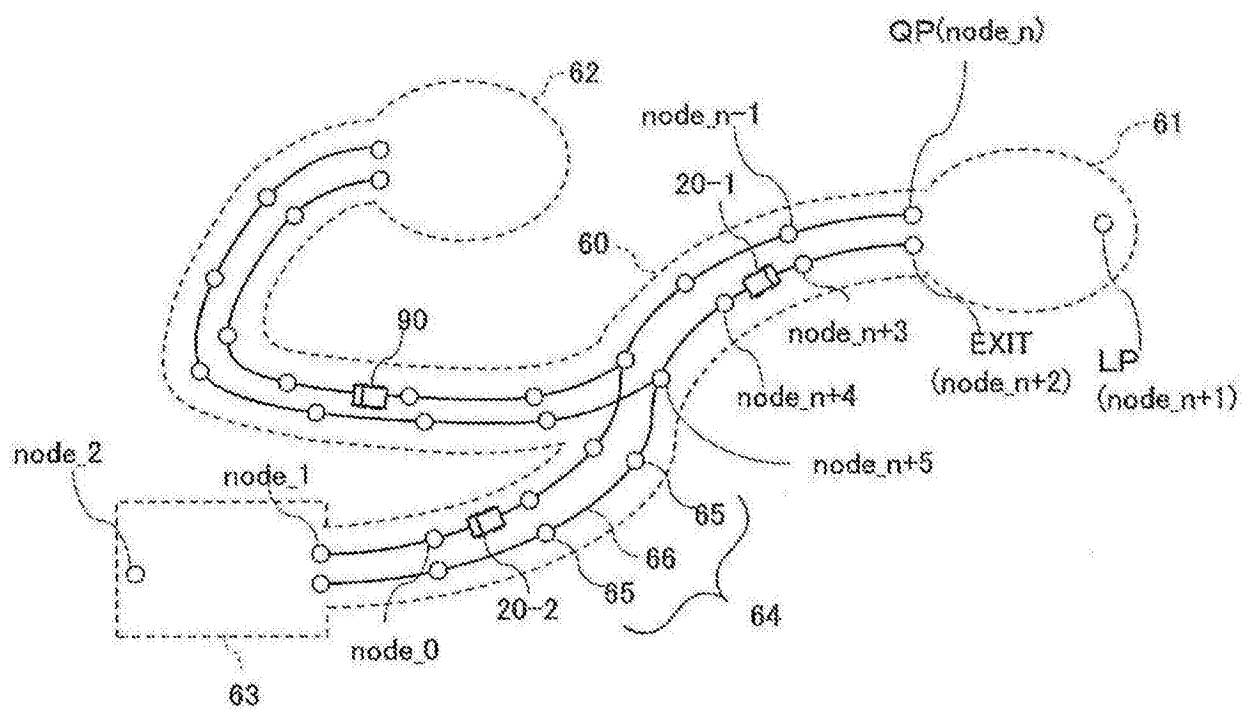
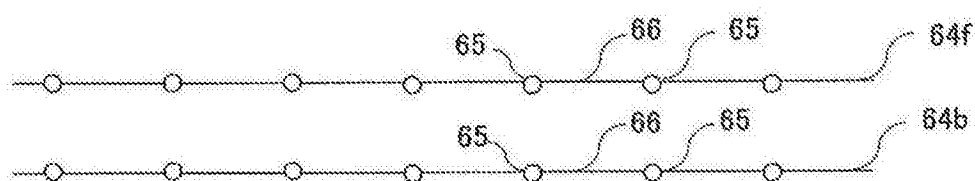


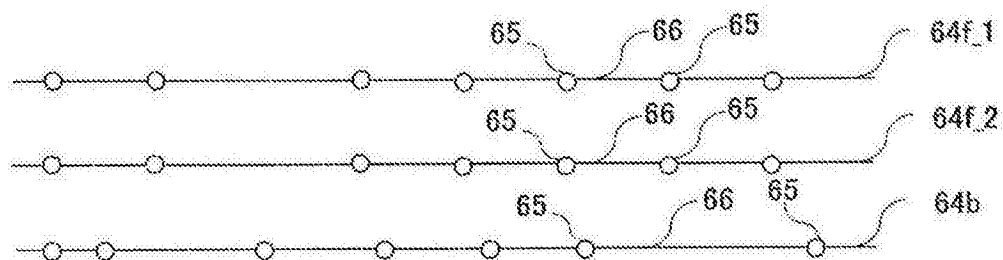
图5



(S)



(b)



(c)

