



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110687872 B

(45) 授权公告日 2024. 09. 27

(21) 申请号 201910560141.1

(22) 申请日 2019.06.26

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110687872 A

(43) 申请公布日 2020.01.14

(30) 优先权数据  
2018-129231 2018.07.06 JP

(73) 专利权人 株式会社安川电机  
地址 日本福冈县

(72) 发明人 山本毅

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理  
有限责任公司 11258  
专利代理师 张永玉

(51) Int.Cl.

G05B 19/418 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102336340 A, 2012.02.01

审查员 李慧

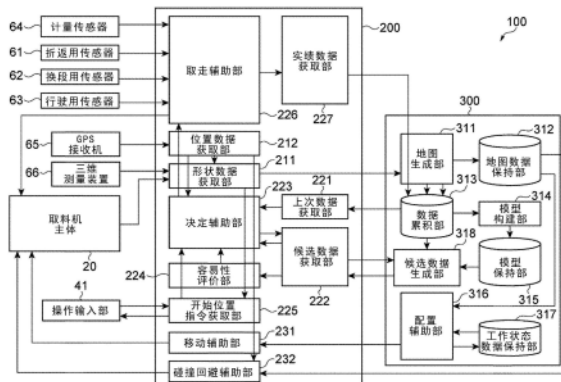
权利要求书3页 说明书15页 附图10页

(54) 发明名称

控制系统、模型构建装置及数据生成方法

(57) 摘要

本发明提供控制系统、模型构建装置及数据生成方法。控制系统用于控制有效提高从堆积物的堆取走堆积物的作业的效率的取料机。用于控制从堆积物的堆中取走堆积物的取料机(10)的控制系统(100)包括:三维测量装置(66),获取堆积物的堆(93)的三维形状数据;决定辅助部(223),基于成为取走作业对象的堆积物的堆(93)的三维形状数据来辅助决定取走作业的开始位置;以及取走辅助部(22),对取料机的运转进行辅助,以从所决定的开始位置开始取走作业。



1. 一种控制系统,用于控制从堆积物的堆中取走堆积物的取料机,所述控制系统包括:  
三维测量装置,获取所述堆积物的堆的三维形状数据;  
决定辅助部,基于成为取走作业对象的所述堆积物的堆的三维形状数据来辅助决定取走作业的开始位置;以及  
取走辅助部,对所述取料机的运转进行辅助,以从所决定的所述开始位置开始取走作业,  
所述决定辅助部基于成为取走作业对象的所述堆积物的堆的三维形状数据和过去的取走作业中的所述堆积物的堆的三维形状数据及作业位置的数据来辅助决定取走作业的开始位置。
2. 如权利要求1所述的控制系统,还包括:  
数据累积部,累积将所述堆积物的堆的三维形状数据与该堆积物的堆中的所述开始位置的坐标数据对应起来的实绩数据;  
模型构建部,通过基于累积的所述实绩数据的机器学习来构建开始位置推荐模型,所述开始位置推荐模型根据所述堆积物的堆的三维形状数据的输入而输出该三维形状数据中的所述开始位置的候选数据;以及  
候选数据获取部,获取所述开始位置推荐模型根据成为取走作业对象的所述堆积物的堆的三维形状数据的输入而输出的所述候选数据,  
所述决定辅助部基于所述候选数据获取部获取的所述候选数据来辅助决定所述开始位置。
3. 如权利要求2所述的控制系统,其中,  
所述数据累积部累积所述实绩数据,所述实绩数据还将效率数据与所述堆积物的堆的三维形状数据及该堆积物的堆的所述开始位置的所述坐标数据对应起来,所述效率数据表示从所述开始位置开始的取走作业的效率,所述模型构建部构建所述开始位置推荐模型,以根据所述堆积物的堆的三维形状数据的输入而输出所述候选数据,所述候选数据表示在该三维形状数据中预测为取走作业的效率变高的所述开始位置的候选。
4. 如权利要求3所述的控制系统,其中,  
所述数据累积部还累积更新用实绩数据,所述更新用使用成绩数据将成为取走作业对象的所述堆积物的堆的三维形状数据、所述堆积物的堆的所述开始位置的所述坐标数据、以及从该开始位置开始的取走作业的所述效率数据对应起来,所述模型构建部通过基于所累积的所述更新用实绩数据的机器学习来更新所述开始位置推荐模型。
5. 如权利要求4所述的控制系统,还包括:  
容易性评价部,针对所述候选数据评价决定所述开始位置的容易性;以及  
开始位置指令获取部,在决定所述开始位置的容易性比预先设定的水平低的情况下,禁止基于所述候选数据决定所述开始位置,而获取由操作者进行的所述开始位置的指定输入,  
所述数据累积部也将成为取走作业对象的所述堆积物的堆的三维形状数据、通过所述开始位置指令获取部获取的所述指定输入指定的所述堆积物的堆的所述开始位置的所述坐标数据、以及从该开始位置开始的取走作业的所述效率数据对应起来的数据作为所述更新用实绩数据进一步累积。

6. 如权利要求1至5中任一项所述的控制系统,其中,  
所述决定辅助部在成为取走作业对象的所述堆积物的堆的三维形状数据与上次取走作业完成时的该堆的三维形状数据的一致度达到预先设定的水平的情况下,基于上次的取走作业的完成位置来辅助决定所述开始位置。
7. 如权利要求1至5中任一项所述的控制系统,其中,  
包括分别设置在多个所述取料机上的多个所述三维测量装置,  
所述控制系统还包括地图生成部,所述地图生成部合成由多个所述三维测量装置分别获取的多个所述三维形状数据,生成包含多个所述堆积物的堆的堆料场的三维地图。
8. 如权利要求7所述的控制系统,其中,  
还包括碰撞回避辅助部,所述碰撞回避辅助部基于所述三维地图来辅助所述取料机的运转,以回避移动中的所述取料机与所述堆积物的堆的碰撞。
9. 如权利要求7所述的控制系统,其中,  
还包括配置辅助部,所述配置辅助部基于所述取料机的配置位置和所述三维地图来再次决定用于进行取走作业的所述取料机的配置位置。
10. 如权利要求7所述的控制系统,其中,  
所述地图生成部基于在所述取料机位于配置位置的状态下由该取料机的所述三维测量装置获取的所述堆积物的堆的三维形状数据和当所述取料机正在向所述配置位置移动时由该取料机的所述三维测量装置获取的所述堆积物的堆的三维形状数据的这两者来生成所述三维地图。
11. 一种控制系统,用于控制从堆积物的堆中取走堆积物的取料机,所述控制系统包括:  
三维测量装置,获取所述堆积物的堆的三维形状数据;  
候选数据获取部,通过基于数据库的机械学习向开始位置推荐模型输入成为取走作业对象的所述堆积物的堆的三维形状数据,并获取所述候选数据,所述数据库累积将所述堆积物的堆的三维形状数据和该堆积物的堆的取走作业的开始位置的坐标数据对应起来的实绩数据,所述开始位置推荐模型被构建为根据所述堆积物的堆的三维形状数据的输入而输出该三维形状数据中的所述开始位置的所述候选数据;  
决定辅助部,基于所述候选数据获取部获取的所述候选数据来辅助决定所述开始位置;以及  
取走辅助部,对所述取料机的运转进行辅助,以从所决定的所述开始位置开始取走作业。
12. 一种模型构建装置,包括:  
数据累积部,累积将堆积物的堆的三维形状数据与该堆积物的堆中的由取料机进行的取走作业的开始位置的坐标数据对应起来的实绩数据;以及  
模型构建部,通过基于所累积的所述实绩数据的机器学习来构建开始位置推荐模型,所述开始位置推荐模型根据所述堆积物的堆的三维形状数据的输入而输出该三维形状数据中的所述开始位置的候选数据。
13. 一种数据生成方法,包括:  
累积将堆积物的堆的三维形状数据与该堆积物的堆中的由取料机进行的取走作业的

开始位置的坐标数据对应起来的实绩数据；

通过基于所累积的所述实绩数据的机器学习来构建开始位置推荐模型,所述开始位置推荐模型根据所述堆积物的堆的三维形状数据的输入而输出该三维形状数据中的所述开始位置的候选数据;以及

生成用于能够使得所述开始位置推荐模型输出的所述候选数据用于决定所述开始位置的数据。

## 控制系统、模型构建装置及数据生成方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及控制系统、模型构建装置及数据生成方法。

### 背景技术

[0002] 在专利文献1中,公开了一种取料机的控制装置,所述取料机具备动臂和设置在动臂的前端的铲斗轮,通过铲斗轮的旋转动作及动臂的回转动作从运送物堆积堆运出运送物。该控制装置将针对每个取走段预先设定的微动可行驶距离与实际的微动行驶距离进行比较,如果微动行驶距离为微动可行驶距离以上,则进行换段动作,控制取料机以根据预先设定的休止角进行回转动作。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本专利第3225969号公报。

### 发明内容

[0006] 发明所要解决的问题

[0007] 本发明的目的在于提供一种控制系统,用于控制能够有效地提高从堆积物的堆中取出堆积物的作业的效率的取料机。

[0008] 用于解决问题的手段

[0009] 本公开的一个方面涉及一种控制系统,用于控制从堆积物的堆中取走堆积物,控制系统包括:三维测量装置,获取堆积物的堆的三维形状数据;决定辅助部,基于成为取走作业对象的堆积物的堆的三维形状数据来辅助决定取走作业的开始位置;以及取走辅助部,对取料机的运转进行辅助,以从所决定的开始位置开始取走作业。

[0010] 本公开的其他方面涉及一种用于从堆积物的堆中取走堆积物的系统,包括:三维测量装置,获取所述堆积物的堆的三维形状数据;候选数据获取部,通过基于数据库的机器学习向开始位置推荐模型输入成为取走作业对象的所述堆积物的堆的三维形状数据,并获取所述候选数据,所述数据库累积将所述堆积物的堆的三维形状数据和该堆积物的堆的取走作业的开始位置的坐标数据对应起来的实绩数据,所述开始位置推荐模型被构建为根据所述堆积物的堆的三维形状数据的输入而输出该三维形状数据中的所述开始位置的所述候选数据;决定辅助部,基于所述候选数据获取部获取的所述候选数据来辅助决定所述开始位置;以及取走辅助部,对所述取料机的运转进行辅助,以从所决定的所述开始位置开始取走作业。

[0011] 本公开的其他方面涉及一种模型构建装置,包括:数据累积部,累积将堆积物的堆的三维形状数据与该堆积物的堆中的由取料机进行的取走作业的开始位置的坐标数据对应起来的实绩数据;以及模型构建部,通过基于所累积的实绩数据的机器学习来构建开始位置推荐模型,开始位置推荐模型根据堆积物的堆的三维形状数据的输入而输出该三维形状数据中的开始位置的候选数据。

[0012] 本公开的其他方面涉及一种数据生成方法,包括:累积将堆积物的堆的三维形状数据与该堆积物的堆中的由取料机进行的取走作业的开始位置的坐标数据对应起来的实绩数据;通过基于所累积的实绩数据的机器学习来构建开始位置推荐模型,开始位置推荐模型根据堆积物的堆的三维形状数据的输入而输出该三维形状数据中的开始位置的候选数据;以及生成用于能够使得开始位置推荐模型输出的候选数据用于决定开始位置的数据。

[0013] 发明的效果

[0014] 根据本公开,能够提供一种控制系统,用于控制能够有效地提高从堆积物的堆中取走堆积物的作业的效率的取料机。

## 附图说明

[0015] 图1是例示取料机系统的结构的示意图;

[0016] 图2是例示取料机的结构的示意图;

[0017] 图3是表示控制系统的功能上的结构的框图;

[0018] 图4是例示神经网络的示意图;

[0019] 图5是例示控制系统的硬件结构的框图;

