



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105849587 B

(45)授权公告日 2018.12.21

(21)申请号 201580003019.4  
 (22)申请日 2015.10.30  
 (65)同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 105849587 A  
 (43)申请公布日 2016.08.10  
 (85)PGT国际申请进入国家阶段日  
 2016.06.08  
 (86)PGT国际申请的申请数据  
 PCT/JP2015/080864 2015.10.30  
 (87)PGT国际申请的公布数据  
 W02016/060281 JA 2016.04.21  
 (73)专利权人 株式会社小松制作所  
 地址 日本国东京都港区  
 (72)发明人 坂井敦 龙满光广 远岛雅德  
 西岛章治  
 (74)专利代理机构 北京德崇智捷知识产权代理  
 有限公司 11467  
 代理人 金丹

(51)Int.Cl.  
*G01S 13/86*(2006.01)  
*G01C 21/26*(2006.01)  
*G01S 13/89*(2006.01)  
*G01S 13/93*(2006.01)  
*G01S 17/89*(2006.01)  
*G01S 17/93*(2006.01)  
*G01S 19/45*(2006.01)  
*G08G 1/00*(2006.01)  
 (56)对比文件  
 US 7266477 B2,2007.09.04,  
 US 7266477 B2,2007.09.04,  
 US 7756615 B2,2010.07.13,  
 US 2002/0099481 A1,2002.07.25,  
 JP 特开2008-116370 A,2008.05.22,  
 审查员 李苏宁

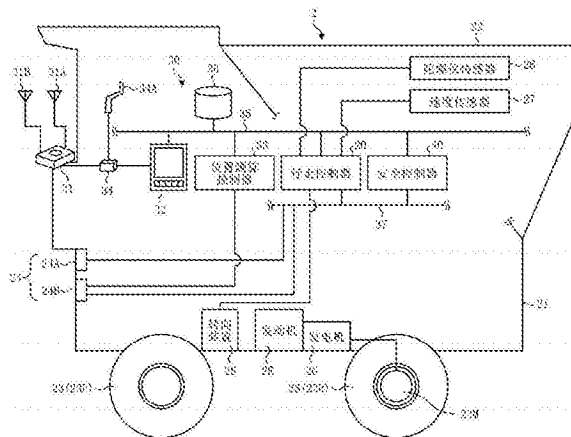
权利要求书2页 说明书20页 附图12页

(54)发明名称

作业机械的控制系统、作业机械、其管理系统和控制方法

(57)摘要

一种作业机械的控制系统(30),具备:GPS接收器(31),其通过GPS来检测自卸车的GPS位置;判定部,其判定检测到的GPS位置的误差是否在规定的误差以下;激光传感器(24B),其检测自卸车的周围的物体的位置;以及地图保存用数据库(36),其在判定部判定为GPS接收器(31)检测到的自卸车的GPS位置的误差在规定的误差以下时,从激光传感器(24B)的检测结果提取与向上方突出的上方突出物有关的检测结果,将提取出的与上方突出物有关的检测结果作为地图信息进行存储。



1. 一种作业机械的控制系统,所述作业机械在行走路径上行走,所述作业机械的控制系统的特征在于,包括:

位置检测单元,其检测所述作业机械的位置;

判定单元,其判定所述位置检测单元检测到的位置的误差是否在规定的误差以下;

非接触传感器,其检测所述作业机械的周围的物体的位置;以及

地图信息存储单元,其在所述判定单元判定为所述位置检测单元检测到的位置的误差在所述规定的误差以下时,从所述非接触传感器的检测结果提取与向上方突出的上方突出物有关的检测结果,将提取出的与上方突出物有关的检测结果作为地图信息进行存储;

位置测算单元,其在所述判定单元判定为所述位置检测单元检测到的位置的误差超过所述规定的误差时,通过比对所述非接触传感器的检测结果和所述地图信息存储单元存储的所述地图信息,来确定所述作业机械的位置。

2. 根据权利要求1所述的作业机械的控制系统,其特征在于:

在检测到所述作业机械的停车的情况下,所述位置测算单元停止通过比对所述非接触传感器的检测结果和所述地图信息存储单元存储的所述地图信息对所述作业机械的位置的确定。

3. 根据权利要求1或2所述的作业机械的控制系统,其特征在于:

在所述判定单元判定为所述位置检测单元检测到的位置的误差在所述规定的误差以下的情况下,所述位置测算单元通过比对所述非接触传感器的检测结果和所述地图信息存储单元存储的所述地图信息来确定所述作业机械的位置,判定基于所述位置测算单元确定的所述作业机械的位置来使所述作业机械按照所述行走路径行走是否适合。

4. 根据权利要求3所述的作业机械的控制系统,其特征在于:

在所述判定单元判定为所述位置检测单元检测到的位置的误差在所述规定的误差以下的情况下,所述位置测算单元检测并存储通过比对所述非接触传感器的检测结果和所述地图信息存储单元存储的所述行走路径的地图信息而得到的所述作业机械的位置与所述位置检测单元检测到的位置之间的距离。

5. 一种作业机械的控制系统,所述作业机械在行走路径上行走,所述作业机械的控制系统的特征在于,包括:

位置检测单元,其检测所述作业机械的位置;

判定单元,其判定所述位置检测单元检测到的位置的误差是否在规定的误差以下;

非接触传感器,其检测所述作业机械的周围的物体的位置;以及

地图信息存储单元,其在所述判定单元判定为所述位置检测单元检测到的位置的误差在所述规定的误差以下时,从所述非接触传感器的检测结果提取与向上方突出的上方突出物有关的检测结果,将提取出的与上方突出物有关的检测结果作为地图信息进行存储,

在检测到所述作业机械的停车的情况下,所述地图信息存储单元停止所述地图信息的存储。

6. 一种作业机械,其特征在于,包括:

根据权利要求1、2或5所述的作业机械的控制系统;以及

车辆主体,其在设置于矿山的行走路径上行走。

7. 一种作业机械的管理系统,其特征在于,包括:

权利要求6所述的作业机械;以及  
管理装置,其配置于在矿山设置的管控设施,并且对所述作业机械的控制系统发送与设置于矿山的行走路径有关的信息。

8.一种作业机械的控制方法,用于使在行走路径上行走的作业机械行走,所述作业机械的控制方法的特征在于:

基于由位置检测单元检测到的作业机械的位置使所述作业机械按照所述行走路径行走,并且在所述检测到的作业机械的位置的误差在规定的误差以下时,从检测所述作业机械的周围的物体的位置的非接触传感器的检测结果,提取与向上方突出的上方突出物有关的检测结果,将提取出的与上方突出物有关的检测结果作为所述行走路径的地图信息进行存储,所述检测到的作业机械的位置的误差超过所述规定误差时,通过比对所述非接触传感器的检测结果和所述地图信息,来确定所述作业机械的位置。

## 作业机械的控制系统、作业机械、其管理系统和控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及作业机械的控制系统、作业机械、其管理系统和控制方法。

### 背景技术

[0002] 例如有专利文献1所公开那样的自卸车等作为作业机械的矿山机械在矿山的挖掘现场中工作。

[0003] 专利文献1：日本特开平11-242520号公报

### 发明内容

[0004] 在矿山的行走路径上自主行走的作业机械，在电离层产生异常时，利用全球导航卫星系统检测到的位置的精度降低而可能使作业被停止。其结果是，矿山中生产率可能会降低。

[0005] 本发明的目的在于提供一种能够抑制矿山中生产率的降低的作业机械的控制系统、作业机械、其管理系统和控制方法。

[0006] 本发明是一种在行走路径上行走的作业机械的控制系统，包括：位置检测单元，其检测上述作业机械的位置；判定单元，其判定上述位置检测单元检测到的位置的误差是否在规定的误差以下；非接触传感器，其检测上述作业机械的周围的物体的位置；以及地图信息存储单元，其在上述判定单元判定为上述位置检测单元检测到的位置的误差在上述规定的误差以下时，从上述非接触传感器的检测结果提取与向上方突出的上方突出物有关的检测结果，将提取出的与上方突出物有关的检测结果作为地图信息进行存储。

[0007] 优选在检测到上述作业机械的停车的情况下，上述地图信息存储单元停止上述地图信息的存储。

[0008] 优选上述作业机械的控制系统包括位置测算单元，其在上述判定单元判定为上述位置检测单元检测到的位置的误差超过上述规定的误差时，上述位置测算单元通过比对上述非接触传感器的检测结果和上述地图信息存储单元存储的上述地图信息来确定上述作业机械的位置。

[0009] 优选在检测到上述作业机械的停车的情况下，上述位置测算单元停止通过比对上述非接触传感器的检测结果和上述地图信息存储单元存储的上述地图信息对上述作业机械的位置的确定。

[0010] 优选在上述判定单元判定为上述位置检测单元检测到的位置的误差在上述规定的误差以下的情况下，上述位置测算单元通过比对上述非接触传感器的检测结果和上述地图信息存储单元存储的上述地图信息来确定上述作业机械的位置，判定基于上述位置测算单元确定的上述作业机械的位置来使上述作业机械按照上述行走路径行走是否适合。

[0011] 优选在上述判定单元判定为上述位置检测单元检测到的位置的误差在上述规定的误差以下的情况下，上述位置测算单元检测并存储通过比对上述非接触传感器的检测结果和上述地图信息存储单元存储的上述行走路径的地图信息而得到的上述作业机械的位

置与上述位置检测单元检测到的位置之间的距离。

[0012] 本发明是一种包括上述作业机械的控制系统以及在设置于矿山的行走路径上行走的车辆主体的作业机械。

[0013] 本发明是一种作业机械的管理系统,包括:上述作业机械;以及管理装置,其配置于在矿山设置的管控设施,并且对上述作业机械的控制系统发送与设置于矿山的行走路径有关的信息。

[0014] 本发明是一种作业机械的控制方法,用于使在行走路径上行走的作业机械行走,其中,基于由位置检测单元检测到的作业机械的位置使上述作业机械按照上述行走路径行走,并且在上述检测到的作业机械的位置的误差在规定的误差以下时,从检测上述作业机械的周围的物体的位置的非接触传感器的检测结果,提取与向上方突出的上方突出物有关的检测结果,将提取出的与上方突出物有关的检测结果作为上述行走路径的地图信息进行存储。

[0015] 根据本发明,能够抑制矿山中生产率的降低。

## 附图说明

[0016] 图1是表示实施方式1涉及的作业机械的管理系统的一个示例的图。

[0017] 图2是实施方式1涉及的自卸车的控制框图。

[0018] 图3是实施方式1涉及的自卸车的硬件结构图。

[0019] 图4是实施方式1涉及的自卸车的障碍物传感器的主视图。

[0020] 图5是表示图4所示的障碍物传感器的激光传感器的检测范围的俯视图。

[0021] 图6是表示图4所示的自卸车的障碍物传感器的激光传感器的检测范围的侧视图。

[0022] 图7是说明实施方式1涉及的作业机械的控制系统行走控制器确定位置以及方位的方法的图。

[0023] 图8是说明实施方式1涉及的作业机械的控制系统的位置测算控制器的比对导航运算部确定位置以及方位的方法的图。

[0024] 图9是表示实施方式1涉及的作业机械的控制系统地图保存用数据库中存储的地图信息的一部分的图。

[0025] 图10是放大表示图9中的XIV部的图。

[0026] 图11是实施方式1涉及的作业机械的控制系统流程图的一个示例。

[0027] 图12是图11的步骤ST4的流程图的一个示例。

[0028] 图13是图12的步骤ST42的流程图的一个示例。

[0029] 图14是图11的步骤ST6的流程图的一个示例。

[0030] 图15是图14的步骤ST64的流程图的一个示例。

[0031] 图16是表示实施方式1涉及的作业机械的控制系统比对导航运算部检测到的各个位置以及方位上的预想的检测结果的一个示例的图。

[0032] 图17是表示实施方式1涉及的作业机械的控制系统激光传感器实际检测到的检测结果的一个示例的图。

[0033] 图18是表示实施方式1涉及的作业机械的控制系统的位置测算控制器的比对导航运算部计算出最近似的检测结果的状态的一个示例的图。

- [0034] 图19是实施方式2涉及的作业机械的控制系统的流程图的一个示例。
- [0035] 图20是图19的步骤ST7的流程图的一个示例。
- [0036] 符号说明
- [0037] 1 管理系统
- [0038] 2 自卸车(作业机械)
- [0039] 7 管控设施
- [0040] 10 管理装置
- [0041] 20 行走控制器(控制单元)
- [0042] 21 车辆主体
- [0043] 24A 雷达(非接触传感器)
- [0044] 24B 激光传感器(非接触传感器)
- [0045] 27 速度传感器
- [0046] 30 作业机械的控制系统
- [0047] 31 GPS接收器(位置检测单元)
- [0048] 32A 路径位置存储部(路径位置存储单元)
- [0049] 33 位置测算控制器(位置测算单元)
- [0050] 33A 判定部(判定单元)
- [0051] RP 行走路径
- [0052] VP 上方突出物
- [0053] BK 土堤
- [0054] MI 地图信息

### 具体实施方式

[0055] 下面,参照附图说明本发明涉及的实施方式,但本发明不限于此。

[0056] 实施方式1

[0057] 作业机械的管理系统的概要

[0058] 图1是表示实施方式1涉及的作业机械的管理系统的一个示例的图。

[0059] 作业机械的管理系统1(下面记载为管理系统)包括在管控设施7中配置的管理装置10,进行作业机械的管理。作业机械的管理包括作业机械的运行管理、作业机械的生产率的评价、作业机械的操作员的操作技术的评价、作业机械的保养以及作业机械的异常诊断中的至少一种。

[0060] 作业机械是指用于矿山中各种作业的机械类的总称。作业机械包括钻探机械、挖掘机械、装载机械、运载机械、破碎机以及作业者所驾驶的车辆中的至少一种。挖掘机械能够在矿山中进行挖掘。装载机械能够对运载机械装载货物。装载机械包括液压挖掘机、电动挖掘机以及轮式装载机中的至少一种。运载机械包括能够在矿山中移动的移动体,能够搬运货物。运载机械包括自卸车。货物包括通过挖掘而产生的砂土以及矿石中的至少一种。破碎机对从运载机械投入的土石进行破碎。

[0061] 在实施方式1中,通过管理系统1来管理在矿山中行走的作为作业机械的运搬机械。在实施方式1中,说明通过管理系统1来管理作为作业机械的自卸车2的例子。自卸车2也

是在矿山中使用的矿山机械,如图1以及图2所示,在矿山中的装载场LPA、卸土场DPA、通往装载场LPA以及卸土场DPA中的至少一方的搬运路线HL以及搬运路线HL彼此交叉的交叉点IS中的至少一部分中作业。在至少一个卸土场DPA有时配置有对土石进行破碎的破碎机CR。矿山在装载场LPA的外侧、卸土场DPA的外侧以及搬运路线HL的外侧中的至少一个以上,设有堆积土方而构成的土堤BK。