图6

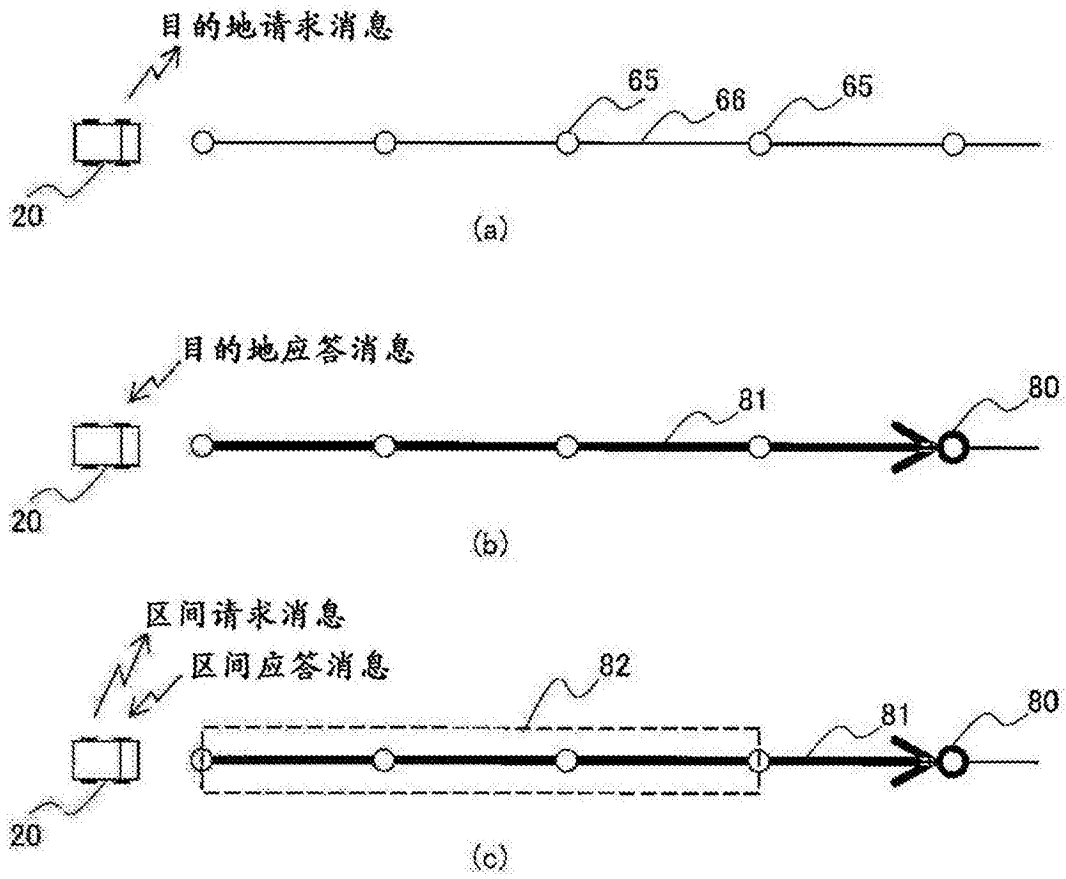


图7