[0020] 图6是例示开始位置推荐模型的构建步骤的流程图;

[0021] 图7是例示取料机的配置辅助步骤的流程图;

[0022] 图8是例示取料机的运转辅助步骤的流程图;

[0023] 图9是例示取走作业中的运转辅助步骤的流程图;

[0024] 图10是例示取走作业中的运转辅助步骤的流程图。

## 具体实施方式

[0025] 以下,参照附图对实施方式进行详细说明。在说明中,对相同要素或具有相同功能的要素标注相同符号,并省略重复的说明。

[0026] [取料机系统]

[0027] 本实施方式涉及的取料机系统1是用于进行从堆积物的堆中取走堆积物的作业的系统。作为堆积物的具体例子,可以举出钢铁的原料等。例如,取料机系统1设置在堆料场90中。堆料场90是用于保管堆积物的场地,包括多个堆积区域91。在各个堆积区域91被运入原料等而形成堆93。取料机系统1包括:以通过堆积区域91彼此之间的方式铺设的多个导轨92;设置在导轨92上的多个取料机10;及控制系统100。取料机10从堆93取走堆积物。

[0028] 如图2所示,取料机10包括:取料机主体20、折返用传感器61、换段用传感器62、行驶用传感器63、计量传感器64、GPS接收机65以及三维测量装置66。

[0029] 取料机主体20包括台车21、动臂22、铲斗轮23、输送机24、配重25、俯仰驱动部31、回转驱动部32、铲斗驱动部33、操作输入部41、俯仰角度传感器51以及回转角度传感器52。

[0030] 台车21沿着导轨92移动。动臂22设置在台车21上,沿着与铅垂方向交叉的方向从台车21向两侧延伸。以下,动臂22的说明中的“前后”是指将动臂22的一端侧设为“前”、将另一端侧设为“后”时的方向。在台车21上,动臂22被保持为能够绕沿着铅垂方向的轴线Ax1回转,绕与铅垂方向及前后方向垂直的轴线Ax2倾动(以下称为“俯仰”)。从轴线Ax2到动臂22

的前侧端部的长度比从轴线Ax2到动臂22的后侧端部的长度长。

[0031] 铲斗轮23设置在动臂22的前侧端部,从堆中切出堆积物。在动臂22的前侧端部,铲斗轮23被保持为能够绕平行于轴线Ax2的轴线Ax3旋转。铲斗轮23具有多个铲斗26,这些铲斗26被布置成围绕轴线Ax3。多个铲斗26中的每一个沿着以轴线Ax3为中心的圆周移动,切出堆积物。输送机24例如是带式输送机,将由铲斗轮23切出的堆积物沿着动臂22向后方运送。配重25是用于减轻因动臂22自身重量及铲斗轮23的重量等而绕轴线Ax2产生的力矩的配重,并设置在动臂22的后侧端部。

[0032] 俯仰驱动部31使动臂22绕轴线Ax2俯仰。回转驱动部32使动臂22绕轴线Ax1回转。铲斗驱动部33使铲斗轮23绕轴线Ax3旋转。俯仰驱动部31、回转驱动部32以及铲斗驱动部33例如是以液压或电力为动力源的致动器。

[0033] 俯仰角度传感器51检测动臂22绕轴线Ax2的俯仰角度。回转角度传感器52检测动臂22绕轴线Ax1的回转角度。作为俯仰角度传感器51和回转角度传感器52的具体例子,可以举出旋转编码器或电位计等。

[0034] 操作输入部41是与操作者的接口部分,进行向操作者的信息显示和操作者的操作输入的获取。

[0035] 折返用传感器61、换段用传感器62、行驶用传感器63、计量传感器64、GPS接收机65及三维测量装置66检测取料机主体20的运转辅助用的信息。折返用传感器61设置在动臂22的前侧端部的下方,对堆93的端部(由铲斗轮23形成的堆93的上表面与堆93的斜面的相交部)进行检测。换段用传感器62在折返用传感器61的后方而设置在动臂22的下方,对堆93的端部进行检测。行驶用传感器63检测台车21的行驶位置及微动距离。计量传感器64检测由输送机24运送的堆积物的重量。GPS接收机65接收GPS(全球定位系统)用的卫星信号作为取料机10的当前位置信息。

[0036] 三维测量装置66获取堆93的三维形状数据。堆93的三维形状数据例如是构成堆93的表面的点群的三维坐标数据。作为三维测量装置66的具体例子,可举出例如利用两个相机的视差的立体图像方式的测量装置、一边扫描激光的照射位置一边计算照射位置的三维坐标的激光方式的测量装置等。三维测量装置66设置在取料机主体20上。例如,三维测量装置66设置在动臂22的前侧端部。即,取料机系统1具有分别设置在多个取料机10上的多个三维测量装置66。

[0037] 返回到图1,控制系统100包括多个控制器200和服务器300。多个控制器200分别控制多个取料机10。控制器200被构成为除了基于成为取走作业对象的堆93的三维形状数据来辅助决定取走作业的开始位置之外,还执行辅助取料机10的运转以从所决定的开始位置开始取走作业。控制器200也可以构成为基于成为取走作业对象的堆93的三维形状数据和过去的取走作业中的堆93的三维形状数据及作业位置的数据,辅助决定取走作业的开始位置。

[0038] 服务器300对从多个控制器200收集的数据进行各种处理,根据需要将处理结果提供给各取料机主体20。例如,服务器300构成为执行以下的处理:累积将堆93的三维形状数据和该堆93中的由取料机10进行的取走作业的开始位置的坐标数据对应起来的实绩数据;通过基于累积的实绩数据的机器学习来构建开始位置推荐模型,所述开始位置推荐模型根据堆93的三维形状数据的输入而输出该三维形状数据中的开始位置的候选数据;以及生成

用于能够使得开始位置推荐模型输出的候选数据用于决定开始位置的数据。

[0039] 作为用于能够使得候选数据用于决定开始位置的数据的具体例子,除了候选数据本身之外,还可以举出开始位置推荐模型的参数数据等。根据开始位置推荐模型的参数数据,能够在控制器200中复制开始位置推荐模型。由此,能够将控制器200的开始位置推荐模型输出的候选数据用于决定开始位置。

[0040] 服务器300也可以构成为执行:对由多个三维测量装置66分别获取的多个三维形状数据进行合成,来生成堆料场90的三维地图。服务器300还可以构成为还执行基于三维地图来决定用于进行取走作业的取料机10的配置位置。

[0041] 以下,更详细地例示控制器200和服务器300的结构。如图3所示,控制器200作为功能上的结构(以下称为“功能块”)包括位置数据获取部212、形状数据获取部211、上次数据获取部221、候选数据获取部222、决定辅助部223、容易性评价部224、开始位置指令获取部225、取走辅助部226、实绩数据获取部227、移动辅助部231以及碰撞回避辅助部232。另外,在图3中,为了方便而仅图示了一个控制器200,但实际上分别控制多个取料机10的多个控制器200连接到服务器300。

[0042] 位置数据获取部212从GPS接收机65获取取料机10的当前位置的数据。形状数据获取部211从三维测量装置66获取堆93的三维形状数据。另外,如上所述,在将三维测量装置66设置在取料机10上的情况下,三维测量装置66与取料机10一起移动。在三维测量装置66设置在动臂22的前侧端部的情况下,三维测量装置66也根据动臂22的姿势变化而移动。因此,形状数据获取部211也可以通过基于取料机10的当前位置的数据和动臂22的当前姿势的数据的坐标变换将上述三维形状数据变换为固定在堆料场90上的坐标系的三维形状数据。在该情况下,形状数据获取部211例如从位置数据获取部212获取取料机10的当前位置的数据,从取料机主体20获取动臂22的当前姿势的数据。动臂22的当前姿势的数据例如是俯仰角度传感器51和回转角度传感器52的检测值。

[0043] 上次数据获取部221从服务器300获取成为取走作业对象的堆93的上次取走作业完成时的该堆93的三维形状数据(以下称为“上次的三维形状数据”)。例如,上次数据获取部221从服务器300的数据累积部313(后述)获取该数据。

[0044] 候选数据获取部222从服务器300获取上述开始位置推荐模型根据成为取走作业的对象堆93的三维形状数据的输入而输出的候选数据。例如,候选数据获取部222从服务器300的候选数据生成部318获取候选数据。候选数据只要是能够成为决定开始位置的基准的数据,则可以是任意形式的数据。例如,候选数据也可以是表示堆93的表面的至少一点的坐标数据的数据,来作为开始位置的候选。

[0045] 候选数据还可以是表示堆93的表面的多个点的坐标数据的数据,来作为开始位置的候选。在该情况下,候选数据也可以针对上述多个点的每一个,包含表示作为开始位置的候选的推荐度的数据。作为表示作为开始位置的候选的推荐度的数据的具体例子,可以举出表示在将该点作为开始位置的情况下预测的取走作业的效率的数据。作为表示取走作业的效率的数据的具体例子,可以举出每单位时间的取走量的平均值等。

[0046] 候选数据也可以是作为开始位置的候选而示出区分堆93的表面的多个区域中的任意一个的数据。候选数据也可以是作为开始位置的候选而示出上述多个区域中的任意两个以上的区域的数据。在这种情况下,候选数据针对上述多个区域的每一个,可以包含表示



作为开始位置的候选的推荐度的数据。

[0047] 决定辅助部223基于成为取走作业对象的堆93的三维形状数据辅助决定取走作业的开始位置。作为开始位置的决定的具体例子,可以举出执行开始位置的自动决定、显示辅助操作者决定开始位置的数据等。

[0048] 决定辅助部223也可以构成为基于成为取走作业对象的堆93的三维形状数据和过去的取走作业中的堆93的三维形状数据及作业位置的数据来辅助决定取走作业的开始位置。作业位置的数据是堆93中成为了取走作业的对象的位置的坐标数据,包含该取走作业的开始位置及完成位置。

[0049] 例如,决定辅助部223可以基于由候选数据获取部222获取的候选数据来辅助决定开始位置。以下,将其称为“第一方式的决定辅助”。例如,决定辅助部223决定由候选数据表示的任意点作为开始位置。在候选数据包含表示上述推荐度的数据的情况下,决定辅助部223也可以将推荐度最高的点决定为开始位置。候选数据在作为开始位置的候选而示出包含多个点的区域的情况下,决定辅助部223将由候选数据表示的区域内的任意点决定为开始位置。在候选数据包含表示上述推荐度的数据的情况下,决定辅助部223也可以将推荐度最高的区域内的任意点决定为开始位置。

[0050] 决定辅助部223也可以将上述候选数据作为辅助操作者决定开始位置的数据显示在操作输入部41上。例如,决定辅助部223也可以在堆93的三维形状的图像中,强调显示由上述候选数据表示的点或区域。

[0051] 如上所述,基于开始位置推荐模型获取候选数据。通过基于累积的上述实绩数据的机器学习来构建开始位置推荐模型。因此,基于候选数据相当于基于过去的取走作业中的堆93的三维形状数据及作业位置的数据。

[0052] 决定辅助部223也可以在成为取走作业对象的堆93的三维形状数据(以下称为“本次的三维形状数据”。)与上次数据获取部221获取的上次的三维形状数据的一致度达到预先设定的水平的情况下,基于上次的取走作业的完成位置来辅助决定开始位置。以下,将其称为“第二方式的决定辅助”。一致度例如能够作为本次的三维形状数据与上次的三维形状数据的偏差量的平均值(例如每单位面积的平均值)进行数值化。在这种情况下,一致度越高,数值越小。