[0062] 自卸车2是能够在矿山中移动的移动体。自卸车2能够在装载场LPA、卸土场DPA、搬运路线HL以及交叉点IS中的至少一部分中行走。自卸车2能够在搬运路线HL以及交叉点IS的至少一部分中行走而在装载场LPA与卸土场DPA之间移动。即,设于矿山的自卸车2的行走路径RP包括装载场LPA、卸土场DPA、搬运路线HL以及交叉点IS中的至少一部分。矿山设有从行走路径RP的表面向上方突出规定高度以上的上方突出物VP。在实施方式1中,上方突出物VP由土堤BK、人造物AF以及隔墙WL构成,人造物AF设置于装载场LPA、卸土场DPA以及搬运路线HL中的至少一个,隔墙WL设置于装载场LPA、卸土场DPA以及搬运路线HL中的至少一个,上方突出物VP还包括标识、建筑物等人造物或岩石等。但不限于此。规定高度是不希望自卸车2在自主行走时翻越上方突出物VP的高度。

[0063] 自卸车2在装载场LPA装载货物。装载场LPA是在矿山中进行货物的装载作业的区域(场所)。在装载场LPA,作为自卸车2以外的其他的作业机械3的装载机械对自卸车2装载货物。

[0064] 自卸车2在卸土场DPA卸下(排掉)货物。卸土场DPA是在矿山中进行货物的卸下作业的区域(场所)。自卸车2在设有破碎机CR的卸土场DPA,对破碎机CR内投入作为货物的土石。

[0065] 在实施方式1中,自卸车2是根据来自管理装置10的指令信号自主在行走路径RP上行走的所谓的无人自卸车。自卸车2不通过作业者(驾驶员)的操作而行走。所谓的自卸车2的自主行走是指自卸车2不是通过作业者的操作而行走,而是根据来自管理装置10的指令信号而行走。

[0066] 在图1中,管理系统1具备:配置于管控设施7并对自卸车2进行管理的管理装置10、能够传递信息的通信系统9、自卸车2以及其他的作业机械3。

[0067] 管理装置10设置在矿山的管控设施7。可以将管控设施7称为管理设施7,也可以称为中央管控室7。可以将管理装置10称为管控装置(中央管控装置)10,也可以称为中央管控系统10。管理装置10不会移动。另外,管理装置10也可以是能够移动。

[0068] 通信系统9在管理装置10与自卸车2与其他的作业机械3之间,通过无线通信来传递信息。管理装置10与自卸车2能够经由通信系统9双向地进行无线通信。管理装置10与其他的作业机械3能够经由通信系统9双向地进行无线通信。自卸车2与其他的作业机械3能够经由通信系统9双向地进行无线通信。在实施方式1中,通信系统9在管理装置10与自卸车2与其他的作业机械3之间,具有多个对信号(电波)进行中继的中继器6。

[0069] 在实施方式1中,自卸车2的位置以及其他的作业机械3的位置利用RTK-GNSS(Real Time Kinematic-Global Navigation Satellite System:实时动态-全球导航卫星系统,GNSS称为全球导航卫星系统)来进行检测得到。作为全球导航卫星系统的一个示例,能够列举出GPS(Global Positioning System:全球定位系统),但是不限于此。RTK-GNSS具有多个定位卫星5。RTK-GNSS检测在对纬度、经度以及高度进行规定的坐标系(全局坐标系)中的位

置。利用RTK-GNSS检测到的位置包括纬度、经度以及高度的坐标数据。通过RTK-GNSS,来检测在矿山中自卸车2的位置以及其他作业机械3的位置。利用RTK-GNSS检测到的位置是在全局坐标系中规定的绝对位置。在下面的说明中,可以将利用RTK-GNSS检测到的位置称为GPS位置。GPS位置是绝对位置,是纬度、经度以及高度的坐标数据(坐标值)。此外,在RTK-GNSS中,受到定位卫星5的配置、电离层、对流层或者接收来自定位卫星5的信息的天线周边地形的影响,定位的状态会发生变化。在该定位的状态中,存在例如固定解(Fix解)(精度为±1cm到2cm左右),浮点解(Float解)(精度为±10cm到数米左右),单点解(Single解)(精度为±数米左右)以及无法定位(不能定位计算)等。

[0070] 此外,管理系统1通过图1所示的由相互正交的X轴方向和Y轴方向规定的坐标(下面记为X-Y坐标),来管理矿山中的自卸车2以及其他的作业机械3的位置。此外,管理系统1将“北”作为零度、将“东”作为90度、将“南”作为180度以及将“西”作为270度,来管理自卸车2以及其他的作业机械3的方位。自卸车2以及其他的作业机械3的方位是在自卸车2以及其他的作业机械3向前方行走时所移动的方向。另外,在实施方式1中,Y轴方向表示“北”,但是不限于此。

[0071] 管理装置

[0072] 下面,说明在管控设施7配置的管理装置10。管理装置10对自卸车2的作业机械的控制系统30发送与设于矿山的行走路径RP有关的信息,如图1所示,具备计算机11、显示装置16、输入装置17、无线通信装置18以及GPS基站19。

[0073] 计算机11具备处理装置12、存储装置13以及输入输出部15。显示装置16、输入装置17、无线通信装置18以及GPS基站19经由输入输出部15与计算机11连接。输入输出部15用于处理装置12与显示装置16、输入装置17、无线通信装置18以及GPS基站19中的至少一个之间的信息的输入输出(接口)。

[0074] 处理装置12执行与自卸车2的管理有关的各种处理以及与其他作业机械3的管理有关的各种处理。处理装置12对经由通信系统9取得的与自卸车2的位置有关的信息以及与其他作业机械3的位置有关的信息进行处理。处理装置12生成与自卸车2的行走路径RP有关的信息。

[0075] 存储装置13与处理装置12连接。存储装置13存储与自卸车2的管理有关的各种信息以及与其他作业机械3的管理有关的各种信息。存储装置13存储自卸车2的位置以及其他作业机械3的位置。存储装置13存储用于使处理装置12执行各种处理的计算机程序。

[0076] 显示装置16包括例如液晶显示器那样的平板显示器。显示装置16能够显示与自卸车2的位置有关的信息以及与其他作业机械3的位置有关的信息。

[0077] 输入装置17包括键盘、触控面板以及鼠标中的至少一种。输入装置17作为能够对处理装置12输入操作信号的操作部而发挥功能。管控设施7的管理者能够操作输入装置17,来向处理装置12输入操作信号。

[0078] 无线通信装置18配置于管控设施7。无线通信装置18是通信系统9的一部分。无线通信装置18经由输入输出部15与处理装置12连接。无线通信装置18具有天线18A。无线通信装置18能够接收从自卸车2以及其他的作业机械3中的至少一方发送来的信息。由无线通信装置18接收到的信息输出至处理装置12,并存储(记录)在存储装置13中。无线通信装置18能够将信息发送给自卸车2和其他的作业机械3中的至少一个。



[0079] GPS基站19配置于管控设施7。GPS基站19至少具备：接收来自多个定位卫星5的信息的天线19A；以及与天线19A连接的发送接收装置19B。发送接收装置19B至少具备：经由天线19A接收来自定位卫星5的信息的接收机；经由天线19C对自卸车2发送信息的发送机；具有如CPU (Central Processing Unit:中央处理器) 那样的微处理器的运算处理装置；以及具有如ROM (Read Only Memory:只读存储器) 那样或者如RAM (Random Access Memory:随机存取存储器) 那样的存储单元的存储装置。发送接收装置19B根据天线19A所接收的信息来检测GPS基站19的GPS位置，并且生成用于校正自卸车2的GPS位置的校正观测信息。在GPS基站19中，发送接收装置19B通过天线19C，对自卸车2以及其他的作业机械3发送校正观测信息。

[0080] 计算机11至少具备：通信用的输入输出部15；执行控制程序的CPU (Central Processing Unit)；存储控制程序的ROM (Read Only Memory)；作为CPU的作业区域使用的RAM (Random Access Memory)；以及通过CPU记录信息的非易失性存储器。

[0081] 处理装置12的功能通过CPU读取在ROM中存储的控制程序并且在RAM的作业区域中执行来实现。存储装置13的功能通过ROM存储控制程序以及通过CPU将信息记录到非易失性存储器中来实现。非易失性存储器包括快闪存储器以及硬盘驱动器中的至少一个，实现数据库。此外，也可以是多个处理电路相配合地实现处理装置12以及存储装置13的功能。

[0082] 其他的作业机械

[0083] 下面，说明其他的作业机械3。在实施方式1中，其他的作业机械3是自卸车2以外的作业机械，通过作业者的操作而驱动。其他的作业机械3至少具备：包括CPU (Central Processing Unit) 并且执行与作业内容有关的各种处理的处理装置；检测GPS位置的GPS接收器；以及与管控设施7的无线通信装置18之间发送接收信息的无线通信装置。在其他的作业机械3中，无线通信装置每隔规定时间就将GPS位置发送给管控设施7的无线通信装置18。

[0084] 自卸车

[0085] 下面，说明自卸车2。图2是实施方式1涉及的自卸车的控制框图。图3是实施方式1涉及的自卸车的硬件结构图。图4是实施方式1涉及的自卸车的障碍物传感器的主视图。图5是表示图4所示的障碍物传感器的激光传感器的检测范围的俯视图。图6是表示图4所示的自卸车的障碍物传感器的激光传感器的检测范围的侧视图。

[0086] 如图3所示，自卸车2具备车辆主体21、箱斗22、车轮23、障碍物传感器24以及作业机械的控制系統30。

[0087] 车辆主体21在行走路径RP上行走。在车辆主体21中，配置有如柴油发动机那样的内燃机2E、通过内燃机2E而动作的发电机2G、以及通过发电机2G产生的电力来动作的电动机23M。通过电动机23M，来驱动车轮23中的后轮23R。另外，内燃机2E的动力也可以经由包含变矩器的变速箱传递到后轮23R。此外，车辆主体21具备对车轮23中的前轮23F进行转向的转向装置2S。箱斗22通过装载机械装载货物，在卸载作业中被举高，从而卸载货物。

[0088] 如图4所示，障碍物传感器24配置在车辆主体21的前下部。障碍物传感器24以非接触的方式来检测车辆主体21的前方的障碍物。在实施方式1中，如图4所示，障碍物传感器24具备作为非接触传感器的多台雷达24A和作为非接触传感器的激光传感器24B。雷达24A用于检测自卸车2的周围的物体的位置，发射电波并将该电波向障碍物照射，接收由障碍物反射来的电波。由此，雷达24A能够检测障碍物相对于雷达24A的方向以及距离。在实施方式1

中,雷达24A在车辆主体21的左右方向上相间地设有三个,但是不限于此。

[0089] 激光传感器24B用于检测自卸车2的周围的物体的位置,发射激光光线并将该激光光线向作为物体的障碍物照射,接收由障碍物反射来的激光光线。由此,激光传感器24B能够检测障碍物相对于激光传感器24B的方向以及距离。激光传感器24B为了发射激光光线,并接收反射来的激光光线,激光传感器24B的分辨率是比雷达24A的分辨率高的分辨率。在实施方式1中,如图4所示,激光传感器24B在车辆主体21的左右方向上相间地设有两个,但是不限于此。

[0090] 激光传感器24B一边发射上下方向的方位不同的四个激光光线一边使激光光线向左右扫动并且接收由障碍物反射来的激光光线。在实施方式1中,两个激光传感器24B如图5所示,在俯视车辆主体21时,其在左右方向的中央处激光光线的照射范围IAH重叠,并且分别沿左右扫动激光光线,但是不限于此。此外,在实施方式1中,激光传感器24B如图6所示,在侧视车辆主体21时,其从车辆主体21向以比水平方向向下方侧倾斜的方向为中心的照射范围IAV内照射激光光线,但是不限于此。

[0091] 此外,雷达24A以及激光传感器24B与作业机械的控制系统30的第二通信线37连接。此外,激光传感器24B与作业机械的控制系统30的位置测算控制器33连接。

[0092] 作业机械的控制系统

[0093] 下面,说明作业机械的控制系统。图7是说明实施方式1涉及的作业机械的控制系统行走控制器确定位置以及方位的方法的图。图8是说明实施方式1涉及的作业机械的控制系统的位置测算控制器的比对导航运算部确定位置以及方位的方法的图。图9是表示实施方式1涉及的作业机械的控制系统地图保存用数据库中存储的地图信息的一部分的图。图10是放大表示图9中的XIV部分的图。

[0094] 作业机械的控制系统30是设置于自卸车2,使自卸车2沿着行走路径RP自主行走的系统。如图3所示,作业机械的控制系统30至少具备陀螺仪传感器26、速度传感器27、GPS接收器31、行走路径生成装置32、位置测算控制器33、行走控制器20、激光传感器24B、无线通信装置34以及地图保存用数据库36。除此之外,作业机械的控制系统30还具备第一通信线35、第二通信线37以及安全控制器40。

[0095] 如图3所示,行走控制器20、行走路径生成装置32、位置测算控制器33、地图保存用数据库36以及安全控制器40与第一通信线35连接。它们经由第一通信线35相互通信,收发信息。行走控制器20以及安全控制器40也与第二通信线37连接。它们经由第二通信线37相互通信,收发信息。在实施方式1中,利用第一通信线35以及第二通信线37的通信的标准是作为ISO11898以及ISO11519标准化了的CAN(Controller Area Network:控制器局域网),但是不限于此。

[0096] 陀螺仪传感器26检测自卸车2的方位(方位变化量)。陀螺仪传感器26与行走控制器20连接。陀螺仪传感器26将作为检测结果的检测信号向行走控制器20输出。行走控制器20能够基于陀螺仪传感器26的检测信号,来求取自卸车2的方位(方位变化量)。

[0097] 速度传感器27检测自卸车2的行走速度。在实施方式1中,速度传感器27检测车轮23的转速,来检测自卸车2的速度(行走速度)。速度传感器27与行走控制器20连接。速度传感器27将作为检测结果的检测信号向行走控制器20输出。行走控制器20能够基于速度传感器27的检测信号和来自内置于行走控制器20的定时器的时间信息,来求取自卸车2的移动