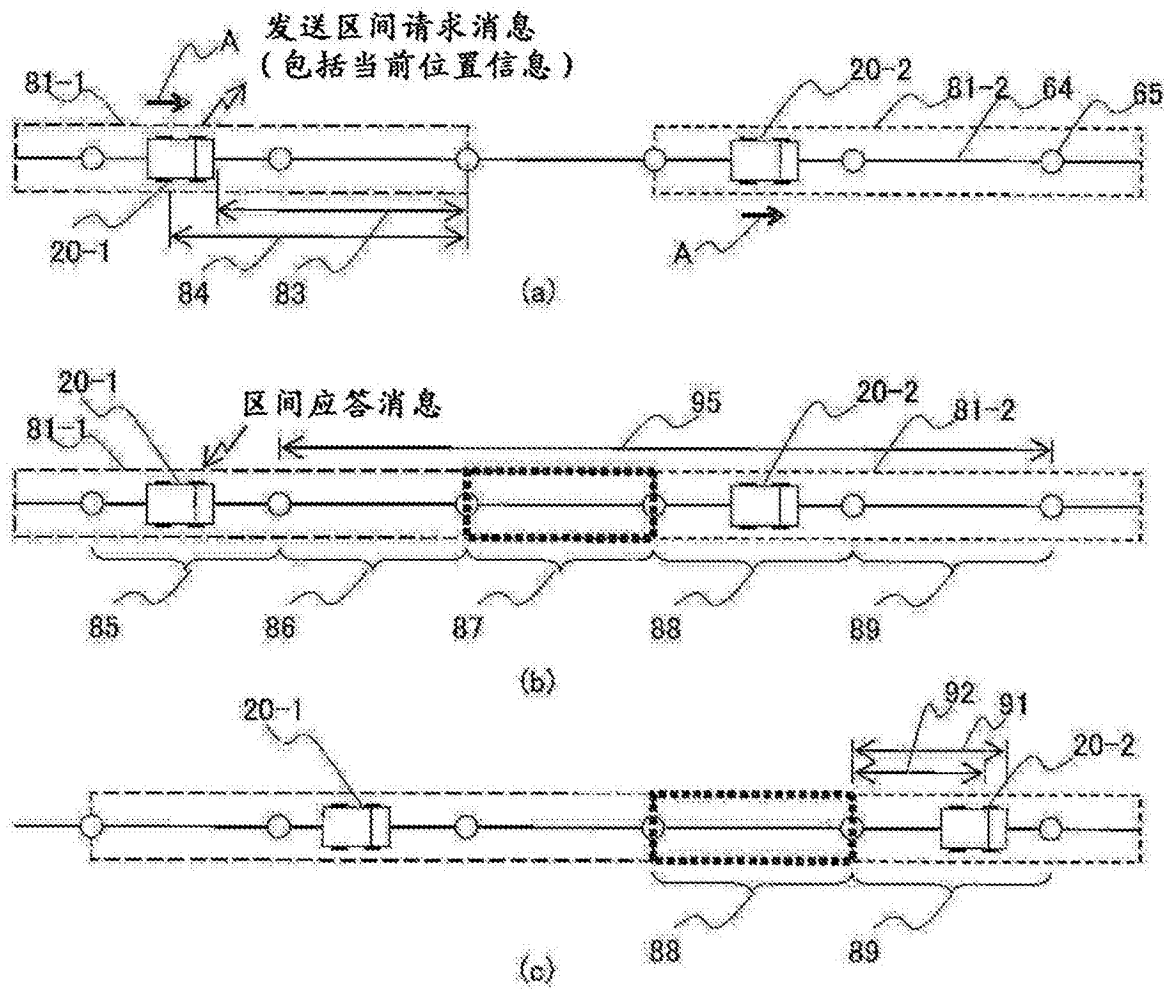


图8

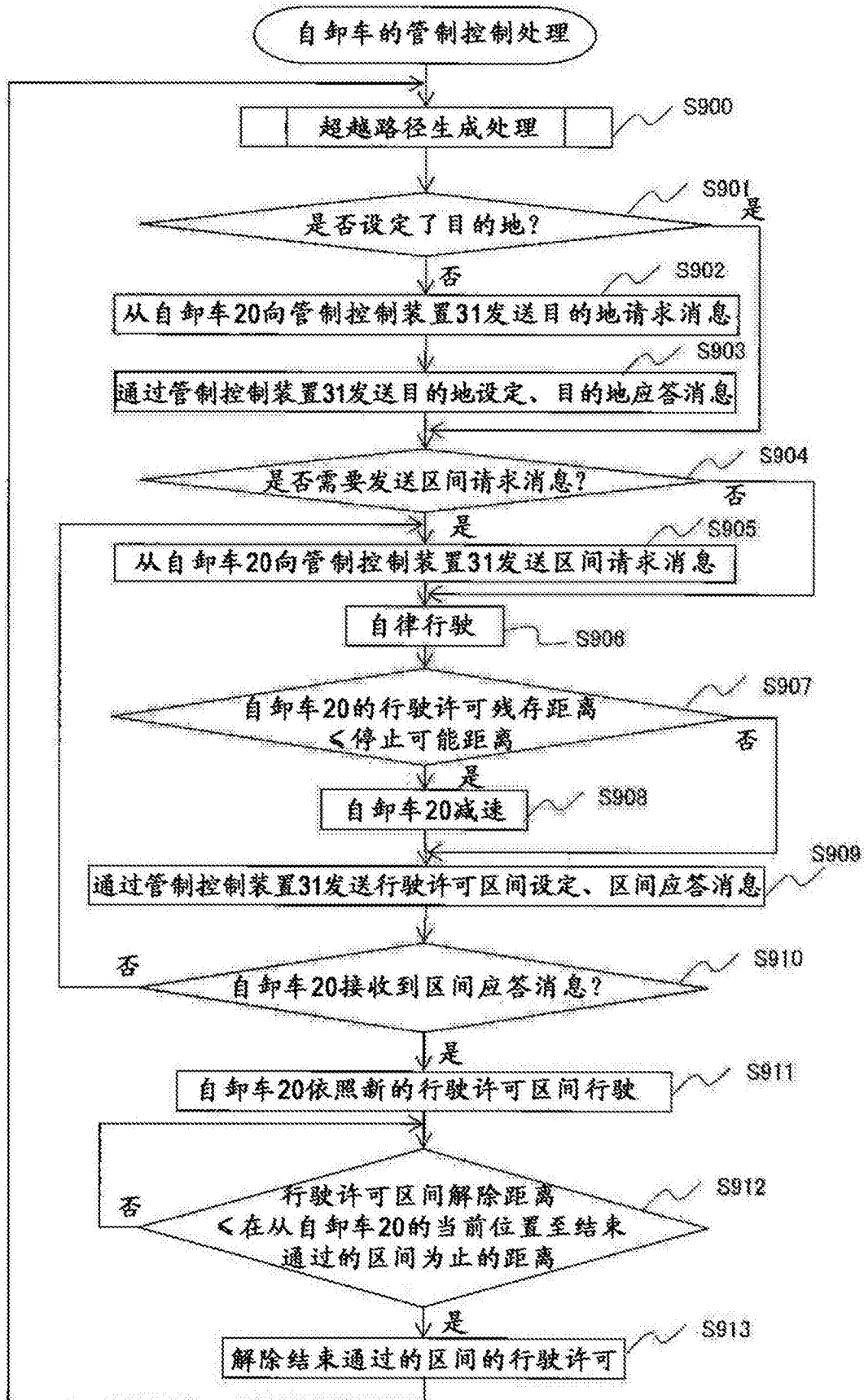