[0053] 例如,决定辅助部223基于上次的取走作业的完成位置来决定开始位置。决定辅助部223可以将上次的取走作业的完成位置作为开始位置,也可以将从上次的取走作业的完成位置起规定范围内的位置作为开始位置。决定辅助部223也可以将上次的取走作业的完成位置作为辅助操作者决定开始位置的数据显示在操作输入部41上。决定辅助部223也可以将从上次的取走作业的完成位置起规定范围内的区域显示在操作输入部41上。另外,基于上次的三维形状数据及上次的取走作业的完成位置也相当于基于过去的取走作业中的堆93的三维形状数据及作业位置的数据。

[0054] 决定辅助部223也可以构成为执行上述第一方式的决定辅助和上述第二方式的决定辅助这两者。此时,决定辅助部223也可以当上述一致度达到预先设定的水平时不进行第一方式的决定辅助而进行第二方式的决定辅助,当上述一致度未达到预先设定的水平时,不进行第二方式的决定辅助而进行第一方式的决定辅助。

[0055] 容易性评价部224针对候选数据获取部222获取的候选数据评价决定开始位置的

容易性。例如,在候选数据包含上述推荐度的数据的情况下,决定开始位置的容易性例如可根据推荐度为最上位的点或区域与其他的点或区域的推荐度的差异的大小来进行评价。该差异越大,决定开始位置的容易性越高。

[0056] 开始位置指令获取部225在由容易性评价部224评价的决定开始位置的容易性比预先设定的水平低的情况下,禁止基于候选数据决定开始位置,而从操作输入部41获取操作者对开始位置的指定输入。开始位置指令获取部225也可以从形状数据获取部211获取三维形状数据,并基于此将堆93的三维形状的图像显示在操作输入部41上,获取在该图像内指定的点作为开始位置的指定输入。在开始位置指令获取部225获取了开始位置的指定的情况下,决定辅助部223代替进行上述第一方式的决定辅助,而按照开始位置的指定来决定开始位置。

[0057] 取走辅助部226对取料机10的运转进行辅助,以从由决定辅助部223决定的开始位置开始取走作业。例如,取走辅助部226算出用于使铲斗轮23落座于上述开始位置的动臂22的回转角度和俯仰角度以及台车21的行驶位置,基于此控制取料机10,以使动臂22旋转及俯仰。之后,取走辅助部226对取料机10进行控制,以自动执行堆积物的取走作业,直至堆积物的取走量(例如计量传感器64的检测值的累计值)达到目标量。

[0058] 例如,取走辅助部226控制取料机10,以基于折返用传感器61、换段用传感器62以及行驶用传感器63的检测结果来决定动臂22的回转方向、台车21的行驶方向及微动量、由动臂22的俯仰引起的铲斗轮23的换段方向及换段时刻等,并基于此执行取走作业。例如在日本专利第3225969号公报中公开了在取走作业的执行中的取料机10的详细控制方法。

[0059] 实绩数据获取部227在由取料机10进行的取走作业完成后,获取作为该取走作业的开始位置的点的坐标数据和表示该取走作业的效率的效率数据,将它们发送到服务器300。效率数据例如是每单位时间的取走量的平均值。另外,取走作业的效率因各种因素而变动。例如,在进行换段时等取走被中断的期间的动臂22的动作量大的情况下,取走的中断期间变长,效率降低。另外,如果在取走的途中堆93产生崩塌,则需要使铲斗轮23暂时从堆93退避的动作,相应地效率降低。

[0060] 移动辅助部231控制取料机10,以使其移动到由服务器300决定的上述配置位置。碰撞回避辅助部232基于服务器300生成的上述三维地图来辅助该取料机10的运转,以回避移动到配置位置过程中取料机10与堆93的碰撞。例如,碰撞回避辅助部232判定能否通过动臂22的姿势变更来回避碰撞,在判定为可回避的情况下,控制取料机10,以通过俯仰驱动部31和回转驱动部32变更动臂22的姿势,直到成为回避碰撞的姿势。在判定为不可回避的情况下,碰撞回避辅助部232控制取料机10,以使到配置位置的移动停止或减速。

[0061] 服务器300作为功能块包括地图生成部311、地图数据保持部312、数据累积部313、模型构建部314、模型保持部315、候选数据生成部318、配置辅助部316以及工作状态数据保持部317。

[0062] 地图生成部311合成由多个三维测量装置66分别获取的多个三维形状数据,来生成堆料场90的三维地图。地图生成部311例如合成由多个控制器200的形状数据获取部211分别实施了坐标变换的多个三维形状数据,来生成堆料场90的三维地图。地图生成部311连续地执行三维形状数据的获取和合成。在相互不同的三维形状数据重叠的情况下,地图生成部311利用最新的三维形状数据覆盖三维地图。

[0063] 地图生成部311也可以基于在取料机10位于上述配置位置的状态下由该取料机10的三维测量装置66获取的堆93的三维形状数据和当取料机10正在向配置位置移动时由该取料机10的三维测量装置66获取的堆93的三维形状数据的两者来生成三维地图。地图数据保持部312存储由地图生成部311生成的地图数据。

[0064] 数据累积部313累积将堆93的三维形状数据和该堆93中的开始位置的坐标数据对应起来的实绩数据。数据累积部313也可以累积还将表示从开始位置开始的取走作业的效率的效率数据与堆93的三维形状数据及该堆93的该开始位置的坐标数据对应起来的实绩数据。例如,数据累积部313从控制器200的实绩数据获取部227获取取走作业的开始位置的坐标数据、完成位置的坐标数据及效率数据,从地图生成部311获取该取走作业之前和之后的堆93的三维形状数据,累积将它们对应起来的实绩数据。

[0065] 模型构建部314通过基于累积在数据累积部313中的实绩数据的机器学习来构建上述开始位置推荐模型。模型构建部314也可以构建开始位置推荐模型,以根据堆积物的堆93的三维形状数据的输入来输出候选数据,该候选数据表示在该三维形状数据中预测为取走作业的效率变高的开始位置的候选。作为开始位置推荐模型的具体例子,可以举出神经网络。

[0066] 图4是例示神经网络的示意图。神经网络具有输入层L1、一层或多层中间层L2和输出层L3。输入层L1将输入向量 $(X_0, X_1, X_2, \dots, X_m)$ 直接输出到下一个中间层L2。中间层L2通过激活函数将总输入转换成输出,并将该输出传递给下一个中间层L2。紧接在输出层L3之前的中间层L2将该输出传递给输出层L3。输出层L3也通过激活函数将总输入转换为输出,将该输出作为输出向量 $(Y_0, Y_1, Y_2, \dots, Y_n)$ 输出。

[0067] 例如,模型构建部314在将上述三维形状数据作为输入向量,在上述候选数据作为输出向量的神经网络中,重复应用累积在数据累积部313中的实绩数据的三维形状数据、开始位置的坐标数据以及效率数据,通过以输入向量和输出向量的组合接近实绩数据中的三维数据、开始位置的坐标数据及效率数据的组合的方式更新神经网络的参数(例如上述激活函数的权重)的机械学习,构建开始位置推荐模型。

[0068] 数据累积部313和模型构建部314也可以构成为在开始位置推荐模型的构建后也继续更新该模型。例如,数据累积部313在开始位置推荐模型的构建后也进一步累积更新用实绩数据,该更新用实绩数据将成为取走作业对象的堆93的三维形状数据、该堆93中的开始位置的坐标数据和从该开始位置开始的取走作业的效率数据对应起来,模型构建部314通过基于所累积的更新用实绩数据的机器学习来更新开始位置推荐模型。数据累积部313也将成为取走作业对象的堆93的三维形状数据、由开始位置指令获取部225获取的指定输入所指定的该堆93的开始位置的坐标数据和从该开始位置开始的取走作业的效率数据对应起来的数据作为更新用实绩数据进一步进行累积。模型保持部315存储由模型构建部314构建的开始位置推荐模型。例如,模型保持部315存储开始位置推荐模型的参数(例如上述激活函数的参数)等。

[0069] 候选数据获取部222从服务器300获取上述开始位置推荐模型根据成为取走作业对象的堆93的三维形状数据的输入而输出的候选数据。候选数据生成部318根据来自控制器200的候选数据获取部222的请求生成候选数据。例如,候选数据生成部318将以下数据生成成为候选数据:向模型保持部315存储的开始位置推荐模型输入成为取走作业对象的堆93

的三维形状数据、而与此对应地开始位置推荐模型输出的数据。

[0070] 工作状态数据保持部317存储表示多个取料机10的工作状态的数据。例如,工作状态数据保持部317针对多个取料机10中的每一个存储是否正在执行取走作业。

[0071] 配置辅助部316基于由上位处理计算机等决定的取料机10的配置位置和存储在地图数据保持部312中的三维地图再次决定用于进行取走作业的取料机10的配置位置。配置辅助部316参照工作状态数据保持部317提取出不是正在执行取走作业的多个取料机10,从其中选择能够最快到达上述配置位置的取料机10,向控制该取料机10的控制器200的移动辅助部231发送配置位置。

[0072] 另外,在以上的结构中,示出了开始位置推荐模型被保持在服务器300侧、从服务器300向控制器200提供基于开始位置推荐模型而生成的候选数据的情况,但不一定限于此。服务器300将开始位置推荐模型的参数数据提供给控制器200,控制器200可以保持基于该参数数据而复制的开始位置推荐模型。在这种情况下,可以在控制器200中生成候选数据。

[0073] 图5是例示控制系统100的硬件结构的示意图。如图5所示,控制器200包括电路290,服务器300包括电路390。另外,在图5中,为了方便也仅图示了一个控制器200,但实际上,分别控制多个取料机10的多个控制器200连接到服务器300。

[0074] 电路290由至少一个计算机构成。电路290包括至少一个处理器291、内存292、存储器293、通信端口294和输入输出端口295。存储器293是计算机可读取的非易失型存储介质(例如硬盘或闪存)。存储器293例如包括分配给用于构成上述功能块的程序的存储区域。内存292暂时存储从存储器293加载的程序以及处理器291的运算结果等。处理器291通过与内存292协作来执行上述程序,从而构成控制器200的各功能块。通信端口294响应于来自处理器291的指令,经由网络NW与服务器300之间进行网络通信。输入输出端口295根据来自处理器291指令在与取料机主体20、操作输入部41、折返用传感器61、换段用传感器62、行驶用传感器63、计量传感器64、GPS接收机65、三维测量装置66之间进行电信号的输入输出。

[0075] 电路390由至少一个计算机构成。电路390包括至少一个处理器391、内存392、存储器393和通信端口394。存储器393是计算机可读的非易失型存储介质(例如,硬盘或闪存)。存储器393存储有用于使服务器300执行以下处理的程序:累积将堆积物的堆的三维形状数据与该堆中的由取料机进行的取走作业的开始位置的坐标数据对应起来的实绩数据;通过基于所累积的实绩数据的机器学习来构建开始位置推荐模型,所述开始位置推荐模型根据堆的三维形状数据的输入而输出该三维形状数据中的开始位置的候选数据;生成用于能够使得基于开始位置推荐模型输出的候选数据用于决定开始位置的数据。例如,存储器393包括分配给用于构成上述功能块的程序的存储区域、以及分配给地图数据保持部312、数据累积部313、模型保持部315和工作状态数据保持部317的存储区域。

[0076] 内存392暂时存储从存储器393加载的程序以及处理器391的运算结果等。处理器391通过与内存392协作来执行上述程序,从而构成服务器300的各功能块。通信端口394响应于来自处理器391的指令并经由网络NW与控制器200之间进行网络通信。

[0077] 另外,电路290和电路390的结构只不过是一个例子,可以适当变更。例如,电路290可以由多个计算机构成。作为多个计算机的具体例子,可以举出可编程逻辑控制器以及个人计算机等。在该情况下,例如可以由可编程逻辑控制器构成上述的取走辅助部226、实绩

数据获取部227、移动辅助部231及碰撞回避辅助部232,由个人计算机构成形状数据获取部211、位置数据获取部212、上次数据获取部221、候选数据获取部222、决定辅助部223、容易性评价部224和开始位置指令获取部225。