距离。

[0098] GPS接收器31是使用GPS来检测作为自卸车2的位置的GPS位置的位置检测单元。GPS接收器31至少与接收来自定位卫星5的信息的天线31A和接收来自GPS基站19的校正观测信息的天线31B连接。天线31A将基于从定位卫星5接收到的信息的信号向GPS接收器31输出,天线31B将基于接收到的校正观测信息的信号向GPS接收器31输出。GPS接收器31使用来自定位卫星5的信息和来自GPS基站19的校正观测信息,来检测天线31A的位置(GPS位置)。具体而言,GPS接收器31比较来自定位卫星5的信息和来自GPS基站19的校正观测信息,来求取距任意的定位卫星5的距离,并且调查来自定位卫星5的电波的相位,来检测天线31A的位置(GPS位置)。在实施方式1中,GPS接收器31使用RTK(Real Time Kinematic:实时动态)-GNSS,但是不限于此。

[0099] GPS接收器31通过检测天线31A的位置(GPS位置),来检测自卸车2的位置(GPS位置)。此外,GPS接收器31在检测天线31A的位置的过程中,基于天线31A接收到信息的定位卫星5的数量等,来检测表示检测到的GPS位置的精度的固定解、浮点解或者单点解。GPS接收器31在无法定位计算GPS位置的情况下,输出表示无法定位的信号。在实施方式1中,固定解的GPS位置的精度是自卸车2能够进行自主行走的精度,浮点解、单点解的GPS位置的精度是自卸车2无法进行自主行走的精度,但是不限于此。这样,GPS接收器31检测表示检测到的GPS位置的精度的固定解、浮点解或者单点解,在无法定位计算的情况下,将表示无法定位的信号经由行走路径生成装置32向行走控制器20以及位置测算控制器33输出。

[0100] 如图2所示,行走路径生成装置32具备路径位置存储部32A,路径位置存储部32A是存储管理装置10的处理装置12所生成的与行走路径RP有关的信息的路径位置存储单元。行走路径生成装置32与连接有天线34A的无线通信装置34连接。无线通信装置34能够接收从管理装置10以及本车辆以外的作业机械4中的至少一个发送来的信息(包括指令信号)。另外,本车辆以外的作业机械4是除了设置有作业机械的控制系统的自卸车2以外的作业机械4,包括钻探机械、挖掘机械、装载机械、运载机械以及作业者所驾驶的车辆。即,本车辆以外的作业机械4包括本车辆以外的自卸车2。

[0101] 无线通信装置34接收管控设施7的无线通信装置18发送的与行走路径RP以及本车辆以外的作业机械4的位置有关的信息,向行走路径生成装置32以及位置测算控制器33输出。另外,与行走路径RP有关的信息以及与本车辆以外的作业机械4的位置有关的信息以X-Y坐标表示。当从无线通信装置34接收到与行走路径RP以及本车辆以外的作业机械4的位置有关的信息时,行走路径生成装置32将接收到的信息存储在路径位置存储部32A中。当从无线通信装置34接收到与行走路径RP以及本车辆以外的作业机械4的位置有关的信息时,行走路径生成装置32通过无线通信装置34将作为本车辆的自卸车2的位置以及方位向管控设施7的无线通信装置18发送。此外,行走路径生成装置32与第一通信线35连接。

[0102] 行走控制器20是至少具备CPU(Central Processing Unit)、存储控制程序的ROM(Read Only Memory)、作为CPU的作业区域使用的RAM(Random Access Memory)以及非易失性存储器的计算机。行走控制器20接收GPS接收器31检测到的GPS位置以及位置测算控制器33检测到的自卸车2的位置。行走控制器20是控制单元,基于GPS接收器31检测到的自卸车2的GPS位置或者位置测算控制器33的比对导航运算部33B检测到的自卸车2的位置,使自卸车2按照行走路径RP自主行走。

[0103] 行走控制器20,除了输入自卸车2的位置以外,还输入表示陀螺仪传感器26的检测结果亦即自卸车2的方位(方位变化量)的检测信号以及表示速度传感器27的检测结果亦即自卸车2的行走速度的检测信号。在实施方式1中,行走控制器20,每隔T1都输入表示自卸车2的方位(方位变化量)的检测信号以及表示速度传感器27的检测结果亦即自卸车2的行走速度的检测信号。此外,行走控制器20经由无线通信装置34、行走路径生成装置32以及第一通信线35,与GPS接收器31连接。行走控制器20,输入表示GPS接收器31的检测结果亦即GPS位置的检测信号。在实施方式1中,表示GPS位置的检测信号每隔比T1长的T2输入至行走控制器20。

[0104] 行走控制器20基于GPS接收器31的检测结果亦即GPS位置、速度传感器27的检测结果亦即自卸车2的行走速度以及陀螺仪传感器26的检测结果亦即自卸车2的方位(方位变化量),来确定自卸车2的位置以及方位。在实施方式1中,如图7所示,行走控制器20通过卡尔曼滤波器KF(Kalman Filter)来合并GPS接收器31的检测结果亦即GPS位置、速度传感器27的检测结果亦即自卸车2的行走速度以及陀螺仪传感器26的检测结果亦即自卸车2的方位(方位变化量),从而确定自卸车2的位置以及方位。具体而言,行走控制器20以从GPS接收器31输入GPS位置的时刻的GPS位置以及陀螺仪传感器26的检测结果亦即方位为基础,根据来自定时器的时间信息来对速度传感器27的检测结果亦即行走速度进行积分,来确定位置以及方位。行走控制器20在位置以及方位的检测前、检测中、检测后的任意时刻将GPS位置变换成X-Y坐标的位置。

[0105] 行走控制器20以自卸车2的位置与行走路径信息中包含的行走路径RP的位置相重叠,即以自卸车2按照行走路径RP行走的方式,来控制自卸车2的油门、未图示的制动装置以及转向装置2S中的至少一个。通过这样的控制,行走控制器20使自卸车2沿着行走路径RP行走。行走控制器20的功能通过CPU读取ROM中存储的控制程序并在RAM的作业区域执行来实现。此外,也可以是多个处理电路相配合地实现行走控制器20的功能。

[0106] 如图2所示,位置测算控制器33具备判定部33A、比对导航运算部33B以及栅格地图生成部33C。位置测算控制器33是测算输出单元,用于在自卸车2按照行走路径RP行走时,根据GPS接收器31的检测结果亦即自卸车2的GPS位置以及激光传感器24B的检测结果来检测上方突出物VP(在实施方式1中,主要是土堤BK)的位置,并将检测到的上方突出物VP的位置作为行走路径RP的地图信息MI存储在地图保存用数据库36中。位置测算控制器33与第一通信线35连接。位置测算控制器33,经由第一通信线35以及行走控制器20输入表示陀螺仪传感器26的检测结果亦即自卸车2的方位(方位变化量)的检测信号以及表示速度传感器27的检测结果亦即自卸车2的行走速度的检测信号。

[0107] 此外,位置测算控制器33经由无线通信装置34、行走路径生成装置32以及第一通信线35,与GPS接收器31连接。位置测算控制器33输入表示GPS接收器31的检测结果亦即GPS位置的检测信号。

[0108] 判定部33A是判定单元,用于判定GPS接收器31检测到的GPS位置的误差是否在规定的误差以下。在实施方式1中,判定部33A判定GPS位置的解是否是固定解,如果GPS位置的解是固定解,则判定为检测到的自卸车2的GPS位置的精度是高精度并且GPS位置的误差在规定的误差以下。判定部33A在GPS位置的解是浮点解的情况、是单点解的情况或者GPS位置是无法定位的情况下,判定为检测到的自卸车2的GPS位置的精度是低精度并且GPS位置的

误差超过规定的误差。另外,规定的误差是自卸车2能够通过后述的推测导航按照行走路径RP自主行走的GPS位置的误差(精度)。在实施方式1中,GPS接收器31进行GPS位置以及解的检测,但是也可以是其他的机器(例如,判定部33A)进行解的检测。

[0109] 在判定部33A判定为GPS接收器31检测到的自卸车2的GPS位置的误差在规定的误差以下时,栅格地图生成部33C基于陀螺仪传感器26的检测结果、速度传感器27的检测结果以及激光传感器24B的检测结果,检测在装载场LPA、卸土场DPA、搬运路线HL的至少一个以上中设置的上方突出物VP(在实施方式1中,主要是土堤BK)的位置,并将与上方突出物VP的位置有关的信息作为行走路径RP的地图信息MI而存储在地图保存用数据库36中。具体而言,栅格地图生成部33C将行走控制器20检测到的自卸车2的位置以及方位与激光传感器24B的检测结果合并,从合并后的信息删除上方突出物VP以外的检测结果,来检测上方突出物VP的位置。此外,如图9以及图10所示,在俯视时,栅格地图生成部33C保存在地图保存用数据库36中的地图信息MI表示将矿山以规定大小的四边形(矩形或者正方形)进行划分而成的栅格GR的X-Y坐标的位置、以及在各个栅格GR中是否存在上方突出物VP。地图信息MI的各个栅格GR包括是否存在上方突出物VP,即包括是“0”还是“1”的信息。在实施方式1中,如图9以及图10所示,在地图信息MI的各个栅格GR中,如果上方突出物VP存在则作为“1”在图中用黑方块表示,如果不存在上方突出物VP则作为“0”在图中用白方块表示,但是不限于此。

[0110] 地图保存用数据库36是将与上方突出物VP的位置有关的信息作为行走路径RP的地图信息MI存储的地图信息存储单元,与第一行走控制用CAN35连接。地图保存用数据库36由RAM(Random Access Memory)、ROM(Read Only Memory)、快闪存储器以及硬盘驱动器中的至少一个构成。当判定部33A判定为GPS接收器31检测到的自卸车2的GPS位置的误差在规定的误差以下时,地图保存用数据库36从激光传感器24B的检测结果提取与从行走路径RP的表面向上方突出的上方突出物VP有关的检测结果,将提取出的与上方突出物VP有关的检测结果作为行走路径RP的地图信息MI存储。每当栅格地图生成部33C进行检测时,地图保存用数据库36就将栅格地图生成部33C检测到的检测结果作为地图信息MI存储。在实施方式1中,地图保存用数据库36中存储的地图信息MI每当栅格地图生成部33C进行检测时就会被覆盖改写,但是不限于此。

[0111] 当判定部33A判定为GPS接收器31检测到的自卸车2的GPS位置的误差超过规定的误差时,比对导航运算部33B基于激光传感器24B的检测结果以及地图保存用数据库36中存储的地图信息MI,来确定自卸车2的位置以及方位。如图8所示,比对导航运算部33B通过粒子滤波器PF(Particle Filter)合并陀螺仪传感器26的检测结果、速度传感器27的检测结果、激光传感器24B的检测结果以及地图保存用数据库36中存储的地图信息MI,来确定自卸车2的位置以及方位。在实施方式1中,比对导航运算部33B每隔比T1长且比T2短的T3确定位置以及方位,并向行走控制器20输出。在实施方式1中,行走控制器20每隔T3输入比对导航运算部33B检测到的位置以及方位。这样,位置测算控制器33是位置测算单元,在判定部33A判定为GPS接收器31检测到的自卸车2的GPS位置的误差超过了规定的误差时,通过比对激光传感器24B的检测结果和地图保存用数据库36中存储的地图信息MI,来确定自卸车2的位置。

[0112] 此外,位置测算控制器33经由无线通信装置34,将GPS接收器31或者比对导航运算

部33B检测到的与作为本车辆的自卸车2的位置以及方位有关的信息,向管控设施7的无线通信装置18发送。

[0113] 进一步地,如图2所示,位置测算控制器33具备观测点坐标变换部38和观测点可用判断部39。观测点坐标变换部38将以从激光传感器24B起的方向以及距离规定的坐标表示的激光传感器24B的检测结果的位置变换成X-Y坐标。通过观测点坐标变换部38变换坐标得到的检测结果的位置除了由X轴方向和Y轴方向之外,还由与它们正交的高度方向(Z轴方向)规定。观测点可用判断部39,从路径位置存储部32A输入与本车辆以外的作业机械4的位置有关的信息。观测点可用判断部39从通过观测点坐标变换部38变换坐标后的检测结果中,去除各种噪点、距离地表规定高度以下的检测结果以及预想的检测到本车辆以外的作业机械4的检测结果。观测点可用判断部39将去除了噪点后的激光传感器24B的检测结果与栅格GR的检测结果合成。观测点可用判断部39将合成后的检测结果向栅格地图生成部33C和比对导航运算部33B双方输出。

[0114] 位置测算控制器33是一种计算机,至少具备通信用的输入输出部、执行控制程序的CPU(Central Processing unit)、存储控制程序的ROM(Read Only Memory)、作为CPU的作业区域使用的RAM(Random Access Memory)以及通过CPU记录信息的非易失性存储器。

[0115] 位置测算控制器33由CPU、RAM以及ROM来实现。判定部33A、比对导航运算部33B、栅格地图生成部33C、观测点坐标变换部38以及观测点可用判断部39的功能是通过CPU读取ROM中存储的控制程序并在RAM的作业区域执行来实现的。非易失性存储器包括快闪存储器以及硬盘驱动器中的至少一个。此外,也可以是多个处理电路相配合地实现判定部33A、比对导航运算部33B、栅格地图生成部33C、观测点坐标变换部38以及观测点可用判断部39的功能。

[0116] 安全控制器40基于雷达24A以及激光传感器24B的检测信号,来求取自卸车2与障碍物的相对位置。安全控制器40使用与障碍物的相对位置,来生成用于控制油门、未图示的制动装置以及转向装置2S中的至少一个的指令,并向行走控制器20输出。行走控制器20基于从安全控制器40取得的指令来控制自卸车2,避免自卸车2与障碍物相碰撞。

[0117] 此外,行走控制器20在GPS位置的解为浮点解的情况、为单点解的情况或者GPS位置是无法定位的情形经过了规定时间,比对导航运算部33B只能获得与地图保存用数据库36中存储的地图信息MI一起所得的推定精度以及可靠度低于规定值以及规定的可靠度的、激光传感器24B的检测结果的情况下,输出用于对使车辆主体21停车的未图示的制动装置进行控制的指令。

[0118] 作业机械的控制方法

[0119] 下面,说明实施方式1涉及的作业机械的控制方法即作业机械的控制系统30的动作的一个示例。图11是实施方式1涉及的作业机械的控制系统的一个示例的流程图的一个示例。图12是图11的步骤ST4的流程图的一个示例。图13是图12的步骤ST42的流程图的一个示例。图14是图11的步骤ST6的流程图的一个示例。图15是图14的步骤ST64的流程图的一个示例。图16是表示实施方式1涉及的作业机械的控制系统30的比对导航运算部检测到的各个位置以及方位上的预想检测结果的一个示例的图。图17是表示实施方式1涉及的作业机械的控制系统30的激光传感器实际检测到的检测结果的一个示例的图。图18是表示实施方式1涉及的作业机械的控制系统30的位置测算控制器的比对导航运算部计算出最近似的检测结果的状态的一