图9

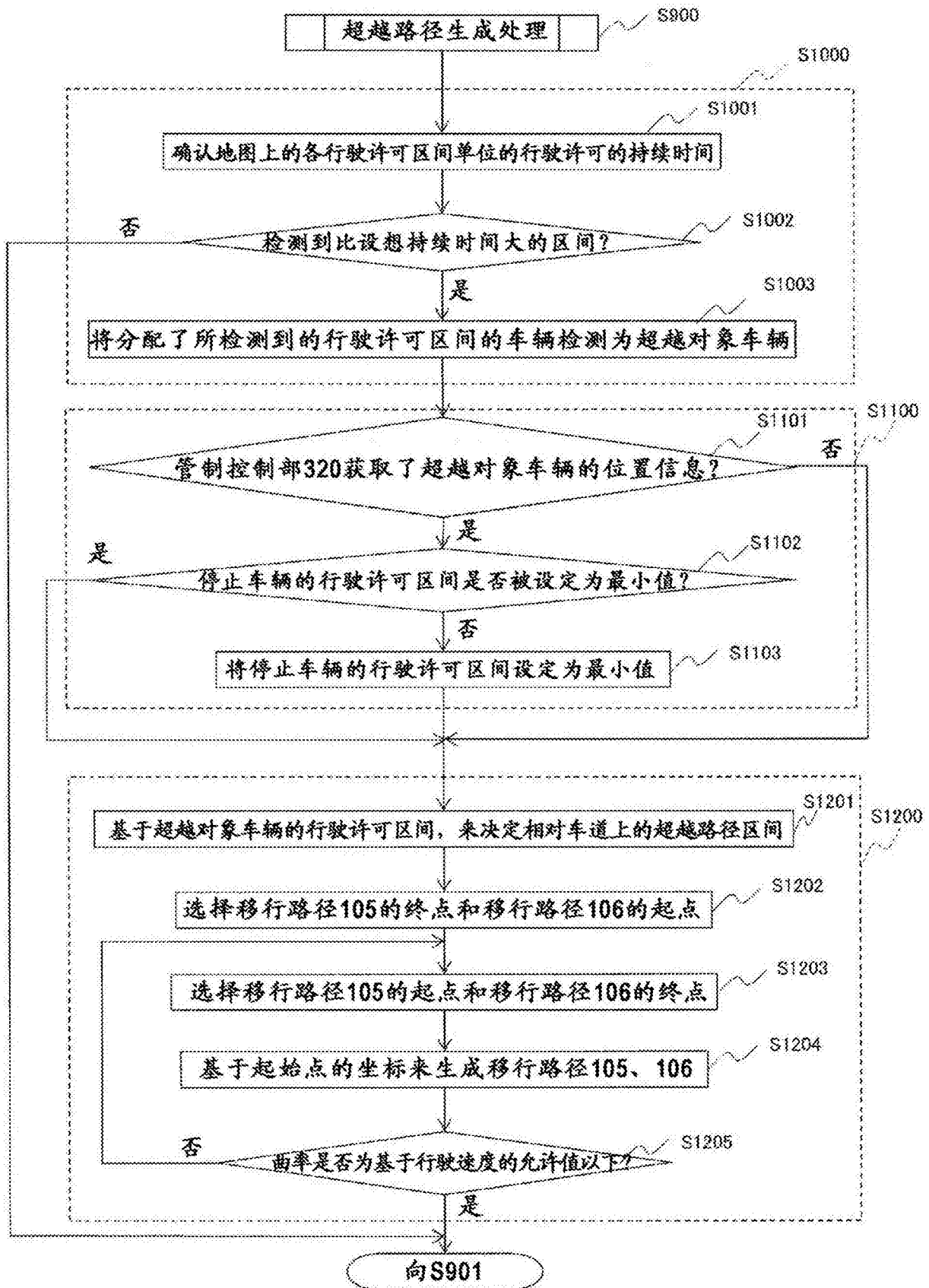