[0078] (控制步骤)

[0079] 接着,作为控制方法的一例,例示控制系统100执行的控制步骤。该控制步骤包括:基于成为取走作业对象的堆93的三维形状数据辅助决定取走作业的开始位置;以及辅助取料机10的运转,以从所决定的开始位置开始取走作业。该控制步骤也可以基于成为取走作业对象的堆93的三维形状数据和过去的取走作业中的堆93的三维形状数据及作业位置的数据来辅助决定取走作业的开始位置。

[0080] 该控制步骤还包括:累积将堆的三维形状数据和该堆的由取料机进行的取走作业的开始位置的坐标数据对应起来的实绩数据;通过基于所累积的实绩数据的机器学习来构建开始位置推荐模型,所述开始位置推荐模型根据堆的三维形状数据的输入而输出该三维形状数据中的开始位置的候选数据;产生用于能够使得基于开始位置推荐模型输出的候选数据用于决定开始位置的数据。在这种情况下,该控制步骤可以基于候选数据来辅助决定开始位置。

[0081] 以下,将上述控制步骤分为服务器300中的开始位置推荐模型的构建步骤、服务器300中的取料机的配置辅助步骤、以及控制器200中的取料机的运转辅助步骤进行详细说明。

[0082] (开始位置推荐模型的构建步骤)

[0083] 如图6所示,服务器300首先执行步骤S01、S02、S03。在步骤S01中,地图生成部311等待接收多个形状数据获取部211中的任意一个发送的三维形状数据。在步骤S02中,地图生成部311基于从形状数据获取部211获取的三维形状数据来生成三维地图。地图生成部311例如从形状数据获取部211获取固定于堆料场90的坐标系中的三维形状数据,并合成到地图数据保持部312的三维地图中。在相互不同的三维形状数据重叠的情况下,地图生成部311利用最新的三维形状数据覆盖三维地图。在步骤S03中,候选数据生成部318确认是否从候选数据获取部222请求了候选数据的生成。在步骤S03中判定为没有请求生成候选数据的情况下,服务器300结束处理。

[0084] 在步骤S03中判定为请求生成候选数据的情况下,服务器300执行步骤S04。在步骤S04中,候选数据生成部318确认已构建的开始位置推荐模型是否存储在模型保持部315中。

[0085] 在步骤S04中判定为已构建的开始位置推荐模型存储在模型保持部315中的情况下,服务器300执行步骤S05、S06。在步骤S05中,候选数据生成部318将以下数据作为候选数据:向模型保持部315存储的开始位置推荐模型中输入成为取走作业对象的堆93的三维形状数据(例如地图生成部311获取的三维形状数据)、与此对应地开始位置推荐模型输出的数据。在步骤S06中,候选数据生成部318将在步骤S05中生成的候选数据发送给候选数据获取部222。

[0086] 在步骤S04中判定为已构建的开始位置推荐模型未存储于模型保持部315的情况下,服务器300执行步骤S07。在步骤S07中,候选数据生成部318将不表示开始位置的候选的空白数据发送到候选数据获取部222。空白数据例如是在堆93的三维形状的区域中将上述推荐度设为相同值(例如零)的数据。

[0087] 在步骤S06或步骤S07之后,服务器300执行步骤S08和S09。在步骤S08中,数据累积部313等待接收来自实绩数据获取部227的实绩数据。在步骤S09中,数据累积部313累积实绩数据。数据累积部313例如将数据组作为实绩数据进行累积,该数据组将作为取走作业对象的堆93的取走作业前后的三维形状数据、作为取走作业的起始位置的点的坐标数据、表示该取走作业的效率的效率数据对应起来。

[0088] 接着,服务器300执行步骤S11。在步骤S11中,模型构建部314确认累积在数据累积部313中的实绩数据的数量是否达到学习用的数据数量(例如,适合模型的构建的数据数量)。在已构建的起始位置推荐模型被存储在模型保持部315中的情况下,模型构建部314确认在该模型的构建后所累积的更新用实绩数据的数量是否达到学习用的数据数量(例如,适于模型的更新的数据数量)。预先设定学习用的数据数量。

[0089] 接着,服务器300执行步骤S12。在步骤S12中,模型构建部314通过基于累积在数据累积部313中的实绩数据的机器学习来构建上述起始位置推荐模型。模型构建部314也可以构建起始位置推荐模型,以根据堆93的三维形状数据的输入来输出候选数据,该候选数据表示在该三维形状数据中预测为取走作业的效率变高的起始位置的候选。在已构建的起始位置推荐模型被存储在模型保持部315中的情况下,模型构建部314通过基于累积在数据累积部313中的更新用实绩数据的机器学习来更新起始位置推荐模型。至此,完成了起始位置推荐模型的构建步骤。服务器300重复上述步骤。

[0090] (取料机的配置辅助步骤)

[0091] 如图7所示,服务器300首先执行步骤S21、S22。在步骤S21中,配置辅助部316等待从操作者或更上位的装置输入取走作业的指令。取走作业的指令例如包括成为取走作业对象的堆(以下称为“作业对象的堆”)和取走量(重量)。在步骤S22中,配置辅助部316基于地图数据保持部312的三维地图来决定取料机10相对于作业对象的堆93的配置位置。配置辅助部316例如决定取料机10的配置位置,以使距作业对象的堆93的距离成为规定的值。

[0092] 接下来,服务器300执行步骤S23、S24和S25。在步骤S23中,配置辅助部316参照工作状态数据保持部317来提取不是正在执行取走作业的多个取料机10,从其中选择能够最快到达上述配置位置的取料机10。在步骤S24中,配置辅助部316对控制在步骤S23中选择的取料机10的控制器200的移动辅助部231发送向配置位置的移动指令。在步骤S25中,配置辅助部316将在步骤S23中选择的取料机10的工作状态在工作状态数据保持部317的数据中变更为工作中。以上完成了取料机的配置辅助步骤。服务器300重复上述的步骤。

[0093] (取料机的运转辅助步骤)

[0094] 如图8所示,控制器200首先执行步骤S31、S32、S33、S34。在步骤S31中,移动辅助部231等待接收来自配置辅助部316的移动指令。在步骤S32中,移动辅助部231控制取料机10,使其开始向移动指令所指定的配置位置的移动。在步骤S33中,形状数据获取部211从三维测量装置66获取堆93的三维形状数据。另外,在步骤S33中,位置数据获取部212从GPS接收机65获取取料机10的当前位置的数据。在步骤S34中,形状数据获取部211通过基于取料机10的当前位置的数据和动臂22的当前姿势的数据的坐标变换,将上述三维形状数据变换为固定在堆料场90上的坐标系的三维形状数据。

[0095] 接着,控制器200执行步骤S35、S36、S37。在步骤S35中,形状数据获取部211将变换后的三维形状数据发送给地图生成部311。在步骤S36中,碰撞回避辅助部232从地图数据保

持部312接收三维地图。在步骤S37中,碰撞回避辅助部232基于接收到的三维地图,确认正在移动到配置位置的取料机10和堆93之间有无碰撞的可能性。

[0096] 在步骤S37中判定为存在碰撞的可能性的情况下,控制器200执行步骤S38。在步骤S38中,碰撞回避辅助部232基于服务器300生成的上述三维地图来辅助该取料机10的运转,以回避正在向配置位置移动的取料机10与堆93的碰撞。例如,碰撞回避辅助部232判定能否通过动臂22的姿势变更来回避碰撞,在判定为可回避的情况下,控制取料机10,以通过俯仰驱动部31和回转驱动部32变更动臂22的姿势,直到成为回避碰撞的姿势。在判定为不可回避的情况下,碰撞回避辅助部232控制取料机10,以使向配置位置的移动停止或减速。

[0097] 接着,控制器200执行步骤S39。在步骤S37中判定为没有碰撞的可能性的情况下,控制器200不执行步骤S38而执行步骤S39。在步骤S39中,移动辅助部231等待取料机10到达配置位置。

[0098] 接着,控制器200执行步骤S41、S42。在步骤S41中,移动辅助部231控制取料机10,使其停止向配置位置的移动。在步骤S42中,控制器200执行取走作业中的取料机10的运转辅助。以下对取料机10的运转辅助的具体内容进行详细说明。以上,完成了取料机10的运转辅助步骤。控制器200重复上述的步骤。

[0099] 接着,对步骤S42的运转辅助的具体内容进行说明。如图9所示,控制器200首先执行步骤S51、S52、S53。在步骤S51中,形状数据获取部211从三维测量装置66获取堆93的三维形状数据。另外,在步骤S51中,位置数据获取部212从GPS接收机65获取取料机10的当前位置的数据。在步骤S52中,形状数据获取部211通过基于取料机10的当前位置的数据和动臂22的当前姿势的数据的坐标变换,将上述三维形状数据变换为固定在堆料场90上的坐标系的三维形状数据。在步骤S53中,形状数据获取部211将变换后的三维形状数据发送给地图生成部311。

[0100] 接着,控制器200执行步骤S54、S55。在步骤S54中,上次数据获取部221从数据累积部313获取成为取走作业对象的堆93的上次的取走作业完成时的该堆93的三维形状数据(上述上次的三维形状数据)。在步骤S55中,决定辅助部223确认成为取走作业对象的堆93的三维形状数据(上述本次的三维形状数据)与在步骤S53中获取的上次的三维形状数据的一致度是否达到预先设定的水平。

[0101] 在步骤S55中本次的三维形状数据与上次的三维形状数据的一致度达到预先设定的水平的情况下,控制器200执行步骤S56。在步骤S56中,决定辅助部223基于上次的取走作业的完成位置来决定开始位置。决定辅助部223可以将上次的取走作业的完成位置作为开始位置,也可以将从上次的取走作业的完成位置起规定范围内的位置作为开始位置。

[0102] 在步骤S55中,在本次的三维形状数据与上次的三维形状数据的一致度未达到预先设定的水平的情况下,控制器200执行步骤S57、S58、S59、S61。在步骤S57中,候选数据获取部222向候选数据生成部318请求上述候选数据的生成。在步骤S58中,候选数据获取部222获取由候选数据生成部318生成的候选数据。在步骤S59中,容易性评价部224对于在步骤S58中获取的候选数据,评价决定开始位置的容易性。在步骤S61中,决定辅助部223确认在步骤S59中评价的开始位置的设定的容易性是否为预先设定的水平以上。

[0103] 在步骤S61中开始位置的设定的容易性为预先设定的水平以上的情况下,控制器200执行步骤S62。在步骤S62中,决定辅助部223基于候选数据获取部222获取的候选数据,



来辅助决定开始位置。例如,决定辅助部223也可以将由候选数据表示的点中的推荐度最高的点决定为开始位置。在多个点的推荐度为最高值的情况下,决定辅助部223选择该多个点中的任意一个作为开始位置。例如,决定辅助部223选择距动臂22的前端部的当前位置最近的点作为开始位置。

[0104] 在步骤S61中开始位置的设定的容易性小于预先设定的水平的情况下,控制器200执行步骤S63、S64、S65。在步骤S63中,开始位置指令获取部225禁止基于候选数据决定开始位置,而进行操作者对开始位置的指定输入的准备。例如,开始位置指令获取部225从形状数据获取部211获取三维形状数据,并基于此将堆93的三维形状的图像显示在操作输入部41上。在步骤S64中,开始位置指令获取部225等待开始位置的指定输入。例如,开始位置指令获取部225等待在操作输入部41所显示的上述图像内指定任意的点或区域。在步骤S65中,决定辅助部223按照在操作输入部41中获取的开始位置的指定输入来决定开始位置。在操作输入部41中获取了区域的指定输入的情况下,决定辅助部223将该区域内的任意点决定为开始位置。