个示例的图。

[0120] 作业机械的控制方法是作业机械的控制系统30使自卸车2按照行走路径RP自主行走的方法。在作业机械的控制方法中,处理装置12经由无线通信装置18,向自卸车2的行走路径生成装置32以及位置测算控制器33发送指令信号。指令信号包括与自卸车2的行走条件有关的信息以及与本车辆以外的作业机械4的位置有关的信息。与行走条件有关的信息包括由处理装置12生成的与行走路径RP有关的信息以及与自卸车2的行走速度有关的信息。

[0121] 行走路径生成装置32将经由通信系统9发送的来自处理装置12的指令信号中的与行走路径RP有关的信息以及与本车辆以外的作业机械4的位置有关的信息存储在路径位置存储部32A中。若行走路径生成装置32接收到包括与行走路径RP有关的信息的来自处理装置12的指令信号,则位置测算控制器33经由无线通信装置34,将与作为本车辆的自卸车2的位置以及方位有关的信息向处理装置12发送。行走控制器20基于来自处理装置12的指令信号,来控制自卸车2的油门、未图示的制动装置以及转向装置2S,从而控制自卸车2的行走。

[0122] 作业机械的控制系统30的行走控制器20执行步骤ST1,基于GPS接收器31检测到的自卸车2的GPS位置,通过推测导航使自卸车2按照行走路径RP行走。在实施方式1中,行走控制器20根据包含由管理装置10的处理装置12生成的与行走路径RP有关的信息以及由处理装置12设定的行走速度(目标行走速度)在内的行走条件,使自卸车2在装载场LPA、卸土场DPA、搬运路线HL以及交叉点IS中的至少一部分上行走。推测导航是指基于从已知位置起的方位(方位变化量)和移动距离,来对对象物(自卸车2)的当前位置进行推测的导航。自卸车2的方位(方位变化量)利用在自卸车2中配置的陀螺仪传感器26来检测。自卸车2的移动距离利用在自卸车2中配置的速度传感器27来检测。陀螺仪传感器26的检测信号以及速度传感器27的检测信号被输出到自卸车2的行走控制器20。

[0123] 行走控制器20能够基于来自陀螺仪传感器26的检测信号,来求取自卸车2从已知起点起的方位(方位变化量)。行走控制器20能够基于来自速度传感器27的检测信号,来求取自卸车2从已知起点起的移动距离。行走控制器20基于来自陀螺仪传感器26的检测信号以及来自速度传感器27的检测信号,以使自卸车2按照所生成的行走路径RP行走的方式,来生成与自卸车2的行走有关的控制量。控制量包括加速信号、制动信号以及转向信号。行走控制器20基于转向信号、加速信号以及制动信号,来控制自卸车2的行走(操作)。

[0124] 下面,说明一边使用RTK-GNSS或者比对导航运算部33B来校正通过推测导航求出的推测位置一边使自卸车2行走的例子。当自卸车2的行走距离增加时,由于陀螺仪传感器26以及速度传感器27中的一方或者双方的检测误差的累积,导致有可能在推测出的位置(推测位置)与实际的位置之间产生误差。其结果是,自卸车2有可能偏离由处理装置12生成的行走路径RP而行走。在实施方式1中,行走控制器20一边对通过推测导航导出(推测)的自卸车2的位置(推测位置),使用由GPS接收器31检测到的GPS位置或者比对导航运算部33B检测到的位置来校正,一边使自卸车2行走。行走控制器20基于来自陀螺仪传感器26的检测信号、来自速度传感器27的检测信号、来自GPS接收器31的GPS位置或者比对导航运算部33B检测到的位置,计算包括用于校正自卸车2的位置的校正量的、与自卸车2的行走有关的控制量,以使自卸车2按照行走路径RP行走。行走控制器20基于计算出的校正量以及控制量,来控制自卸车2的行走(操作),以使自卸车2按照行走路径RP行走。

[0125] 下面,位置测算控制器33的判定部33A执行步骤ST2,判定GPS接收器31检测到的自卸车2的GPS位置的误差是否在规定的误差以下。即,在步骤ST2中,位置测算控制器33的判定部33A判定GPS接收器31检测到的自卸车2的GPS位置的精度是否是高精度。具体而言,位置测算控制器33的判定部33A判定GPS接收器31检测到的GPS位置的解是否是固定解。若位置测算控制器33的判定部33A判定为GPS接收器31检测到的GPS位置的解是固定解,即判定为GPS接收器31检测到的自卸车2的GPS位置的误差在规定的误差以下(步骤ST2:“是”),则基于速度传感器27的检测信号来判定自卸车2的行走速度是否是零,即判定自卸车2是否已停车(步骤ST3)。

[0126] 若位置测算控制器33的判定部33A判定为自卸车2的行走速度不为零,即判定为自卸车2未停车(步骤ST3:“是”),则栅格地图生成部33C生成地图信息MI(步骤ST4)。即,位置测算控制器33执行步骤ST4,其中,若判定为GPS接收器31检测到的GPS位置的误差在规定的误差以下,则从激光传感器24B的检测结果提取与上方突出物VP有关的检测结果,将提取出的与上方突出物VP有关的检测结果作为行走路径RP的地图信息MI存储在地图保存用数据库36中。具体而言,首先,观测点坐标变换部38将以从激光传感器24B起的方向以及距离规定的坐标表示的激光传感器24B的检测结果的位置,变换为由X-Y坐标表示的坐标的位置(步骤ST41)。

[0127] 观测点可用判断部39从由观测点坐标变换部38变换坐标后的检测结果提取与上方突出物VP有关的检测结果(步骤ST42)。观测点可用判断部39在提取与上方突出物VP有关的检测结果时,首先,去除由观测点坐标变换部38变换坐标后的检测结果的各种噪点(步骤ST421)。具体而言,观测点可用判断部39从由观测点坐标变换部38变换坐标后的检测结果中,作为噪点去除以下的检测结果、即:反射强度低的检测结果、被认为是激光光线通过透明物体的检测结果、被认为是激光光线检测到了灰尘的检测结果、被认为是由地面反射了激光光线的检测结果以及被认为是激光光线检测到了地面上的土块的检测结果。

[0128] 观测点可用判断部39从由观测点坐标变换部38变换坐标后的检测结果,去除距离在规定的最大距离以上的检测结果以及距离在规定的最小距离以下的检测结果(步骤ST422)。在实施方式1中,规定的最大距离是去除太阳光造成的噪点所需的距离,规定的最小距离是去除激光传感器24B近距离处扬起的厚灰尘的噪点所需的距离。

[0129] 观测点可用判断部39从由观测点坐标变换部38变换坐标后的检测结果,去除距离地表规定高度以下的检测结果(步骤ST423)。在实施方式1中,观测点可用判断部39去除上述规定高度以下的检测结果,但是不限于此。观测点可用判断部39参照在路径位置存储部32A中存储的与本车辆以外的作业机械4的位置有关的信息,从由观测点坐标变换部38变换坐标后的检测结果去除预想的检测到本车辆以外的作业机械4的检测结果(步骤ST424)。这样,观测点可用判断部39通过从检测结果去除各种噪点等,从检测结果提取与上方突出物VP有关的检测结果。通过步骤ST424的处理,能够使处理前的激光传感器24B的检测结果削减到五分之一至六分之一的程度。

[0130] 观测点可用判断部39将去除各种噪点等后的检测结果与以X-Y坐标来表示位置并且由规定大小的栅格GR构成的检测结果合成。观测点可用判断部39将合成后的检测结果向栅格地图生成部33C和比对导航运算部33B双方输出。位置测算控制器33的栅格地图生成部33C将由观测点可用判断部39合成的检测结果亦即上方突出物VP的位置作为行走路径RP的



地图信息MI存储在地图保存用数据库36中(步骤ST43)。这样,位置测算控制器33的ROM存储用于使作为计算机的位置测算控制器33执行步骤ST3以及步骤ST4的程序。另外,作业机械的控制方法通过执行步骤ST1到ST4,在GPS接收器31检测到的自卸车2的GPS位置的误差在规定的误差以下时,从激光传感器24B的检测结果提取与上方突出物VP有关的检测结果,并将提取出的与上方突出物VP有关的检测结果作为行走路径RP的地图信息MI进行存储。

[0131] 若位置测算控制器33的判定部33A判定为自卸车2的行走速度是零,即判定为自卸车2已停车(步骤ST3:“否”),则返回步骤ST1。若判定部33A判定为自卸车2的行走速度是零(步骤ST3:“否”),则返回步骤ST1,由此在速度传感器27检测到自卸车2的停车的情况下,地图保存用数据库36停止行走路径RP的地图信息MI的存储。这是因为在行走速度是零即自卸车2停车的情况下,由于本车辆以外的作业机械4的作业等而产生的灰尘等会导致地图信息MI中混入噪点,有可能使地图信息MI的精度降低。

[0132] 此外,若位置测算控制器33的判定部33A判定为GPS接收器31检测到的GPS位置的解不是固定解,即判定为GPS接收器31检测到的自卸车2的GPS位置的误差超过规定的误差(步骤ST2:“否”),接着基于速度传感器27的检测信号,来判定自卸车2的行走速度是否为零,即判定自卸车2是否已停车(步骤ST5)。

[0133] 若位置测算控制器33的判定部33A判定为自卸车2的行走速度不是零,即判定为自卸车2未停车(步骤ST5:“是”),则比对导航运算部33B基于激光传感器24B的检测结果以及地图保存用数据库36中存储的地图信息MI,确定自卸车2的位置以及方位,行走控制器20使自卸车2按照行走路径RP行走(步骤ST6)。即,若判定部33A判定为GPS接收器31检测到的GPS位置的误差超过规定的误差,则位置测算控制器33通过比对激光传感器24B的检测结果和地图保存用数据库36中存储的地图信息MI,来确定自卸车2的位置以及方位。从而,行走控制器20基于位置测算控制器33的比对导航运算部33B检测到的位置,使自卸车2按照行走路径RP行走。

[0134] 具体而言,观测点坐标变换部38将以从激光传感器24B起的方向以及距离规定的坐标表示的激光传感器24B的检测结果的位置变换为X-Y坐标的位置(步骤ST61)。观测点可用判断部39从由观测点坐标变换部38变换坐标后的检测结果提取与上方突出物VP有关的检测结果(步骤ST62)。另外,步骤ST61是与步骤ST41相同的处理,步骤ST62是与步骤ST42相同的处理,因此省略详细说明。

[0135] 比对导航运算部33B使由观测点可用判断部39去除噪点后的检测结果通过隔离滤波器(Isolation Filter),来对检测结果进行缩减(步骤ST63)。具体而言,比对导航运算部33B在由观测点可用判断部39去除噪点后的检测结果中,仅留下相互分离规定距离以上的检测结果,而去除其他的检测结果。通过步骤ST63的处理,能够将处理前的激光传感器24B的检测结果削减到五分之一至六分之一的程度。

[0136] 比对导航运算部33B通过粒子滤波器PF来合并陀螺仪传感器26的检测结果、速度传感器27的检测结果、激光传感器24B的检测结果以及地图保存用数据库36中存储的地图信息MI,从而确定自卸车2的位置以及方位(步骤ST64)。具体而言,比对导航运算部33B基于陀螺仪传感器26的检测结果即方位以及速度传感器27的检测结果即行走速度,算出在某个时刻自卸车2会存在的预想的范围内的多个位置以及方位(步骤ST641)。

[0137] 如图16所示,比对导航运算部33B基于在地图保存用数据库36中保存的地图信息

MI,推定在自卸车2位于预想的各个位置以及方位的情况下预想的激光传感器24B检测到的检测结果。比对导航运算部33B将预想的图16的示例所示在各个位置以及方位激光传感器24B检测到的检测结果DR1与图17所示激光传感器24B实际检测到的检测结果DR2比对,来算出预想的在各个位置以及方位激光传感器24B检测到的检测结果DR1相对于激光传感器24B实际检测到的检测结果DR2的似然(likelihood)。比对导航运算部33B对各个位置以及方位的似然进行归一化(步骤ST642)。

[0138] 比对导航运算部33B根据预想的激光传感器24B在各个位置以及方位检测到的检测结果DR1的似然和各个位置来算出最终推定值,从而算出如图18所示预想的激光传感器24B检测到的检测结果DR1与激光传感器24B实际检测到的检测结果DR2最近似的位置以及方位。比对导航运算部33B将最近似的位置以及方位作为自卸车2的位置以及方位进行检测。比对导航运算部33B在计算最近似的位置以及方位时,还计算最近似的位置以及方位的推定精度和可靠度(步骤ST643)。图16以及图18用细密平行斜线表示有上方突出物VP存在的栅格GR,图17用粗平行斜线表示上方突出物VP的检测结果。另外,图18表示激光传感器24B实际检测到的检测结果DR2是预想的检测结果DR1的一部分的例子,但是不限于此。

[0139] 比对导航运算部33B对检测到的自卸车2的位置以及方位实施各种诊断(步骤ST644)。具体而言,检测到的自卸车2的位置以及方位属于以下情况,则比对导航运算部33B放弃检测到的自卸车2的位置以及方位,并再次计算在某个时刻自卸车2会存在的预想的范围内的多个位置以及方位(步骤ST645),即:根据激光传感器24B处于故障中检测到的检测结果检测得到的;根据陀螺仪传感器26处于故障中检测到的检测结果检测得到的;根据比规定数少的激光传感器24B的检测结果检测得到的;可靠度低于规定的可靠度的、似然低于规定值的、推定精度低于规定值的、由于推测导航而导致位置以及方位之间偏差大于规定值的、或者使用存在问题的地图信息MI检测得到的。计算出的多个位置以及方位在下次执行步骤ST6时,在步骤ST641中该计算出的多个位置以及方位被使用。

[0140] 此外,若检测到的自卸车2的位置以及方位不属于全部如下情况,则比对导航运算部33B使用检测到的位置以及方位来执行推测导航(步骤ST1),位置测算控制器33控制自卸车2的行走(操作)以使自卸车2按照行走路径RP行走,即:根据激光传感器24B处于故障中检测到的检测结果检测得到的;根据陀螺仪传感器26处于故障中检测到的检测结果检测得到的;根据比规定数少的激光传感器24B的检测结果检测得到的;可靠度低于规定的可靠度的、似然低于规定值的、推定精度低于规定值的、由于使用推测导航而导致的位置以及方位之间的偏差大于规定值的、以及使用存在问题的地图信息MI检测得到的。若位置测算控制器33的判定部33A判定为自卸车2的行走速度是零,即判定为自卸车2已停车(步骤ST5:“否”),则返回步骤ST1。若判定部33A判定为自卸车2的行走速度是零(步骤ST5:“否”),则返回步骤ST1,由此在速度传感器27检测到自卸车2的停车的情况下,位置测算控制器33停止通过比对激光传感器24B的检测结果和地图保存用数据库36中存储的行走路径RP的地图信息MI来确定自卸车2的位置以及方位。这是因为在行走速度是零即自卸车2停车的情况下,可能会由于本车辆以外的作业机械4的作业等而产生的灰尘等导致激光传感器24B的检测结果中混入了噪点,从而比对导航运算部33B的位置测算的精度降低。此外,这也是因为在行走速度是零即自卸车2停车的情况下,自卸车2的位置不会发生变化。