图10

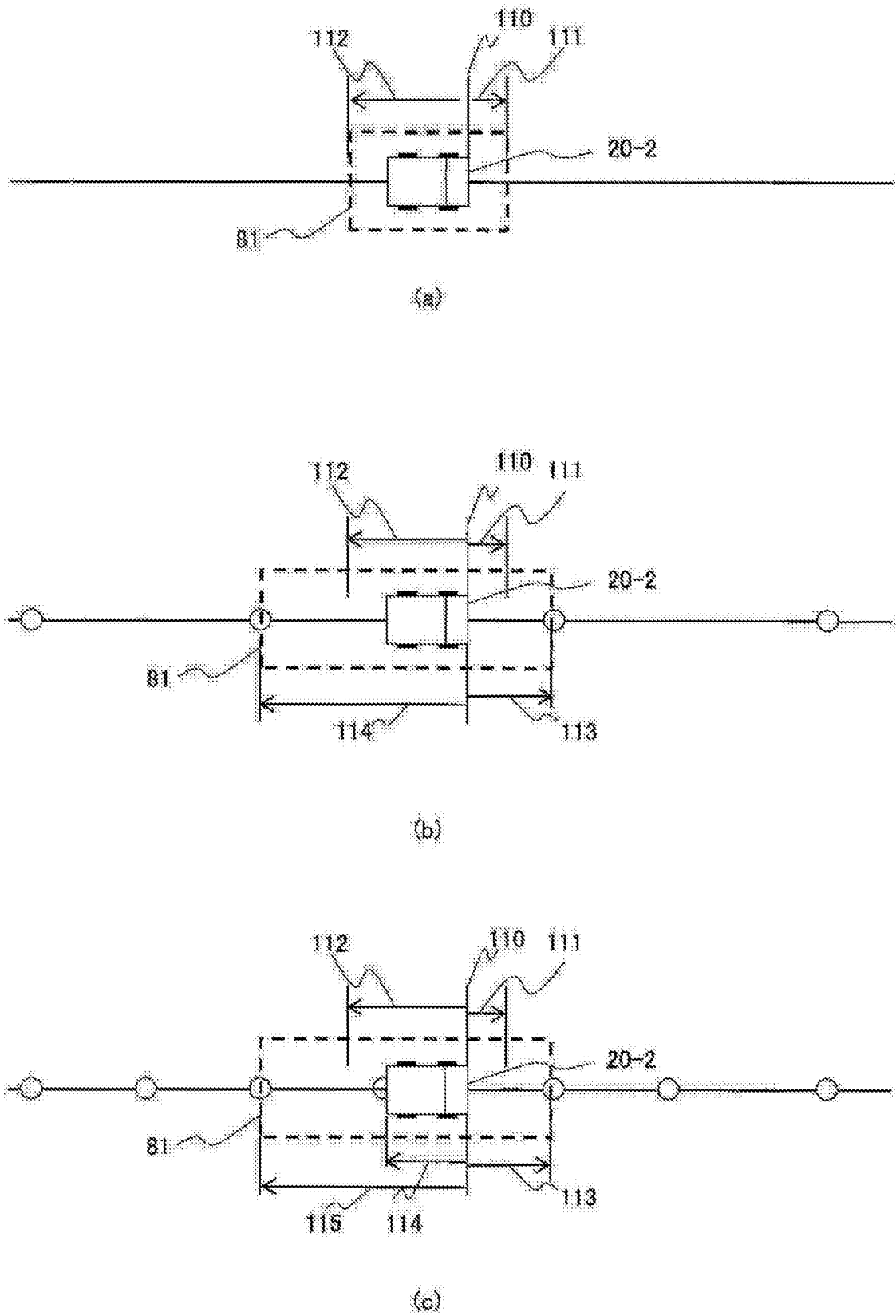


图11