[0105] 如图10所示,在步骤S56、步骤S62或步骤S65之后,控制器200执行步骤S71。在步骤S71中,取走辅助部226控制取料机10,以使铲斗轮23落座在上述开始位置。例如,取走辅助部226算出用于使铲斗轮23落座于上述开始位置的动臂22的回转角度及俯仰角度,由此,控制取料机10,以使动臂22回转及俯仰。

[0106] 接着,控制器200执行步骤S72。在步骤S72中,取走辅助部226控制取料机10,以通过铲斗驱动部33使铲斗轮23开始旋转,开始取走堆积物。之后,取走辅助部226控制取料机10,以自动执行堆积物的取走作业。例如,取走辅助部226基于折返用传感器61、换段用传感器62及行驶用传感器63的检测结果来决定动臂22的回转方向、台车21的微动方向及微动量、由动臂(22)的俯仰引起的铲斗轮(23)的换段方向及换段时刻等,基于此控制取料机(10)以执行取走作业。

[0107] 接着,控制器200执行步骤S73、S74、S75、S76。在步骤S73中,取走辅助部226控制取料机10,以继续进行取走作业,直至堆积物的取走量(例如计量传感器64的检测值的累计值)达到目标量。在步骤S74中,取走辅助部226控制取料机10,以使铲斗驱动部33对铲斗轮23的旋转、回转驱动部32对动臂22的回转、俯仰驱动部31对动臂22的俯仰以及台车21的微动停止,停止堆积物的取走。在步骤S75中,实绩数据获取部227获取表示取走作业的完成位置的信息。例如,实绩数据获取部227获取取走作业完成时的动臂22的回转角度、动臂22的俯仰角度及台车21的位置,根据这些信息,导出铲斗轮23落座的位置的坐标数据。在步骤S76中,取走辅助部226控制取料机10,以使台车21后退来使铲斗轮23离开堆93。

[0108] 接着,控制器200执行步骤S77、S78。在步骤S77中,形状数据获取部211从三维测量装置66获取堆93的三维形状数据。另外,位置数据获取部212从GPS接收机65获取取料机10的当前位置的数据。在步骤S78中,形状数据获取部211通过基于取料机10的当前位置的数据和动臂22的当前姿势的数据的坐标变换,将上述三维形状数据变换为固定在堆料场90上的坐标系的三维形状数据。

[0109] 接着,控制器200执行步骤S79。在步骤S79中,形状数据获取部211将变换后的三维形状数据发送给地图生成部311。另外,实绩数据获取部227获取作为取走作业的开始位置的点的坐标数据和表示该取走作业的效率的效率数据,将它们发送到服务器300。例如,实



绩数据获取部227从取走辅助部226获取取走量(计量传感器64的检测值的累计值)的信息和作业时间(从取走作业的开始到停止的时间)的信息,并将取走量除以作业时间后的值作为效率数据发送给数据累积部313。以上完成了步骤S42的运转辅助步骤。

[0110] (本实施方式的作用效果)

[0111] 如以上说明的那样,用于控制从堆积物的山中取走堆积物的取料机的系统100包括:三维测量装置66,获取堆93的三维形状数据;决定辅助部223,基于成为取走作业对象的堆93的三维形状数据来辅助决定取走作业的开始位置;以及取走辅助部226,辅助取料机的运转,以从所决定的开始位置开始取走作业。

[0112] 在利用取料机10进行堆积物的取走中,将堆93的哪个位置作为取走作业的开始位置会影响取走作业的效率。例如,当从不合适的开始位置开始取走作业时,存在换段作业(改变取走位置的高度的作业)的频度增加、取走作业的效率降低的情况。也存在换段作业中的取走位置的移动量变大而取走作业的效率降低的情况。还存在在取走作业的中途堆积物崩落、由此取走作业的效率降低的情况。与此相对,根据本控制系统100,通过利用成为取走作业对象的堆93的三维形状数据,能够辅助决定合适的开始位置。因此,对于提高从堆93中取走堆积物的作业的效率是有效的。

[0113] 决定辅助部223也可以基于成为取走作业对象的堆93的三维形状数据和过去的取走作业中的堆93的三维形状数据及作业位置的数据来辅助决定取走作业的开始位置。在这种情况下,能够有效地利用过去的实绩来辅助决定合适的开始位置。因此,对于提高从堆93中取走堆积物的作业的效率是有效的。

[0114] 控制系统100还包括:数据累积部313,累积将堆93的三维形状数据与该堆93中的开始位置的坐标数据对应起来的实绩数据;模型构建部314,通过基于累积的实绩数据的机器学习来构建开始位置推荐模型,该开始位置推荐模型根据堆93的三维形状数据的输入而输出该三维形状数据中的开始位置的候选数据;以及候选数据获取部222,获取开始位置推荐模型根据成为取走作业对象的堆93的三维形状数据的输入而输出的候选数据,决定辅助部223也可以基于候选数据获取部获取的候选数据来辅助决定开始位置。

[0115] 为了辨别合适的开始位置,除了堆93的形状之外,还需要考虑各种因素,难以将开始位置的辨别过程公式化。因此,在使用取料机10的作业现场,开始位置的辨别依赖于基于操作者的经验的判断。与此相对,根据本控制系统100,累积将堆93的三维形状数据与在该堆93中被选择为取走作业的开始位置的点的坐标数据对应起来的数据组,通过基于所累积的数据组的机械学习,构建开始位置推荐模型。即,通过机器学习对开始位置的辨别过程进行模型化。由此,能够广泛地利用基于操作者的经验的判断过程。例如,即使具有足够经验的操作者不在,也可以通过利用开始位置推荐模型来辅助决定合适的开始位置。因此,对于提高从堆93取走堆积物的作业的效率是有效的。

[0116] 数据累积部313也可以累积还将表示从开始位置开始的取走作业的效率的效率数据与堆93的三维形状数据及该堆93的该开始位置的坐标数据对应起来的实绩数据,模型构建部314构建开始位置推荐模型,以根据堆的三维形状数据的输入而输出候选数据,该候选数据表示在该三维形状数据中预测为取走作业的效率变高的开始位置的候选。在该情况下,按照如下方式构建开始位置推荐模型:通过也考虑了取走作业的效率的实绩的机械学习来输出预测为取走作业的效率变高的开始位置的候选数据。因此,能够更有效地提高从

堆93取走堆积物的作业的效率。

[0117] 数据累积部313也可以进一步累积将成为取走作业对象的堆93的三维形状数据、该堆93的开始位置的坐标数据、以及从该开始位置开始的取走作业的效率数据对应起来的更新用实绩数据,模型构建部314通过基于所累积的更新用实绩数据的机器学习来更新开始位置推荐模型。在该情况下,由于使用更新用数据组来刷新开始位置推荐模型,所以能够获取可靠性更高的候选数据。因此,更有效地提高从堆取走堆积物的作业的效率。

[0118] 控制系统100还包括:容易性评价部224,针对候选数据评价开始位置决定的容易性;以及开始位置指令获取部225,在开始位置的决定的容易性比预先设定的水平低的情况下,禁止基于候选数据决定开始位置,获取由操作者进行的开始位置的指定输入,数据累积部313可以也将成为取走作业对象的堆93的三维形状数据、通过开始位置指令获取部225获取的指定输入指定的该堆93的开始位置的坐标数据、以及从该开始位置开始的取走作业的效率数据对应起来的数据作为更新用实绩数据进一步累积。在该情况下,在基于候选数据的开始位置的决策困难的情况下,开始位置的指定依赖于操作者的判断。由此,能够抑制因决策不合适的开始位置而引起的效率降低。由于操作者的判断结果被用于开始位置推荐模型的刷新,所以能够获取可靠性更高的候选数据。因此,能够更有效地提高从堆93取走堆积物的作业的效率。

[0119] 决定辅助部223也可以在成为取走作业对象的堆93的三维形状数据与上次取走作业完成时的该堆93的三维形状数据的一致度达到预先设定的水平的情况下,基于上次的取走作业的完成位置来辅助决定开始位置。取走对象的堆93的形状与该堆93的上次取走作业后的形状实质上一致的情况不少。在这样的情况下,通过基于上次的取走作业的完成位置,能够容易设定合适的开始位置。因此,在成为取走作业对象的堆93的三维形状数据与上次取走作业完成时的该堆93的三维形状数据的一致度达到预先设定的水平的情况下,通过基于上次的取走作业的完成位置来决定开始位置,能够容易地提高开始位置的决策的可靠性。

[0120] 控制系统100是用于控制多个取料机10的控制系统100,包括分别设置在多个取料机10上的多个三维测量装置66,可以进一步包括地图生成部311,该地图生成部311合成由多个三维测量装置66分别获取的多个三维形状数据,生成包含多个堆93的堆料场90的三维地图。在该情况下,通过将为了决定开始位置而随时获取的三维形状数据有效用于堆料场90的三维地图的生成,能够生成及时更新的三维地图。及时更新的三维地图可有效用于多个取料机10的有效运用。因此,能够更有效地提高从堆93取走堆积物的作业的效率。

[0121] 控制系统100可以进一步包括配置辅助部316,该配置辅助部316基于取料机10的配置位置和三维地图来再次决定用于进行取走作业的取料机10的配置位置。在该情况下,通过将三维地图有效用于取料机10的配置位置的决策中,能够进一步提高从堆93取走堆积物的作业的效率。

[0122] 控制系统100可以进一步包括碰撞回避辅助部232,该碰撞回避辅助部232基于三维地图来辅助该取料机10的运转,以回避移动中的取料机10与堆93的碰撞。在这种情况下,通过将三维地图有效利用于回避移动中的取料机10与堆料机93的碰撞,能够进一步提高从堆93取走堆积物的作业的效率。

[0123] 地图生成部311可以基于在取料机10位于配置位置的状态下由该取料机10的三维

测量装置66获取的堆93的三维形状数据和当取料机10正在向配置位置移动时由该取料机10的三维测量装置66获取的堆93的三维形状数据的这两者来生成三维地图。在这种情况下,能够更及时地更新三维地图。

[0124] 以上,对实施方式进行了说明,但本发明不一定限定于上述方式,在不脱离其主旨的范围内能够进行各种变形。

[0125] 符号说明

[0126] 1……取料机系统、10……取料机、66……三维测量装置、90……堆料场、93……堆、222……候选数据获取部、223……决定辅助部、225……开始位置指令获取部、226……取走辅助部、232……碰撞回避辅助部、311……地图生成部、314……模型构建部、316……配置辅助部。