[0141] 在实施方式1中,作业机械的控制系统30、作业机械的控制方法以及位置测算控制

器33中存储的程序在GPS接收器31检测到的GPS位置的解是固定解时,一边利用GPS位置等使自卸车2按照行走路径RP行走,一边基于激光传感器24B的检测结果,生成由上方突出物VP的位置构成的地图信息MI,并存储在地图保存用数据库36中。其结果是,地图信息MI的精度得以提高,作业机械的控制系统30即便是处于无法通过GPS确定位置以及方位的状况下,也能够基于精度提高了的地图信息MI以及激光传感器24B的检测结果来确定本车辆的位置以及方位,由此能够按照行走路径RP行走,能够持续地进行自卸车2的行走,即矿山的作业。

[0142] 此外,由于作业机械的控制系统30在自卸车2停车的期间停止地图信息MI的存储,因此能够抑制地图保存用数据库36存储的地图信息MI中混入噪点。其结果是,作业机械的控制系统30即便是无法通过GPS确定位置以及方位的状况下,也能够基于噪点较少的地图信息MI来确定本车辆的位置以及方位,因此能够持续地进行自卸车2的行走,即矿山的作业。

[0143] 实施方式1涉及的作业机械的控制系统30在GPS接收器31检测到的GPS位置的解不是固定解时,比对激光传感器24B的检测结果和地图保存用数据库36中存储的地图信息MI,来确定自卸车2的位置以及方位。其结果是,作业机械的控制系统30即便是处于无法通过GPS确定位置以及方位的状况下,也能够使用分辨率比雷达24A高的激光传感器24B的检测结果和地图信息MI,来确定本车辆的位置以及方位,因此能够持续进行自卸车2的行走,即矿山的作业。

[0144] 此外,作业机械的控制系统30在自卸车2已停车的期间,停止如下处理:比对激光传感器24B的检测结果和地图保存用数据库36中存储的地图信息MI,来确定自卸车2的位置以及方位。其结果是,作业机械的控制系统30能够抑制在停车时不必要地更新自卸车2的位置以及方位。

[0145] 此外,在实施方式1中,自卸车2以及管理系统1具备上述作业机械的控制系统30,因此在GPS接收器31检测到的GPS位置的解是固定解时,将由上方突出物VP的位置构成的地图信息MI存储在地图保存用数据库36中,由此即便是处于无法通过GPS确定位置以及方位的状况下,也能够利用地图信息MI来确定本车辆的位置以及方位,因此能够持续进行自卸车2的行走,即矿山的作业。

[0146] 此外,地图信息MI的各个栅格GR由表示是否存在上方突出物VP即“0”或“1”的信息构成,因此作业机械的控制系统30能够抑制地图信息MI整体的信息量。其结果是,作业机械的控制系统30通过自卸车2中设置的位置测算控制器33的有限的处理能力,也能够实时地确定自卸车2的位置,即便是无法通过GPS确定位置以及方位的状况下,也能够持续进行自卸车2的行走,即矿山的作业。

[0147] 在作业机械的控制系统30中,观测点可用判断部39从激光传感器24B的检测结果中将反射强度低的检测结果、被认为是激光光线通过透明物体的检测结果、被认为是激光光线检测到了灰尘的检测结果、被认为是由地面反射了激光光线的检测结果以及被认为是激光光线检测到地面上的土块的检测结果作为噪点去除。在作业机械的控制系统30中,观测点可用判断部39从激光传感器24B的检测结果,去除最大距离以上的检测结果、最小距离以下的检测结果、规定高度以下的检测结果、以及预想的检测到本车辆以外的作业机械4的检测结果。其结果是,作业机械的控制系统30能够抑制在地图保存用数据库36中存储的地图信息MI内的上方突出物VP以外的信息,能够抑制在自卸车2中设置的地图保存用数据库

36中存储的信息量,并且能够使比对导航运算部33B基于噪点较少的地图信息MI来确定本车辆的位置以及方位,因此能够准确地确定自卸车2的位置。

[0148] 此外,在作业机械的控制系统30中,比对导航运算部33B使去除了各种噪点的激光传感器24B的检测结果通过隔离滤波器,进一步地削减检测结果。其结果是,作业机械的控制系统30通过自卸车2中设置的位置测算控制器33的有限的处理能力也能够实时地确定自卸车2的位置,即便是无法通过GPS确定位置以及方位的状况下,也能够持续进行自卸车2的行走,即矿山的作业。

[0149] 在作业机械的控制系统30中,比对导航运算部33B对通过粒子滤波器PF检测到的自卸车2的位置以及方位进行各种诊断,因此能够抑制检测自卸车2的位置以及方位时出现差错。其结果是,作业机械的控制系统30即便是无法通过GPS确定位置以及方位的状况下,也能够持续进行自卸车2的行走,即矿山的作业。

[0150] 此外,作业机械的控制系统30在GPS接收器31检测到的GPS位置的解是固定解时,基于激光传感器24B的检测结果,生成并存储要构成的地图信息MI。当GPS接收器31检测到的GPS位置的解不是固定解时,作业机械的控制系统30比对激光传感器24B的检测结果和在地图保存用数据库36中存储的地图信息MI,来确定自卸车2的位置以及方位。这样,在作业机械的控制系统30中,各自卸车2生成地图信息MI,在GPS位置的误差超过规定的误差时,各自卸车2利用自身生成的地图信息MI来行走。其结果是,作业机械的控制系统30在即便是由表示是否存在上方突出物VP即“0”或“1”的信息构成地图信息MI的各个栅格GR,即便是因各自卸车2的个体差异导致在自卸车2之间激光传感器24B的检测结果产生了差异,也能够利用自身生成的地图信息MI,高精度地检测本车辆的位置,因此即便是无法通过GPS确定位置以及方位的状况下,也能够持续进行自卸车2的行走,即矿山的作业。

[0151] 实施方式2

[0152] 作业机械的控制方法

[0153] 下面,说明实施方式2涉及的作业机械的控制方法,即作业机械的控制系统30的动作的一个示例。图19是实施方式2涉及的作业机械的控制系统的一个示例。图20是图19的步骤ST7的流程图的一个示例。另外,在图19以及图20中,对与实施方式1相同的部分标注相同的符号,并省略说明。实施方式2的作业机械的控制系统30的结构与实施方式1的作业机械的控制系统30相同。

[0154] 在实施方式2涉及的作业机械的控制方法中,若位置测算控制器33的判定部33A判定为自卸车2的行走速度不是零,即判定为自卸车2未停车(步骤ST3:“是”),则栅格地图生成部33C生成地图信息MI(步骤ST4),并且比对导航运算部33B基于激光传感器24B的检测结果以及在地图保存用数据库36中存储的地图信息MI来确定自卸车2的位置以及方位,确认检测到的位置以及方位的精度(步骤ST7)。

[0155] 具体而言,与实施方式1同样地,观测点坐标变换部38将激光传感器24B的检测结果的位置变换为X-Y坐标的位置。观测点可用判断部39从变换坐标后的检测结果提取与上方突出物VP有关的检测结果,并且将其与以X-Y坐标表示位置并且由以多个栅格GR构成的检测结果合成。将由栅格地图生成部33C合成的检测结果作为地图信息MI存储在地图保存用数据库36中。比对导航运算部33B基于激光传感器24B的检测结果以及在地图保存用数据库36中存储的地图信息MI,来确定自卸车2的位置以及方位(步骤ST71)。

[0156] 位置测算控制器33判定比对导航运算部33B检测到的自卸车2的位置是否是高精度(步骤ST72)。具体而言,判定部33A将GPS接收器31检测到的GPS位置变换为X-Y坐标的位置,位置测算控制器33检测判定部33A将GPS位置变换为X-Y坐标的位置而得到的位置与比对导航运算部33B检测到的自卸车2的位置之间的距离(距离差)。若判定部33A变换为X-Y坐标的位置而得到的位置与比对导航运算部33B检测到的位置之间的距离在规定距离以下,则位置测算控制器33判定为比对导航运算部33B检测到的自卸车2的位置是高精度。若判定部33A变换为X-Y坐标的位置而得到的位置与比对导航运算部33B检测到的位置之间的距离超过规定距离,则位置测算控制器33判定为比对导航运算部33B检测到的自卸车2的位置不是高精度。另外,规定距离是指在GPS接收器31检测到的GPS位置的解不是固定解的情况下,能够使自卸车2自主行走的距离。

[0157] 若判定为比对导航运算部33B检测到的自卸车2的位置是高精度(步骤ST72:“是”),则位置测算控制器33判定激光传感器24B检测到的检测结果的数量是否充分(步骤ST73)。具体而言,若激光传感器24B检测到的检测结果的数量是规定数以上,则位置测算控制器33判定为充分,若小于规定数,则位置测算控制器33判定为不充分。另外,规定数是指在GPS接收器31检测到的GPS位置的解不是固定解的情况下,能够使自卸车2自主行走的数量。

[0158] 若判定为激光传感器24B检测到的检测结果的数量充分(步骤ST73:“是”),则位置测算控制器33判定观测点可用判断部39检测到的激光传感器24B的检测结果和地图保存用数据库36中存储的地图信息MI是否一致(步骤ST74)。具体而言,位置测算控制器33使用归一化相关对激光传感器24B检测到的检测结果和地图保存用数据库36中存储的地图信息MI进行模式匹配,若相关值是规定值以上,则判定为一致,若相关值小于规定值,则判定为不一致。另外,规定值是指在GPS接收器31检测到的GPS位置的解不是固定解的情况下,能够使自卸车2自主行走的值。

[0159] 若判定为观测点可用判断部39检测到的激光传感器24B的检测结果和在地图保存用数据库36中存储的地图信息MI一致(步骤ST74:“是”),则位置测算控制器33使判定部33A将GPS位置变换为X-Y坐标的位置而得到的位置与比对导航运算部33B检测到的自卸车2的位置之间的距离存储在非易失性存储器中(步骤ST75)。步骤ST75中,位置测算控制器33总是检测判定部33A将GPS位置变换为X-Y坐标的位置而得到的位置与比对导航运算部33B检测到的自卸车2的位置之间的距离的平均距离,并将该平均距离存储到非易失性存储器。在步骤ST6中,比对导航运算部33B基于激光传感器24B的检测结果以及地图保存用数据库36中存储的地图信息MI,确定自卸车2的位置以及方位,使自卸车2按照行走路径RP行走时,位置测算控制器33利用平均距离来校正检测到的自卸车2的位置以及方位。

[0160] 在判定为比对导航运算部33B检测到的自卸车2的位置不是高精度的情况(步骤ST72:“否”)、判定为激光传感器24B检测到的检测结果的数量不充分的情况(步骤ST73:“否”)、或者判定为观测点可用判断部39检测到的激光传感器24B的检测结果与地图保存用数据库36中存储的地图信息MI不一致的情况(步骤ST74:“否”)下,位置测算控制器33判定为比对导航运算部33B检测到的自卸车2的位置以及方位不适于自主行走,将该内容经由无线通信装置34向管控设施7的无线通信装置18发送。管控设施7在接收到自卸车2的位置以及方位不适于自主行走的内容后,将其存储在存储装置13中(步骤ST76)。

[0161] 在实施方式2的位置测算控制器33中,若判定为GPS接收器31检测到的自卸车2的GPS位置的误差在规定的误差以下(步骤ST2:“是”),则栅格地图生成部33C生成地图信息MI(步骤ST4),并且比对导航运算部33B确定自卸车2的位置以及方位,确认检测到的位置以及方位的精度(步骤ST7)。由此,在判定部33A判定为GPS接收器31检测到的GPS位置的误差在规定的误差以下的情况下,位置测算控制器33通过比对激光传感器的检测结果和地图保存用数据库36中存储的地图信息MI,来确定自卸车2的位置以及方位,从而判定基于位置测算控制器33确定的自卸车2的位置来使自卸车2按照行走路径RP行走是否适合。

[0162] 此外,实施方式2的位置测算控制器33在步骤ST75中,通过存储距离差,在判定部33A判定为GPS接收器31检测到的GPS位置的误差在规定的误差以下的情况下,检测并存储通过比对激光传感器24B的检测结果和地图保存用数据库36中存储的行走路径RP的地图信息MI而得到的自卸车2的位置以及方位与判定部33A检测到的位置以及方位之差(距离差)。

[0163] 在实施方式2中,作业机械的控制系统30检测由判定部33A基于GPS接收器31检测到的GPS位置等而检测到的自卸车2的位置与比对导航运算部33B检测到的自卸车2的位置之间的距离(距离差),判定能否以比对导航运算部33B检测到的自卸车2的位置以及方位来进行自主行走。由此,作业机械的控制系统30在GPS接收器31检测到的GPS位置的误差在规定的误差以下进行自主行走的期间,能够确认比对导航运算部33B所检测的位置的精度。其结果是,作业机械的控制系统30除了实施方式1的效果之外,还能够促使作业者进行以下对策,即:在无法以比对导航运算部33B所检测的位置以及方位来进行自主行走的场所,设置激光传感器24B能够检测的地标、以及在无法自主行走的场所一边进行位置检测一边进行多次行走等,从而即便是无法通过GPS确定位置以及方位的状况下,也能够持续进行自卸车2的行走,即矿山的作业。

[0164] 作业机械的控制系统30检测并存储由判定部33A基于GPS接收器31检测到的GPS位置等而检测到的自卸车2的位置与比对导航运算部33B检测到的自卸车2的位置之间的距离(距离差)的平均距离。作业机械的控制系统30基于激光传感器24B的检测结果以及地图保存用数据库36中存储的地图信息MI,来确定自卸车2的位置以及方位,并在使自卸车2按照行走路径RP行走时,利用平均距离来校正检测到的自卸车2的位置以及方位。其结果是,作业机械的控制系统30即便是由于激光传感器24B的安装误差等导致判定部33A检测到的自卸车2的位置与比对导航运算部33B检测到的自卸车2的位置之间发生偏差,即便是无法通过GPS确定位置以及方位的状况下,也能够持续进行自卸车2的行走,即矿山的作业。

[0165] 此外,在实施方式2中,在作业机械的控制系统30中,若判定为GPS接收器31检测到的GPS位置的误差在规定的误差以下(步骤ST2:“是”),则在栅格地图生成部33C生成地图信息MI的期间的至少一部分期间,比对导航运算部33B也可以如步骤ST7那样,检测自卸车2的位置、方位以及距离差,确认检测到的位置以及方位的精度,存储距离差。