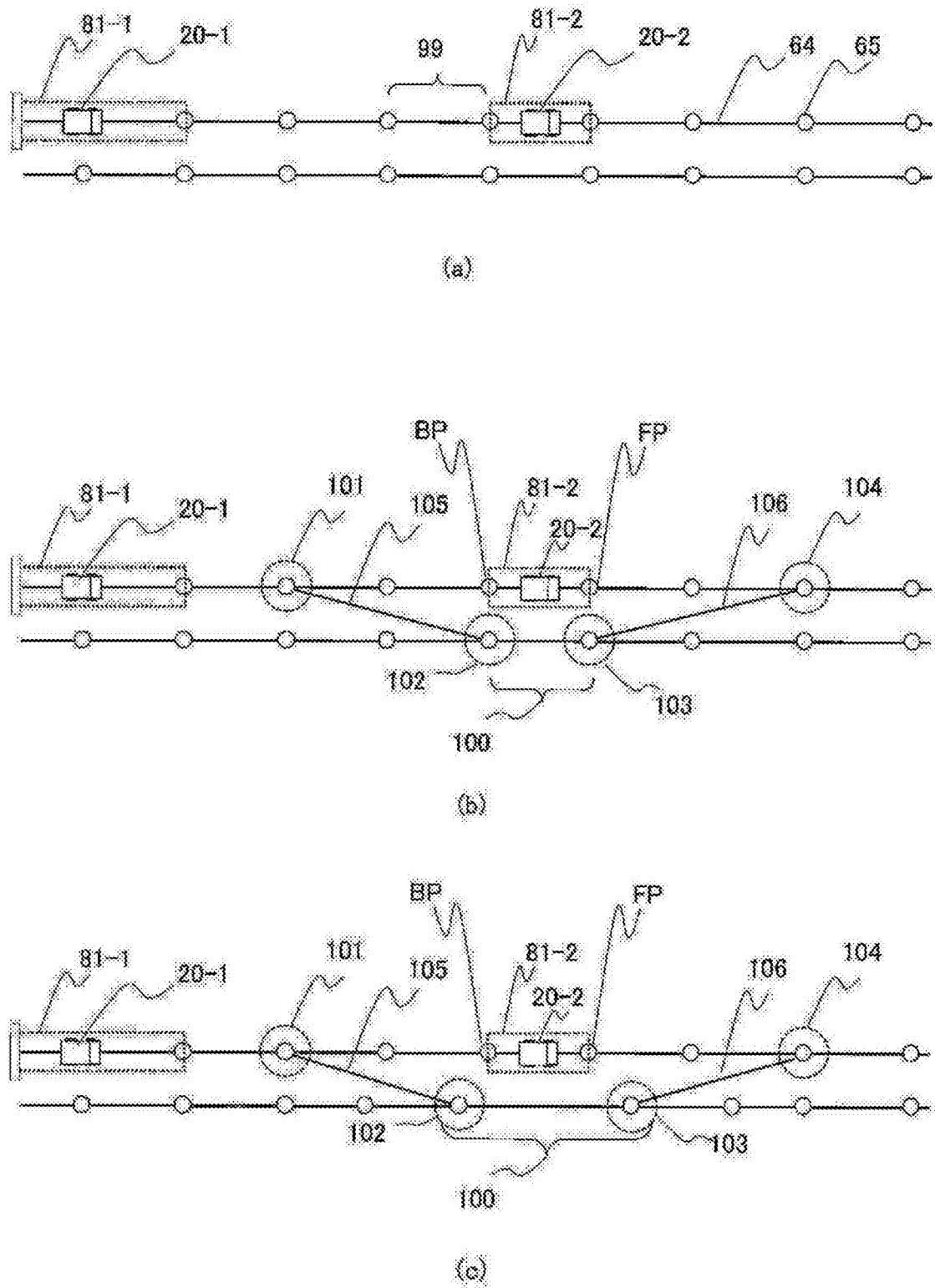


图12

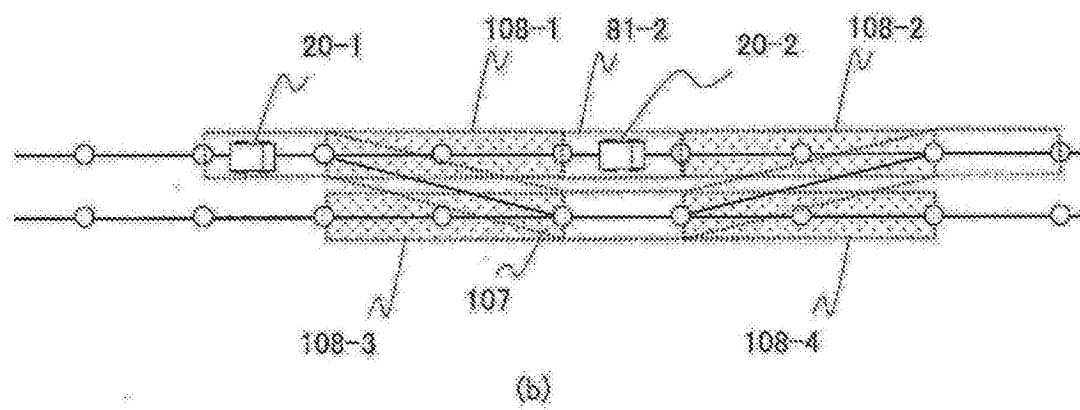