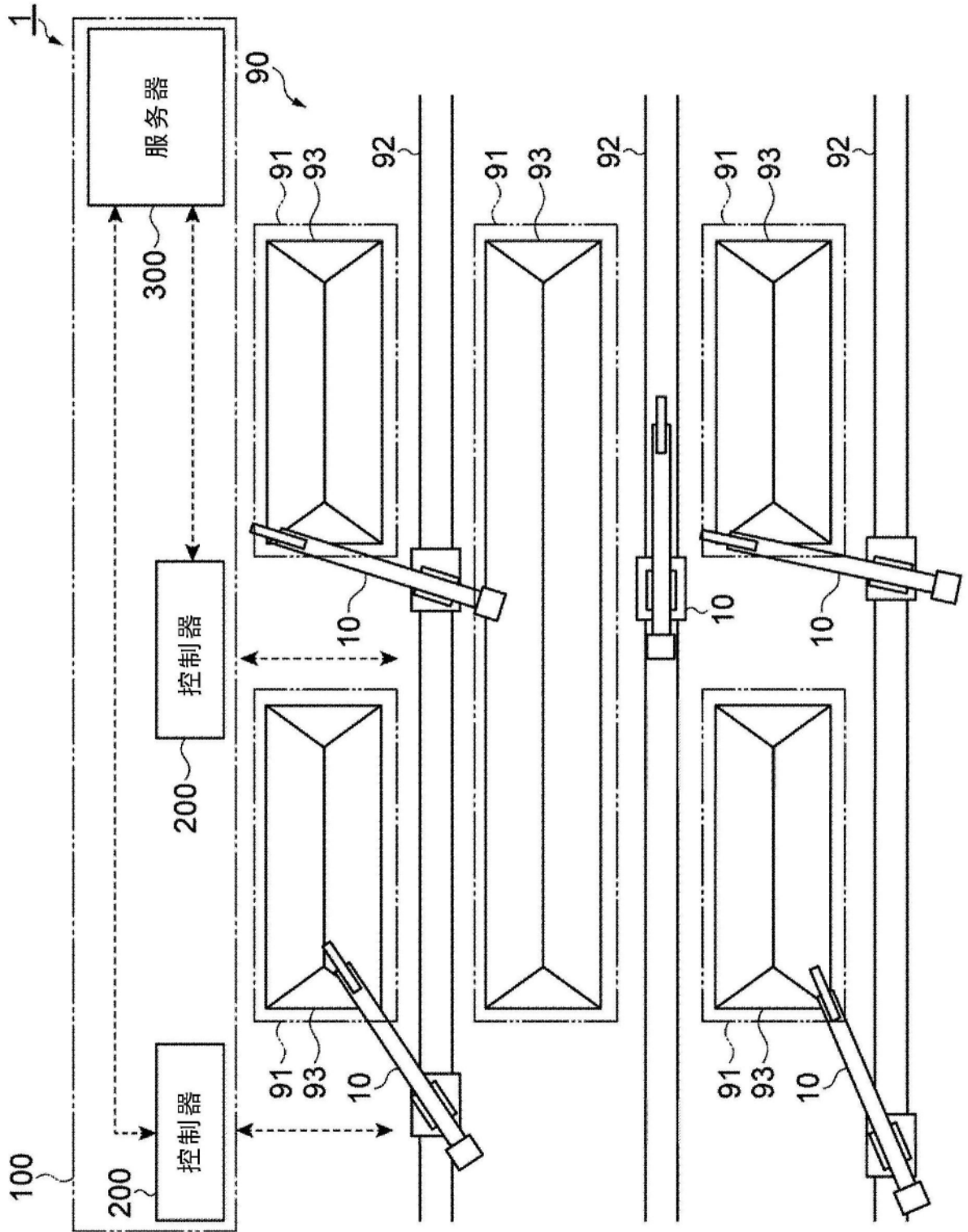


图1

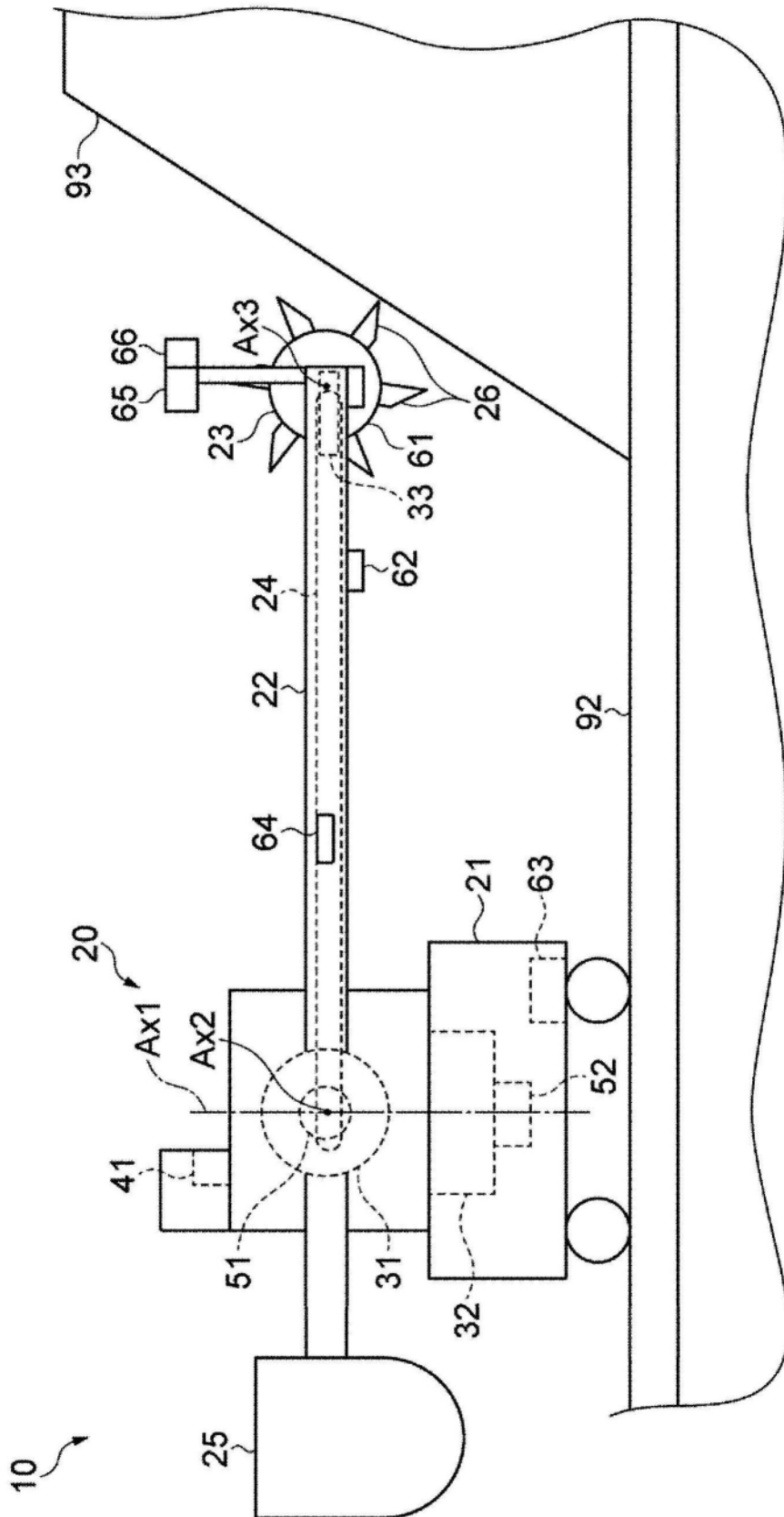


图2

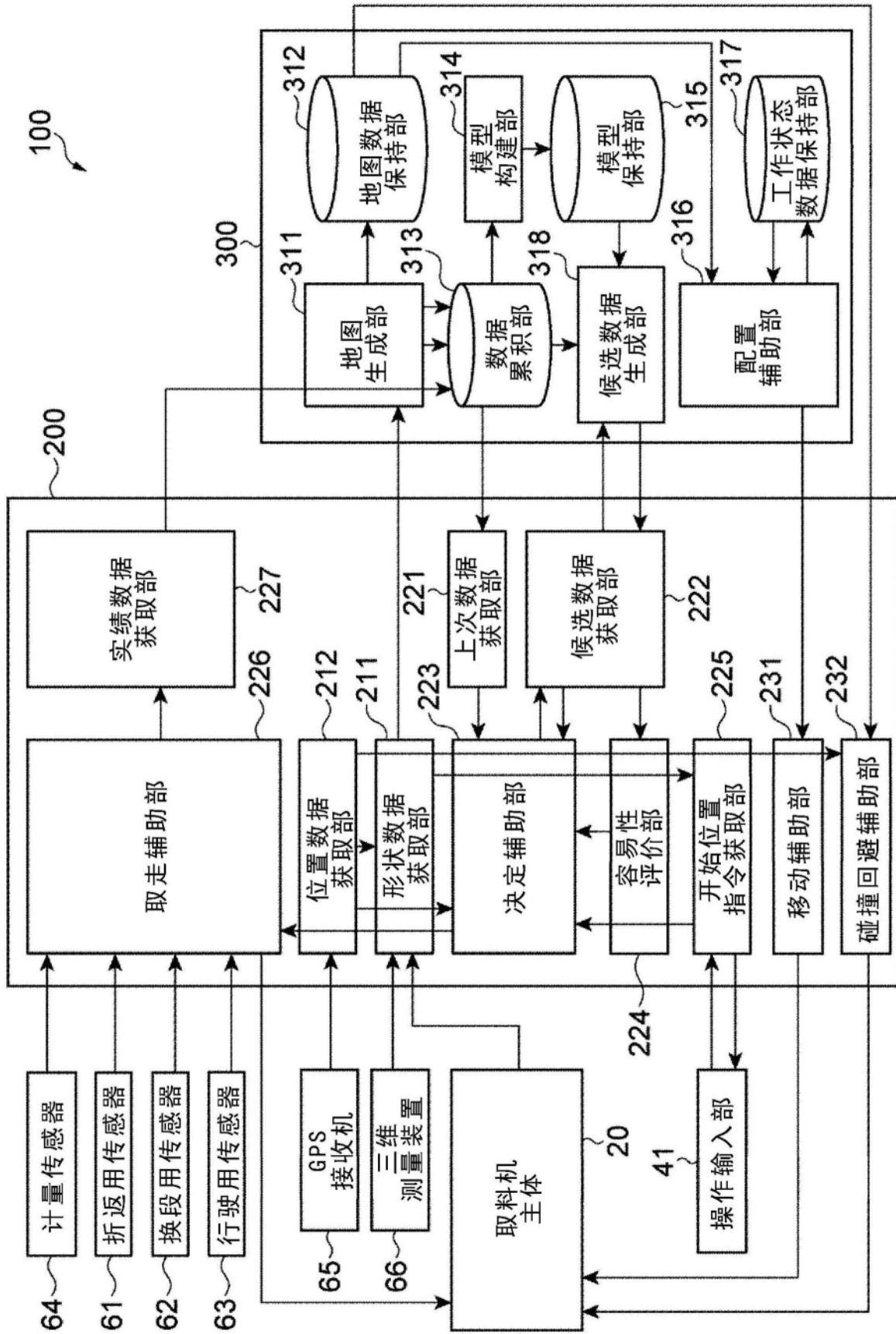


图3