[0166] 在实施方式1以及实施方式2中,导航系统30使用激光传感器24B的检测结果,来生成地图信息MI、确定自卸车2的位置以及方位。在本发明中,导航系统30也可以使用作为非接触传感器的雷达24A的检测结果,来生成地图情报MI、确定自卸车2的位置以及方位。此外,在本发明中,导航系统30也可以使用非接触传感器亦即在自卸车2设有多个的CCD(Charge-Coupled Device:电荷耦合元件)拍摄装置的检测结果,来生成地图信息MI、确定自卸车2的位置以及方位。

[0167] 上述各个实施方式的结构要素包含本领域技术人员能够容易想到的、实质上相同的、所谓的同等范围的结构要素。此外,上述各个实施方式的结构要素能够适当地组合。此外,还存在不使用其中一部分结构要素的情况。

[0168] 另外,在上述实施方式中以在矿山中使用的矿山机械为例进行了说明,但是不限于此,也能够适用于在地下矿山中使用的作业机械、在地上的作业现场中使用的作业机械。作业机械包含矿山机械。

[0169] 此外,在上述的实施方式中,使用GPS接收器31来检测矿山机械的位置,但是不限于此,也可以基于公知的“位置检测单元”来检测矿山机械的位置。特别是,因为在地下矿山中无法检测GPS,因此也可以使用例如下述现有的位置检测装置用于作业机械的自身位置推定等,即:IMES (Indoor Messaging System:室内信息系统)、伪卫星(Pseudolite)、RFID (Radio Frequency Identifier:无线射频识别)、信标、测量器、无线LAN、UWB (Ultra Wide Band:超宽带)、SLAM (Simultaneous Localization and Mapping:即时定位与地图构建)、或者地标(在行走路径附近设置的标记)。也可以将这些位置检测装置用于在地上矿山中的矿山机械或者在地上的作业现场使用的作业机械。

[0170] 此外,作为“作业机械的控制系统”,在上述实施方式中以地上矿山的自卸车的控制系统为例进行了说明,但是不限于此,也可以包含地上矿山中的其他矿山机械、地下矿山中使用的作业机械或者地上作业现场中使用的作业机械(液压挖掘机、推土机、轮式装载机等)且具备“位置检测装置”、“非接触传感器”以及“位置运算部”的作业机械的控制系统。