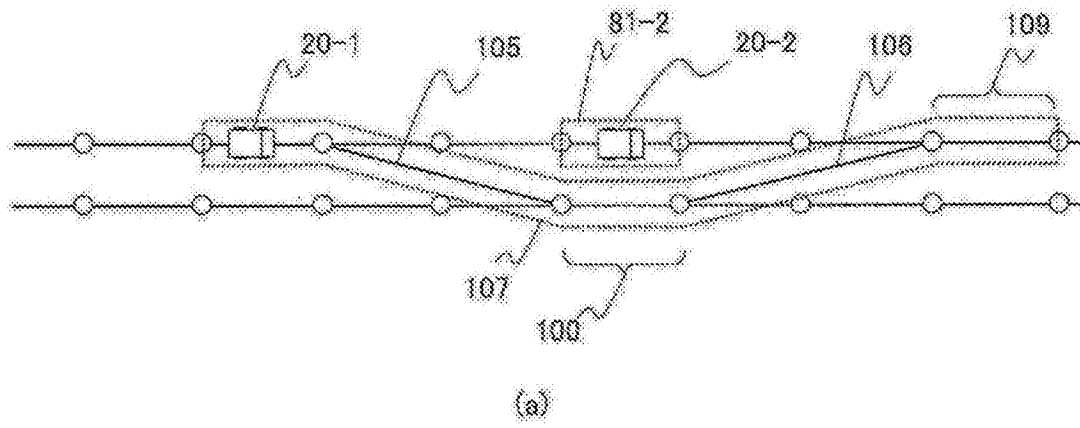