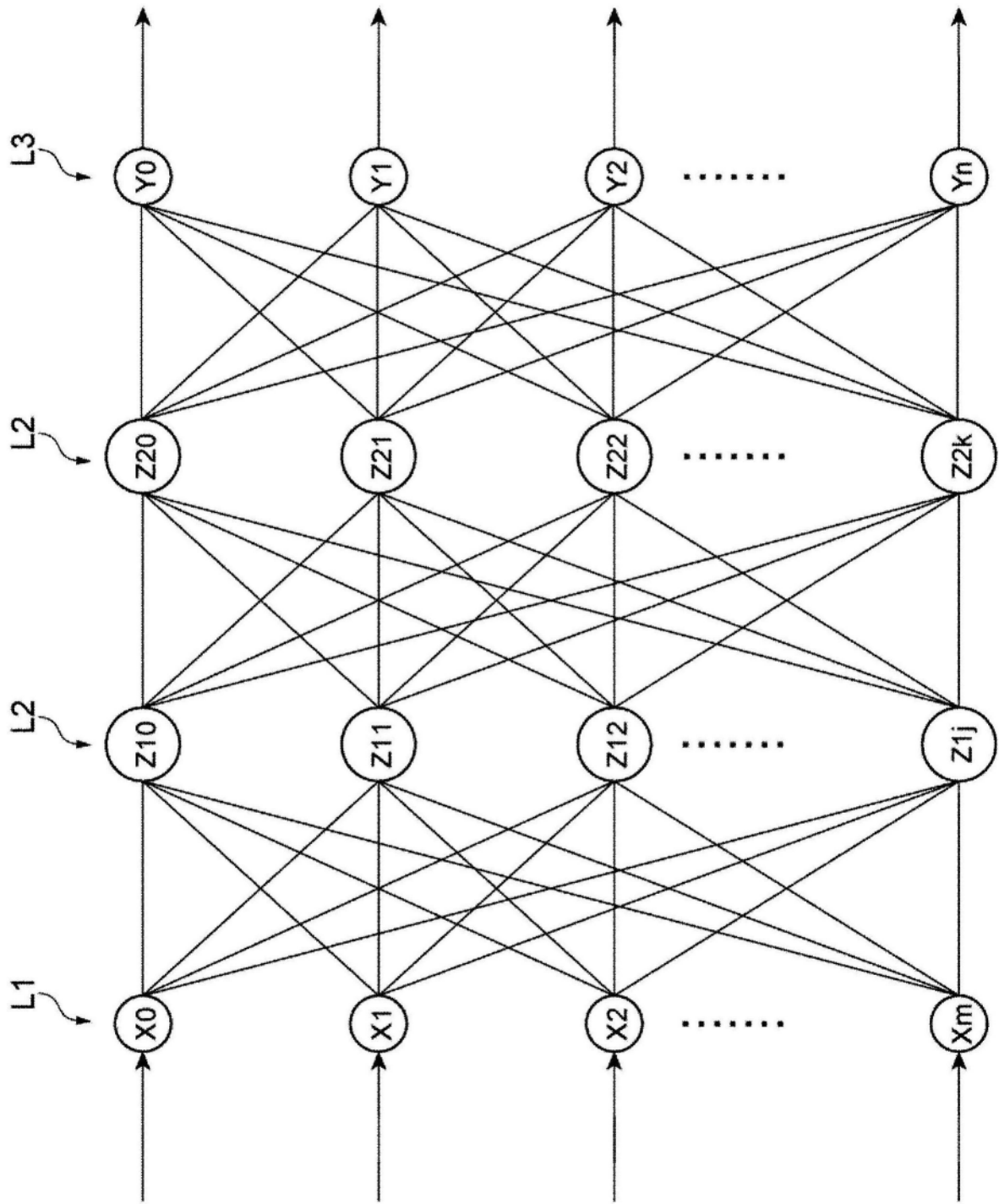


图4

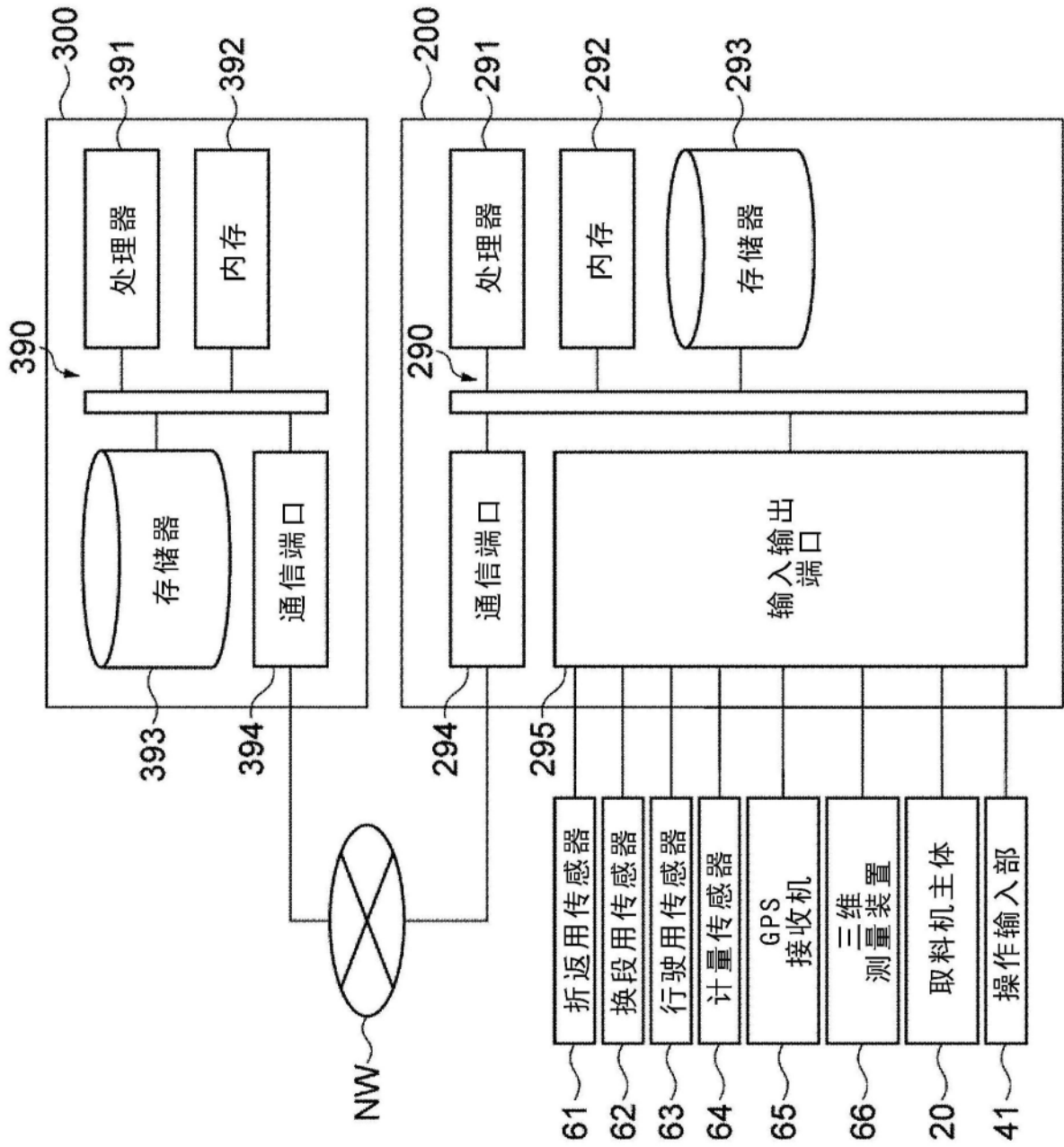


图5



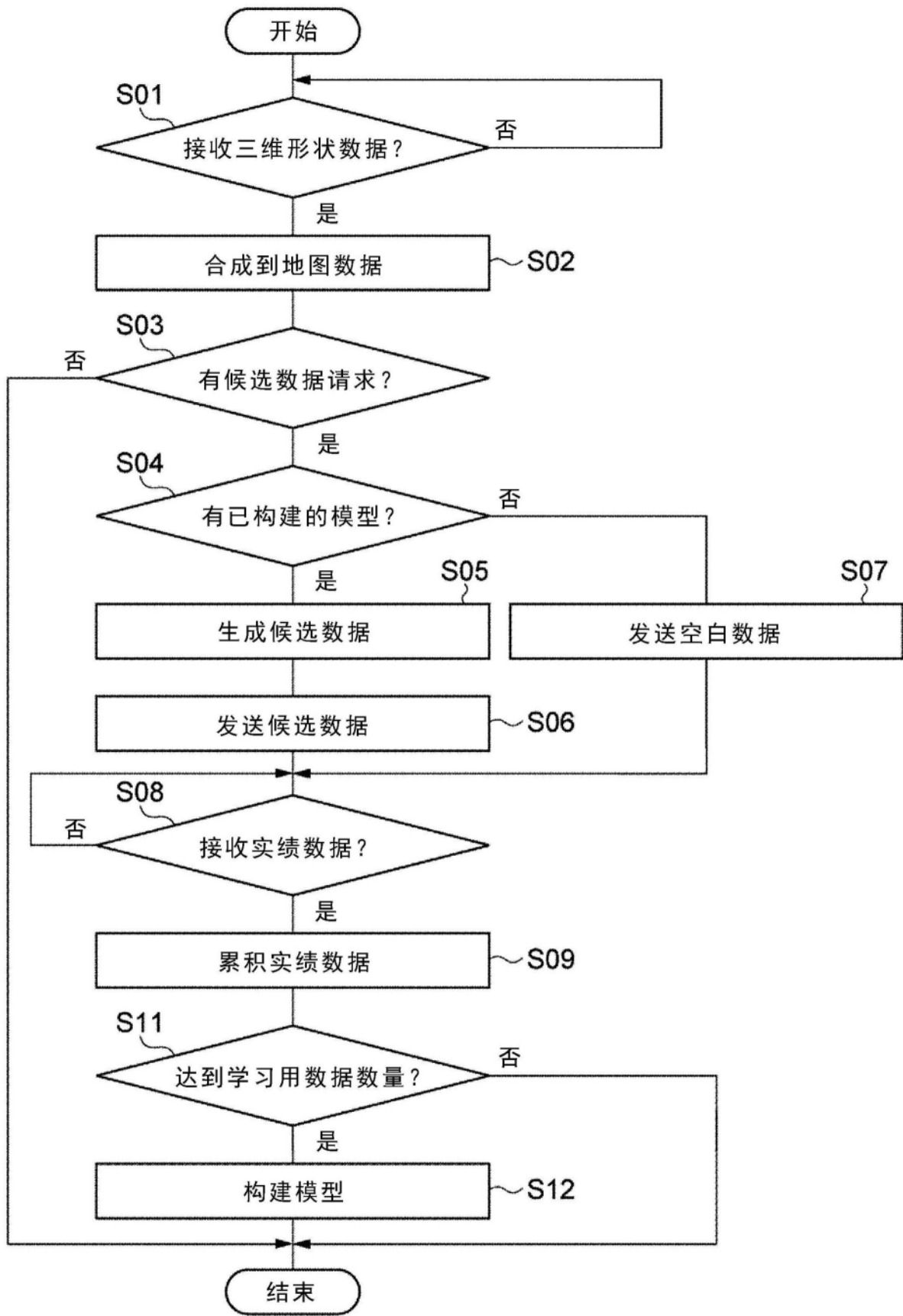


图6

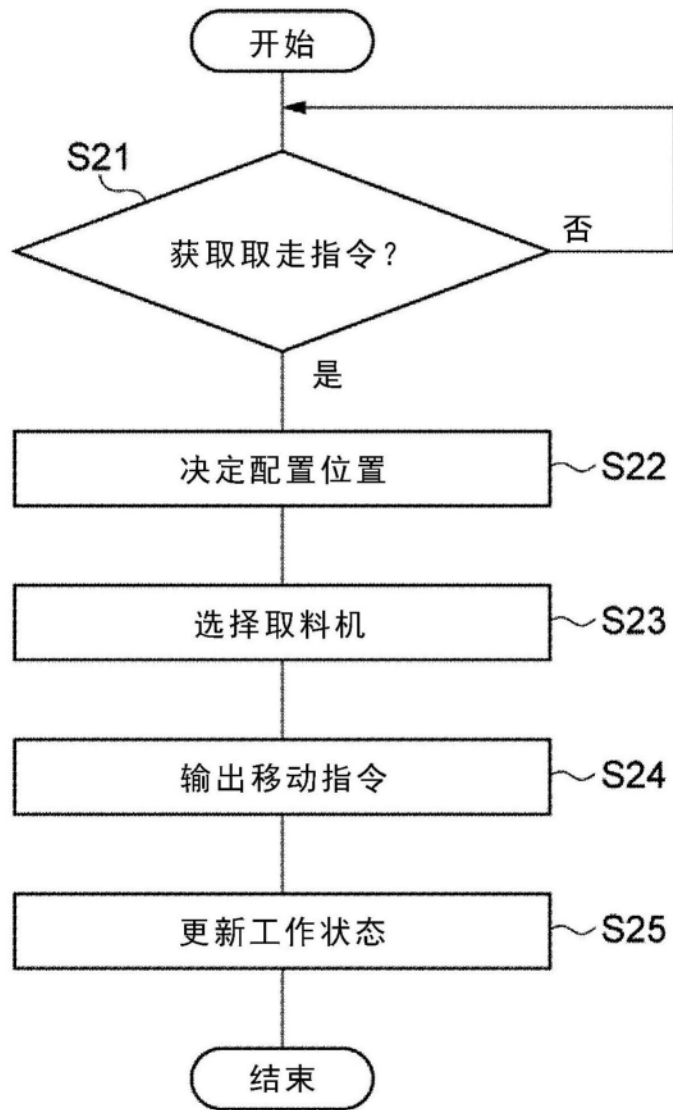