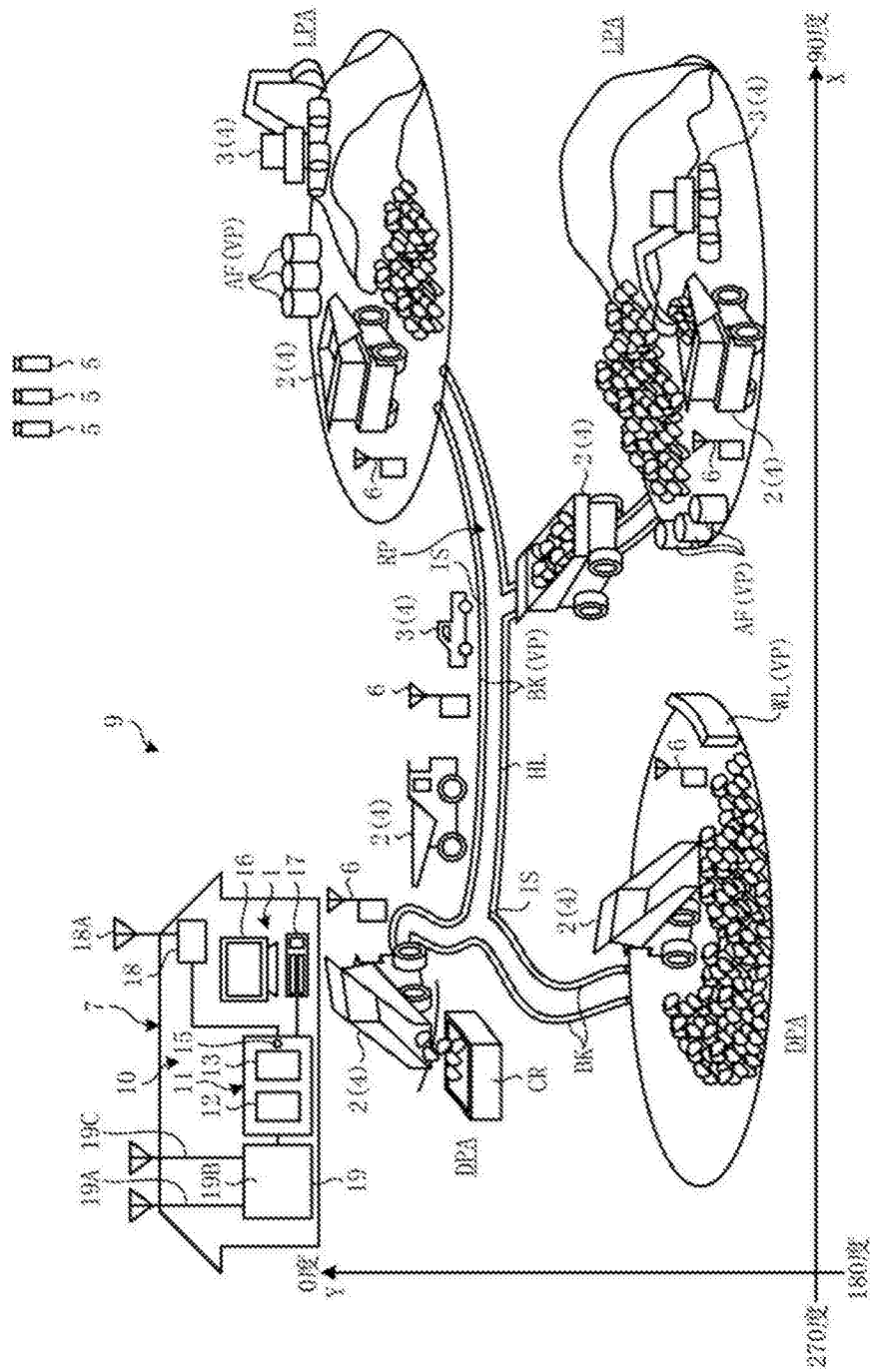


图1



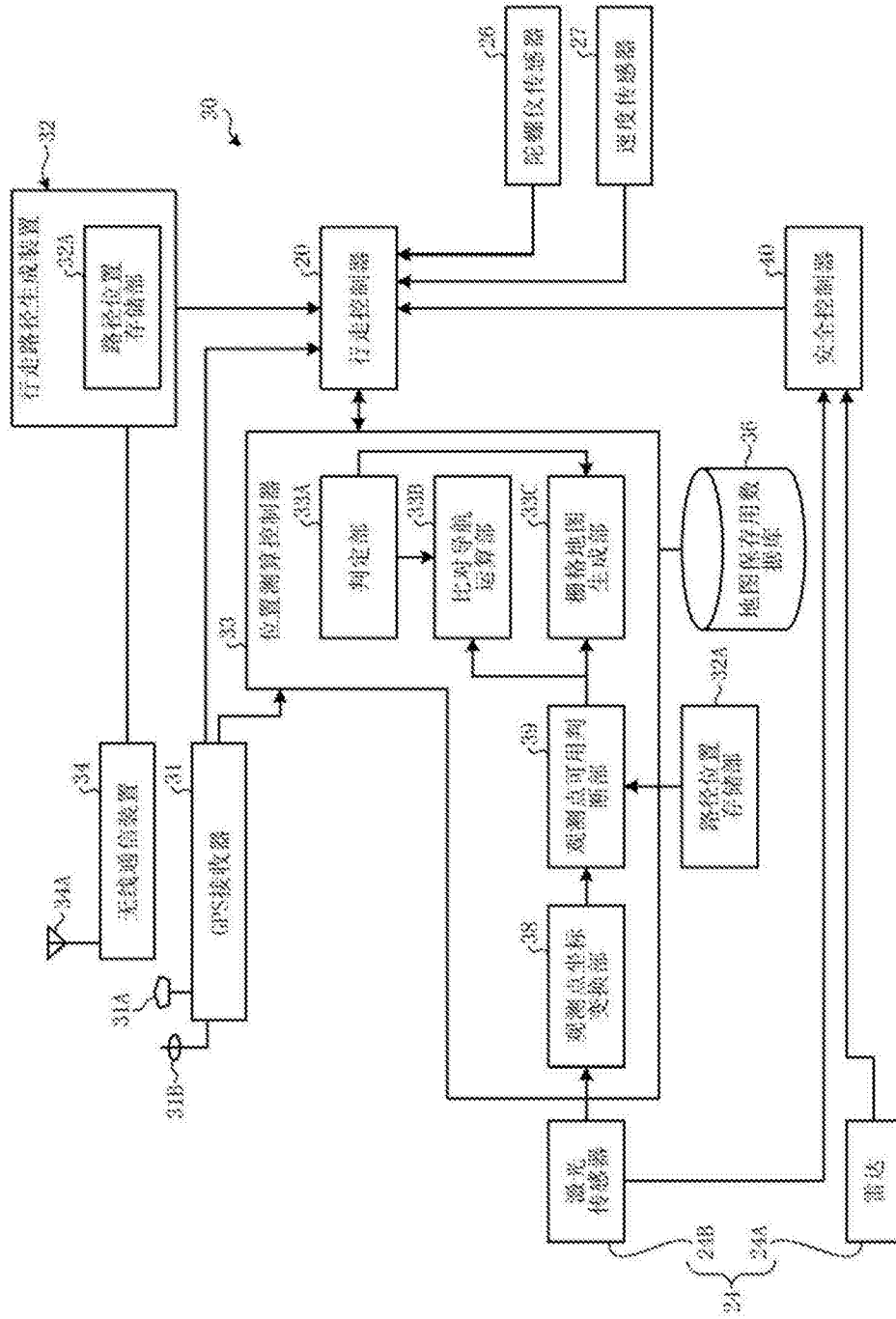


图2

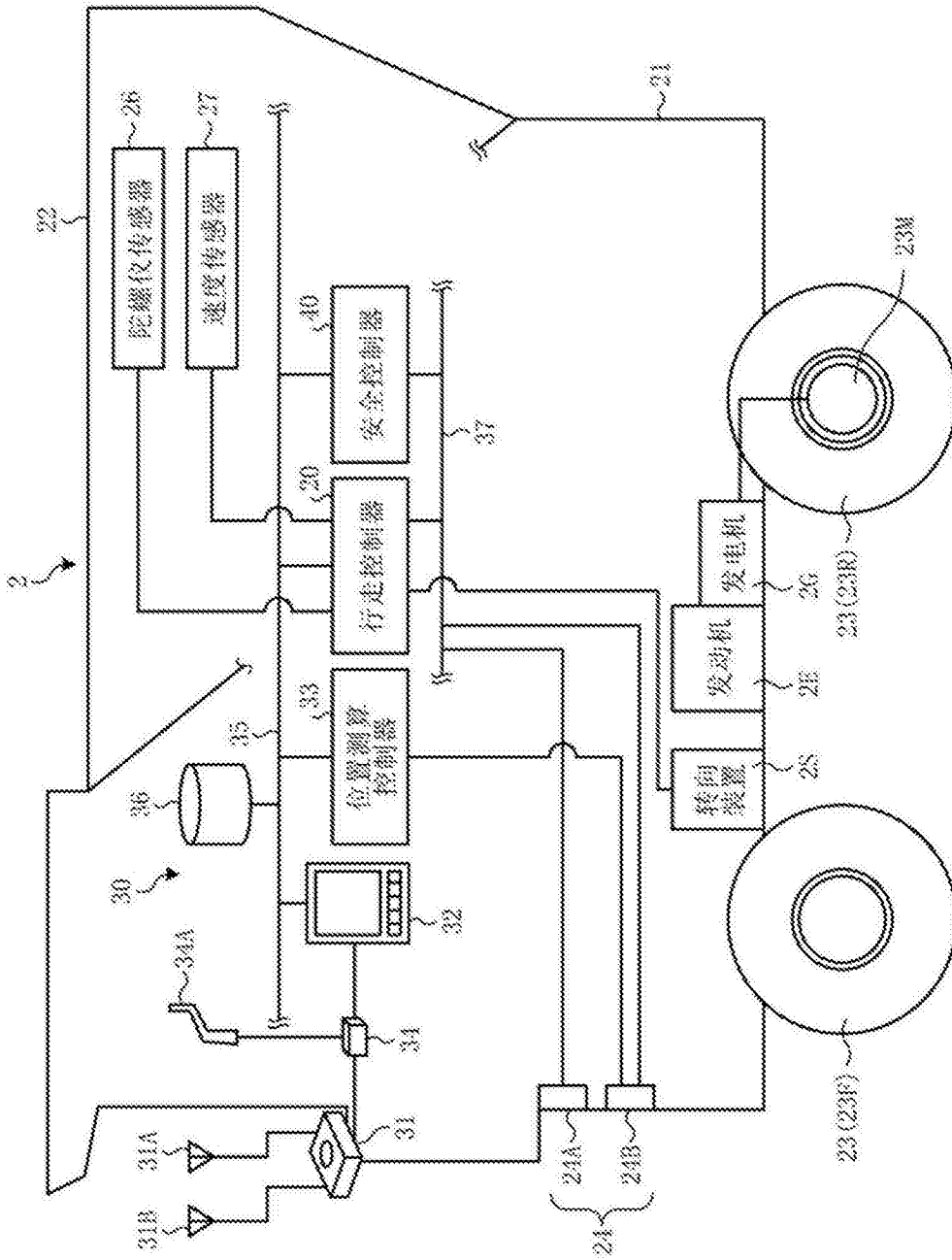


图3

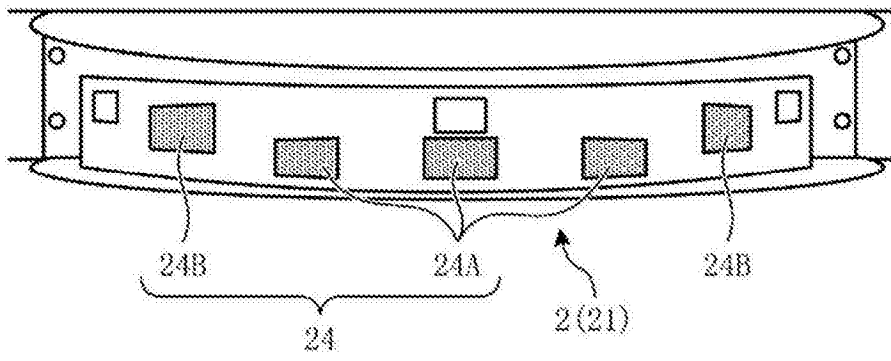


图4

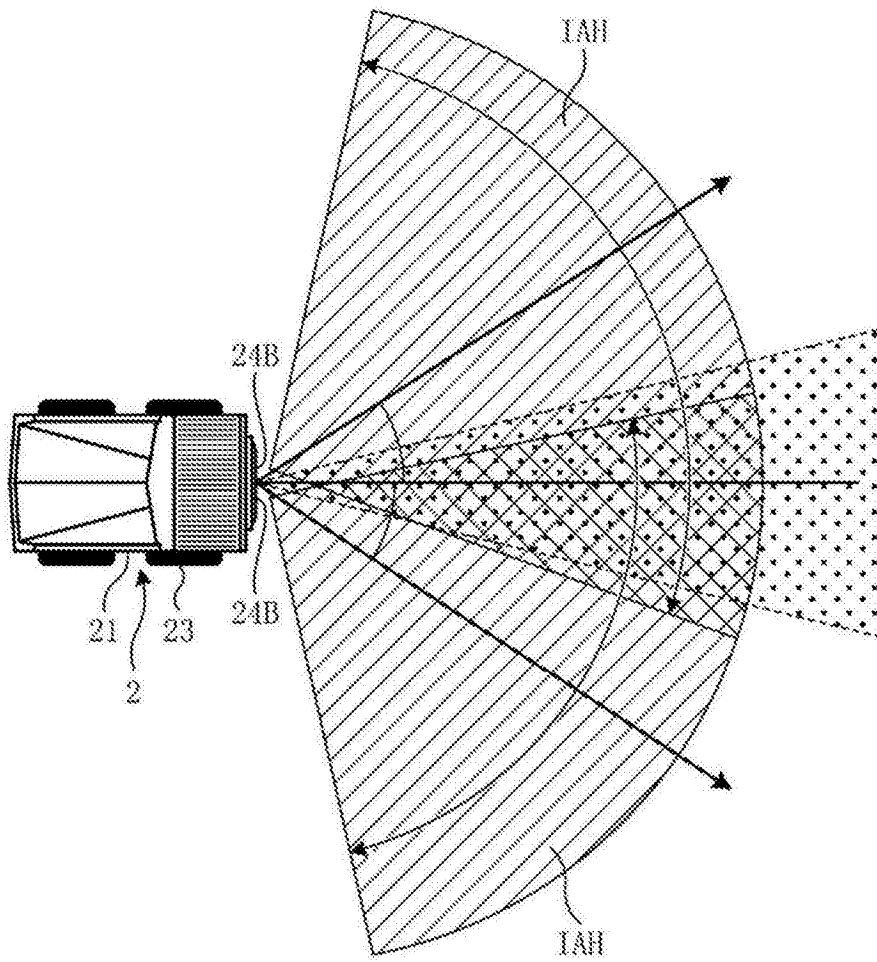


图5

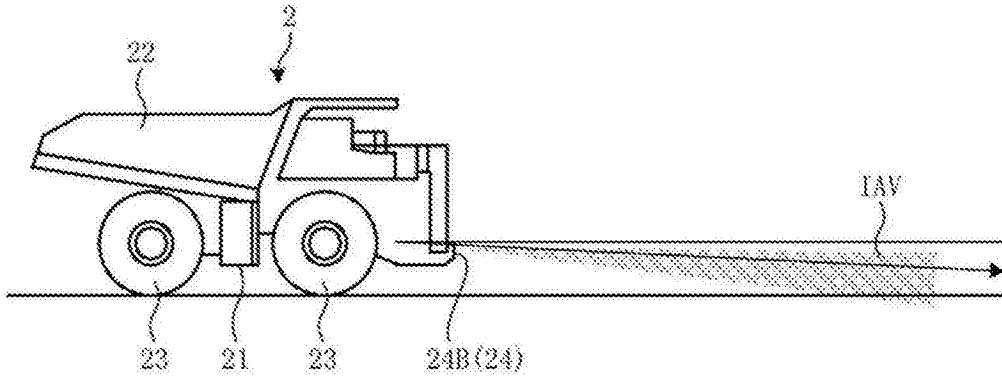


图6

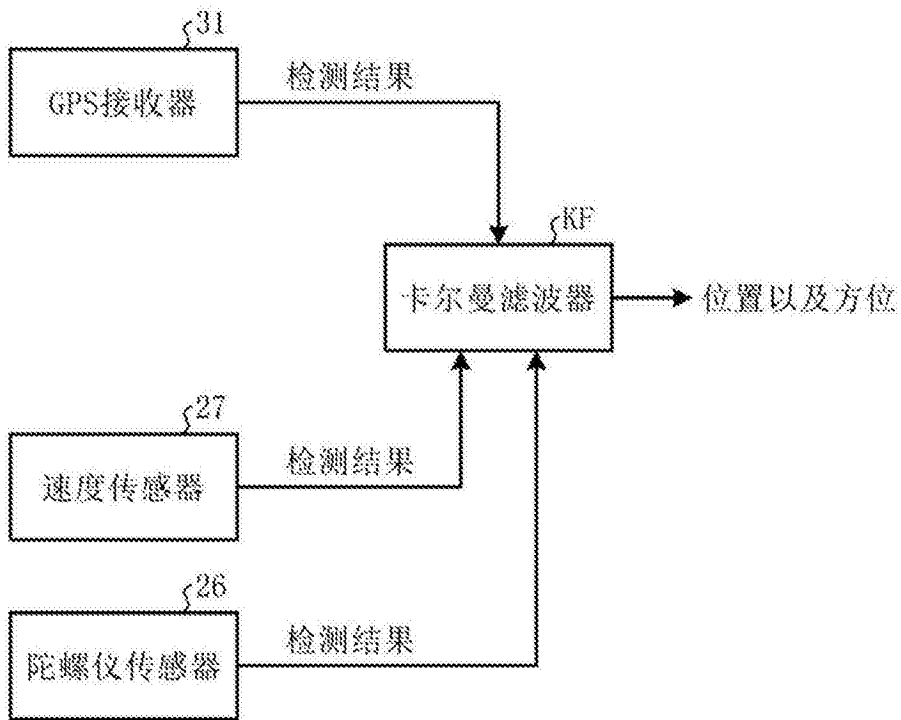


图7

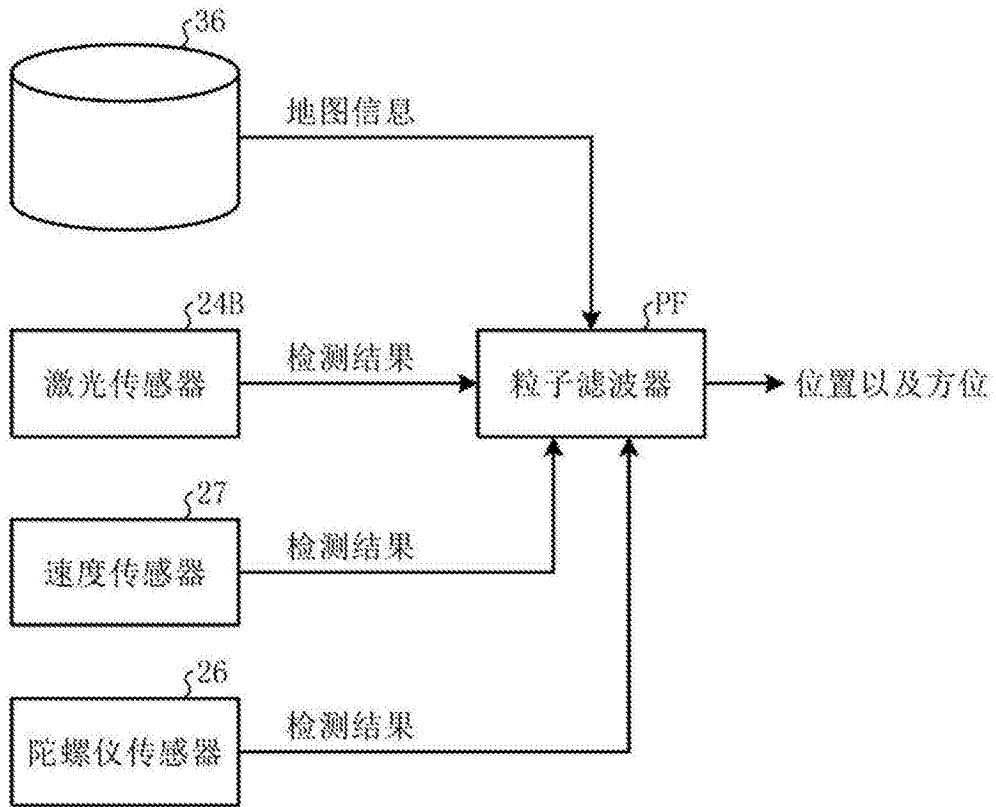


图8

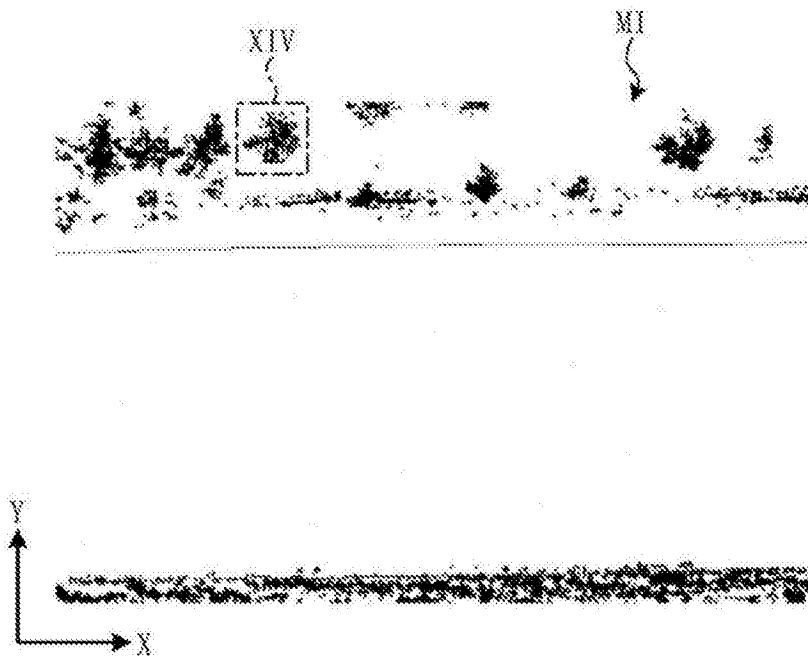


图9

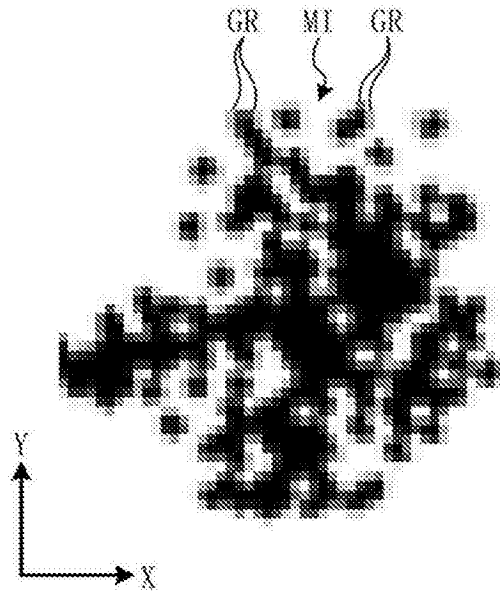


图10