图13

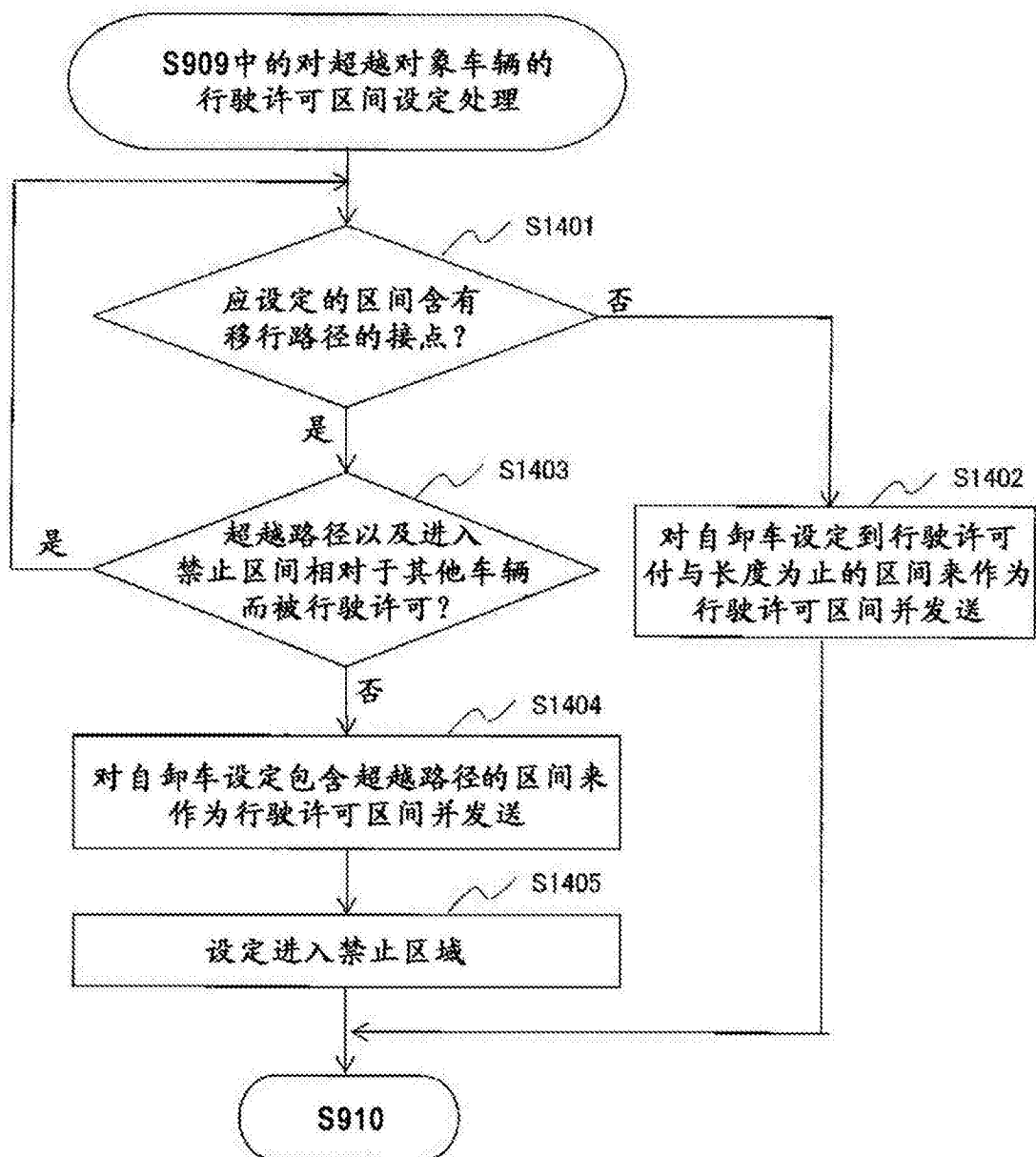


图14

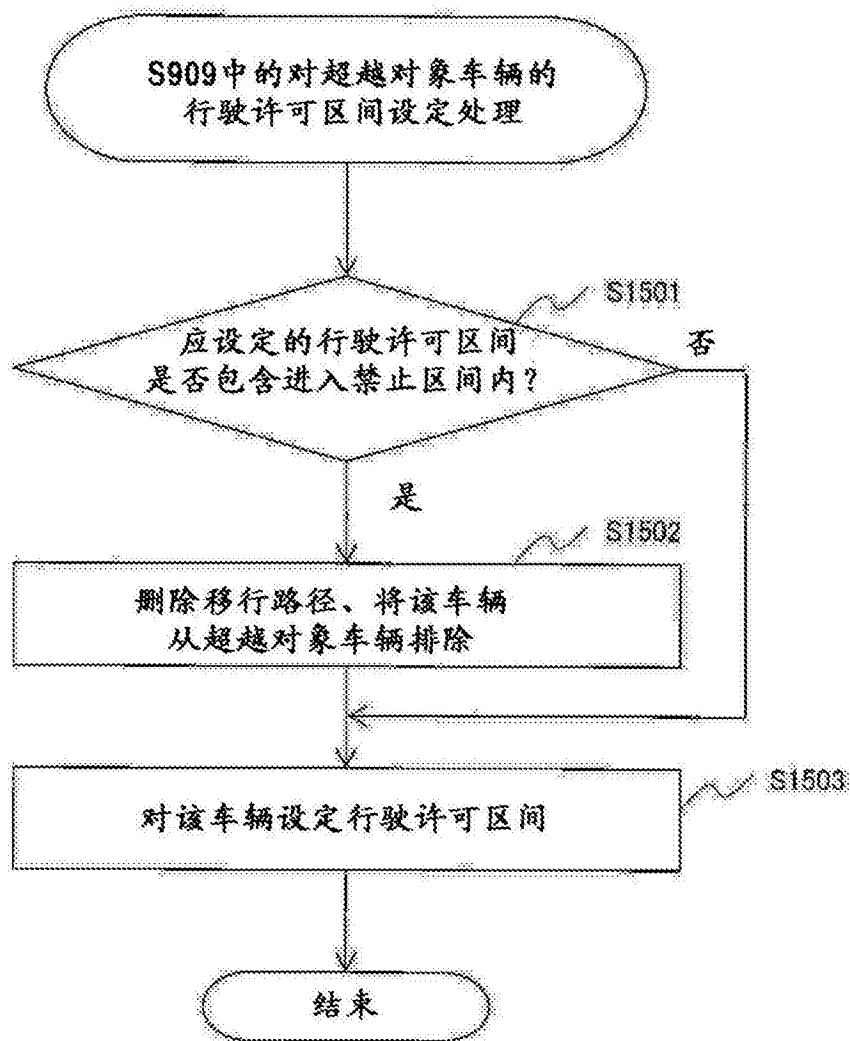


图15