图7

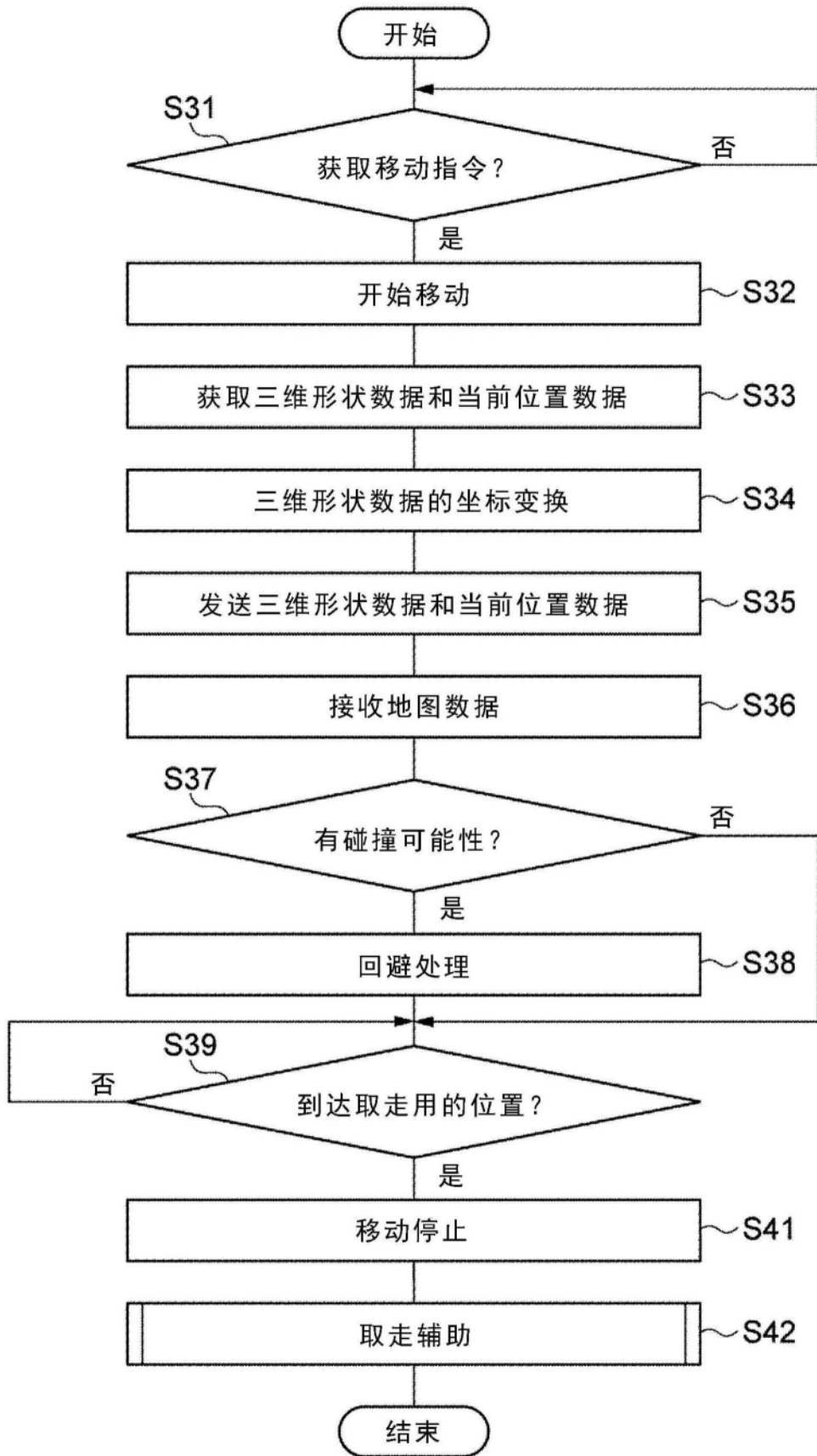


图8

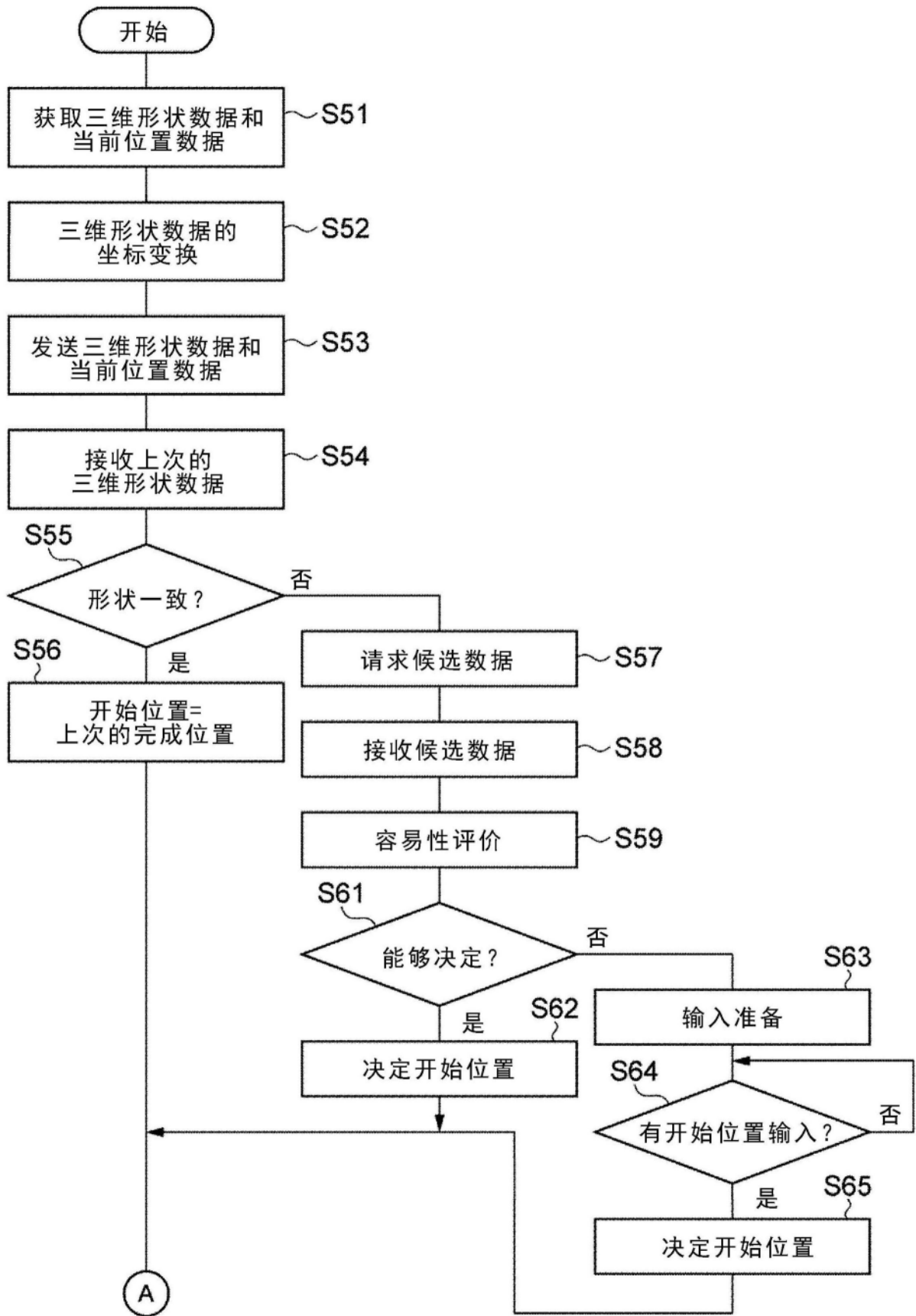


图9

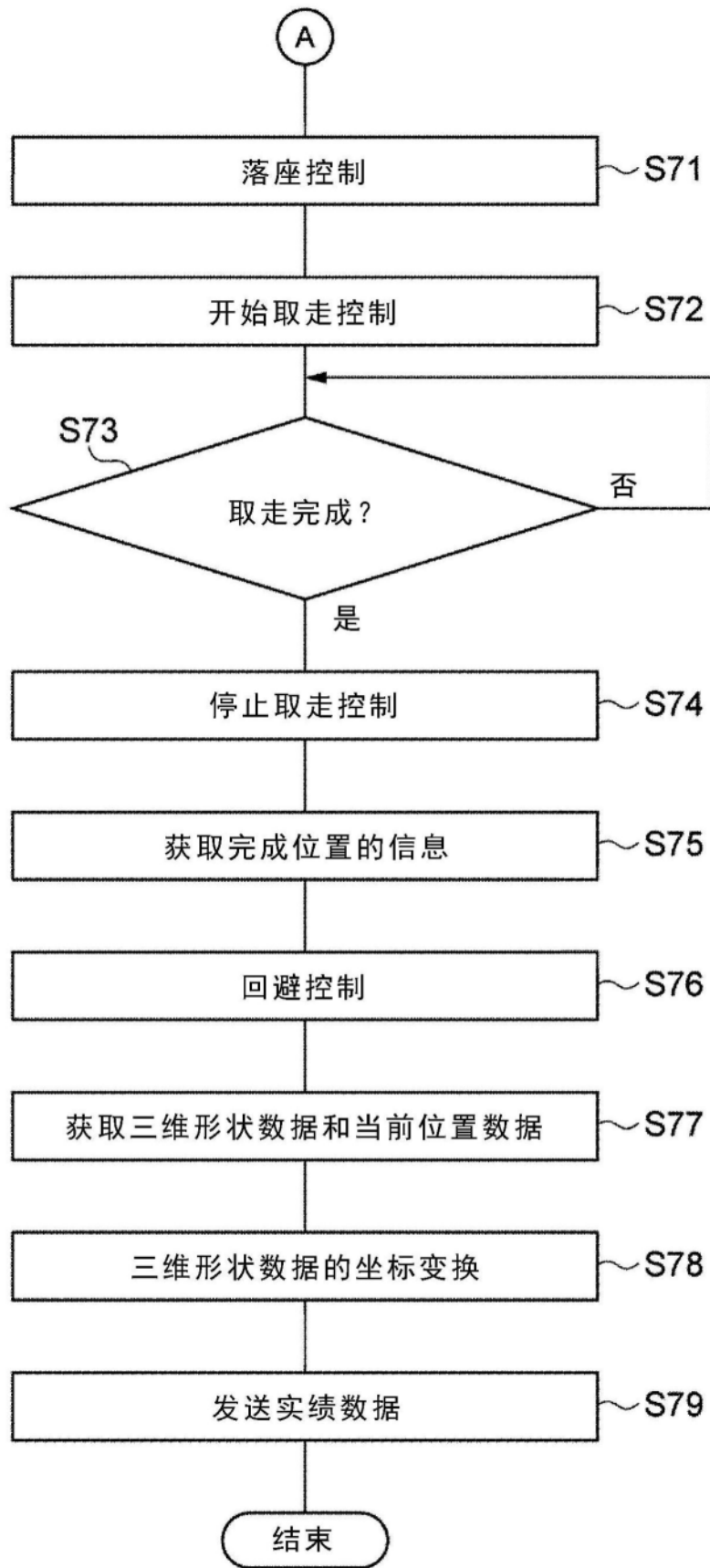


图10