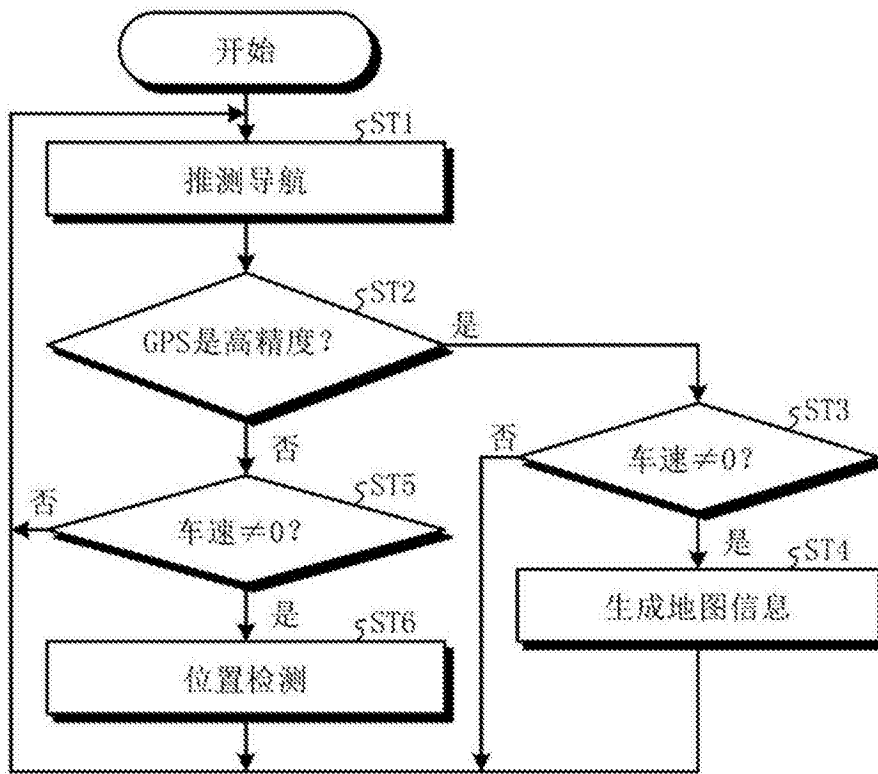


图11

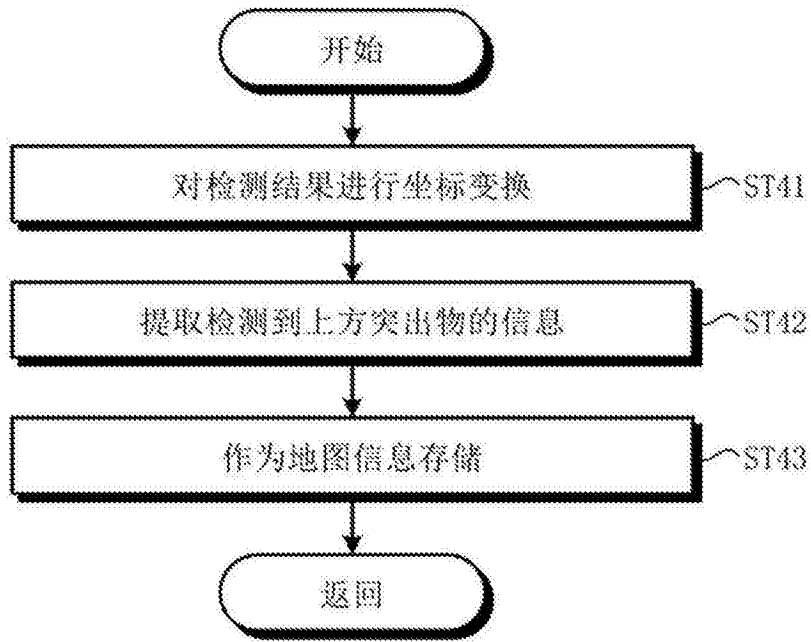


图12

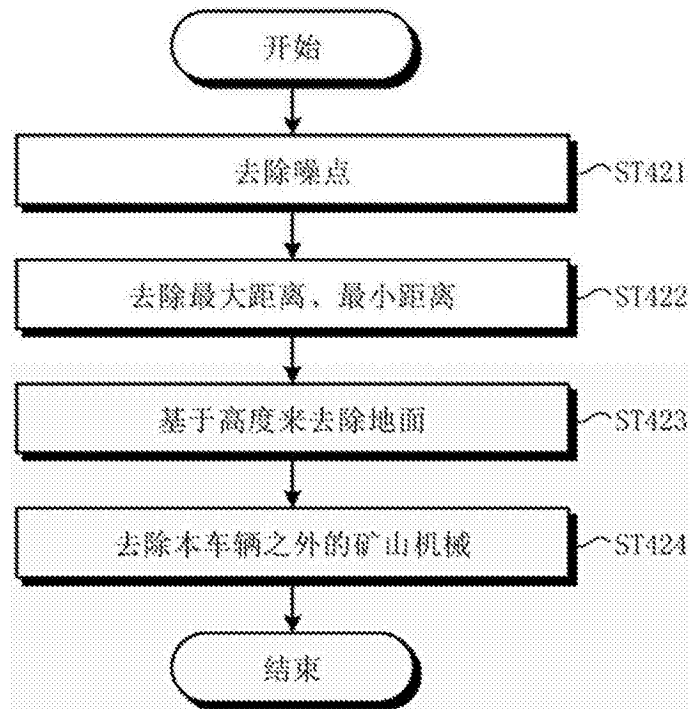


图13

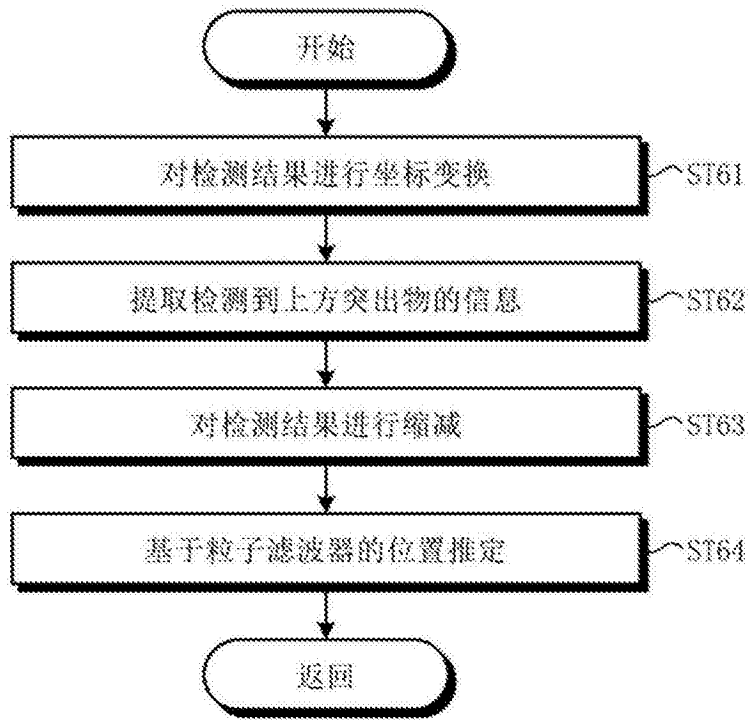


图14



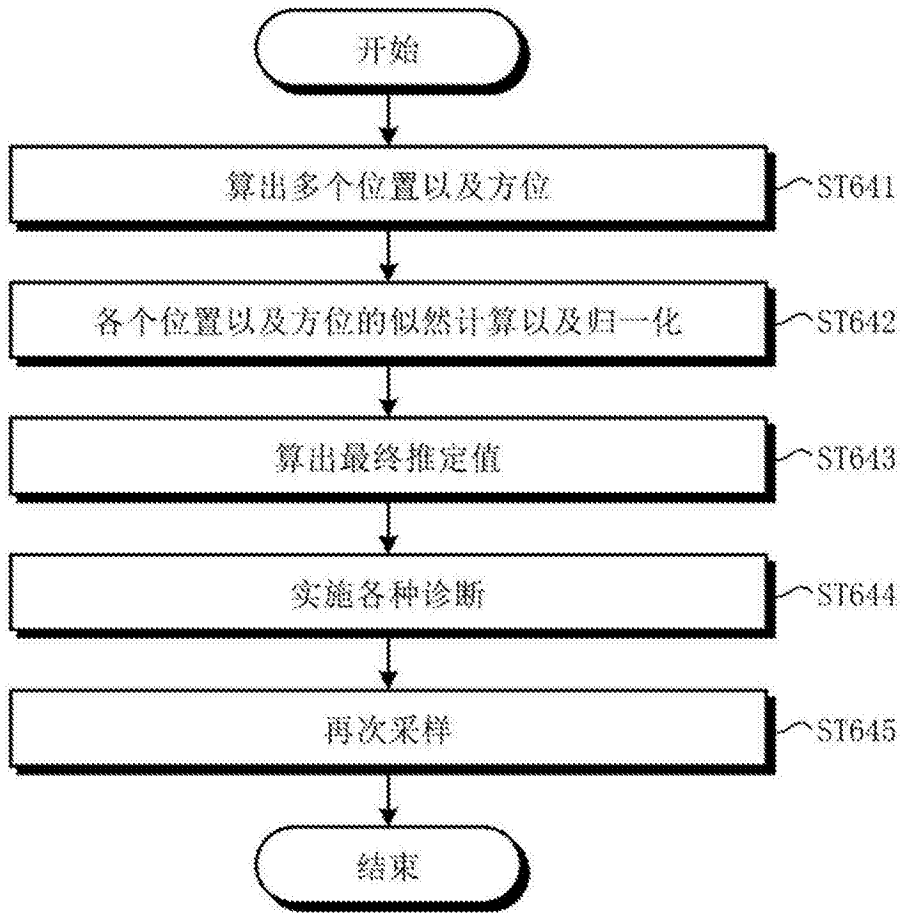


图15

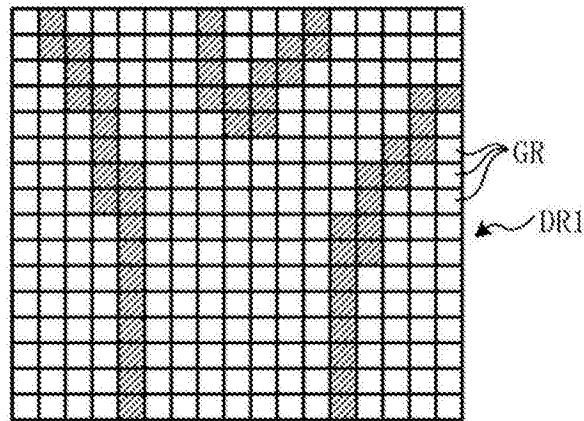


图16

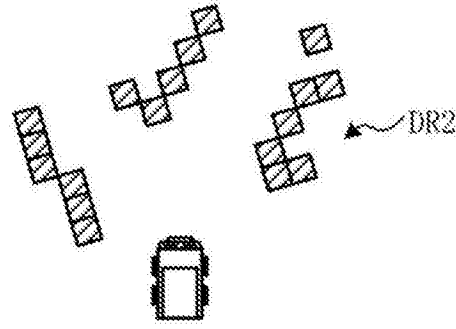


图17

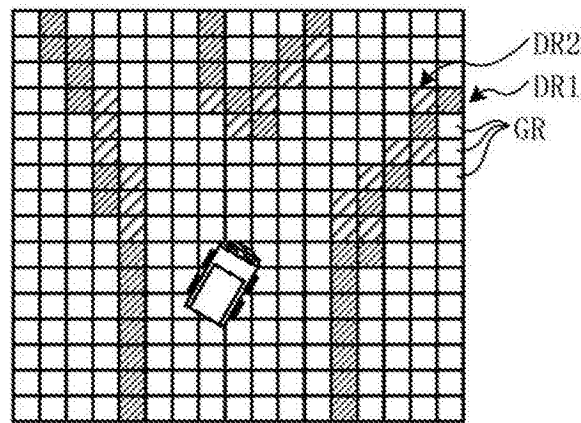


图18

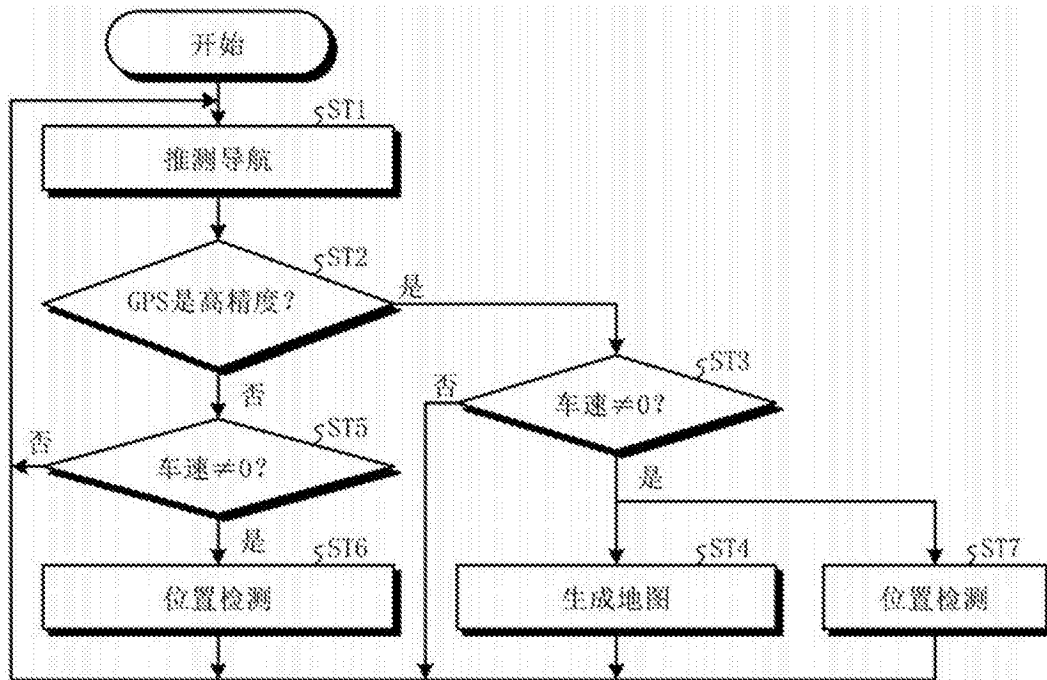


图19

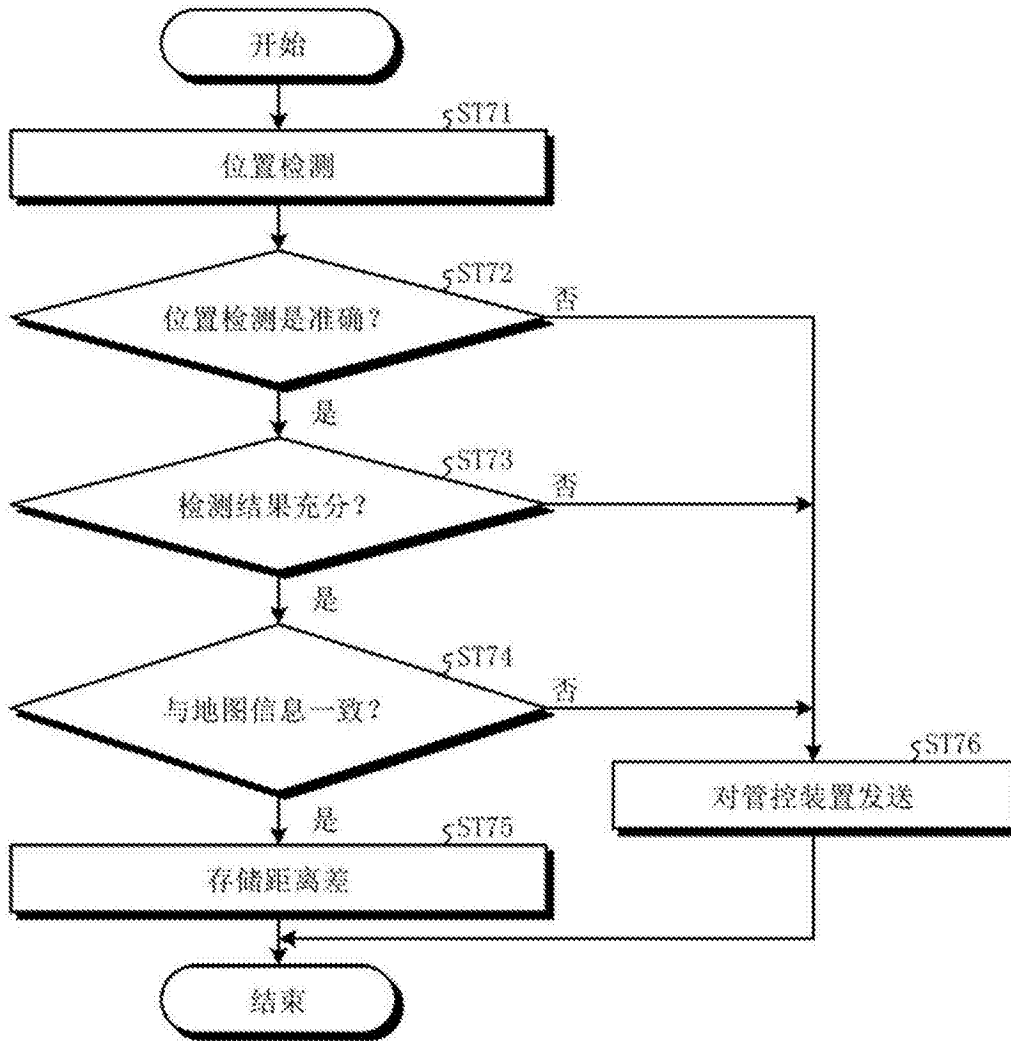


图20