



(10) 授权公告号 CN 114503140 B

(45) 授权公告日 2025. 07. 11

(21) 申请号 202080070316.1

(22) 申请日 2020.09.01

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 114503140 A

(43) 申请公布日 2022.05.13

(30) 优先权数据  
2019-209009 2019.11.19 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2022.04.07

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2020/033155 2020.09.01

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02021/100284 JA 2021.05.27

(73) 专利权人 株式会社日立制作所  
地址 日本东京都

(72) 发明人 永原聪士

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司 11322  
专利代理师 龙淳

(51) Int.Cl.  
G06Q 10/0637 (2023.01)  
G05B 19/418 (2006.01)

(56) 对比文件  
JP 2009294952 A, 2009.12.17  
JP 2013120397 A, 2013.06.17  
JP 2018005715 A, 2018.01.11  
WO 2019017061 A1, 2019.01.24  
US 2020050533 A1, 2020.02.13  
CN 110832415 A, 2020.02.21

审查员 张颖帝

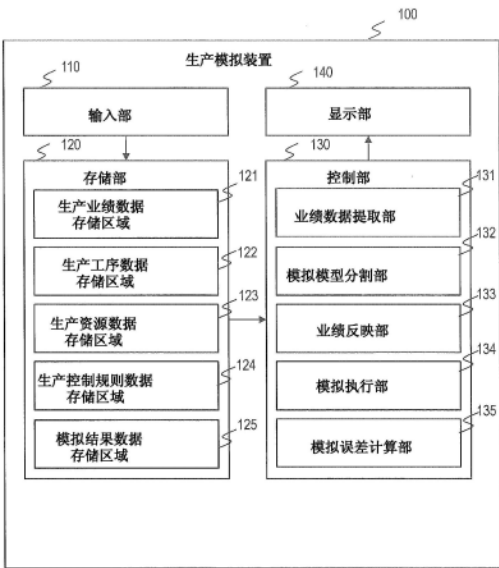
权利要求书2页 说明书9页 附图11页

(54) 发明名称

生产模拟装置

(57) 摘要

本发明的生产模拟装置包括1个以上的处理器和1个以上的存储装置。1个以上的存储装置保存：生产业绩信息，其包括生产作业的工序各自的业绩开始时刻和业绩完成时刻的信息；和模拟模型，其包括工序各自的工序时间、能够对各工序分配的生产资源组、生产资源组各自的各生产资源的运行时间、所述生产线的生产控制规则的信息，1个以上的处理器使用生产业绩信息和模拟模型执行模拟，并对生产业绩信息与模拟的结果进行比较来计算模拟误差。



1. 一种推算生产线中的工序的进度的生产模拟装置,其特征在于:  
包括1个以上的处理器和1个以上的存储装置,  
所述1个以上的存储装置保存:  
生产业绩信息,其包括生产作业的工序各自的业绩开始时刻和业绩完成时刻的信息;  
和

模拟模型,其包括工序各自的工序时间、能够对各所述工序分配的生产资源组、所述生产资源组各自的各生产资源的运行时间、所述生产线的生产控制规则的信息,

所述1个以上的处理器将所述模拟模型分割为能够彼此独立地执行的多个子模型,使用所述生产业绩信息和所述多个子模型的每一个来执行模拟,并对所述生产业绩信息与所述多个子模型各自的结果进行比较来计算模拟误差,

所述生产作业的工序构成任务,

所述多个子模型将多个子任务组分别作为对象,

所述多个子任务组中的任意任务的所述生产业绩信息中的生产资源,与不同于所述任意任务的子任务组的任意任务的所述生产业绩信息中的生产资源不同。

2. 如权利要求1所述的生产模拟装置,其特征在于:

所述1个以上的处理器使用从所述生产业绩信息中提取出的信息来代替所述模拟中能够推算的信息的一部分。

3. 如权利要求1所述的生产模拟装置,其特征在于:

所述1个以上的处理器,

对所述模拟模型中的工序时间、能够分配的生产资源组、所述能够分配的生产资源的运行时间、生产控制规则的至少一部分反映从所述生产业绩信息中提取出的信息来生成新的多个模拟模型,

对所述生产业绩信息与所述新的多个模拟模型各自的模拟结果进行比较来计算所述模拟误差。

4. 如权利要求1所述的生产模拟装置,其特征在于:

所述1个以上的处理器显示所述模拟误差。

5. 一种推算生产线中的工序的进度的生产模拟装置,其特征在于:

包括1个以上的处理器和1个以上的存储装置,

所述1个以上的存储装置保存:

生产业绩信息,其包括生产作业的工序各自的业绩开始时刻和业绩完成时刻的信息;  
和

模拟模型,其包括工序各自的工序时间、能够对各所述工序分配的生产资源组、所述生产资源组各自的各生产资源的运行时间、所述生产线的生产控制规则的信息,

所述1个以上的处理器将所述模拟模型分割为能够彼此独立地执行的多个子模型,使用所述生产业绩信息和所述多个子模型的每一个来执行模拟,并对所述生产业绩信息与所述多个子模型各自的结果进行比较来计算模拟误差,

所述多个子模型将多个子工序组分别作为对象,

所述多个子工序组中的任意工序的所述模拟模型中的能够分配的生产资源,与不同于所述任意工序的子工序组的任意工序的所述模拟模型中的能够分配生产资源不同。

6. 如权利要求5所述的生产模拟装置,其特征在于:

所述1个以上的处理器使用从所述生产业绩信息中提取出的信息来代替所述模拟中能够推算的信息的一部分。

7. 如权利要求5所述的生产模拟装置,其特征在于:

所述1个以上的处理器,

对所述模拟模型中的工序时间、能够分配的生产资源组、所述能够分配的生产资源的运行时间、生产控制规则的至少一部分反映从所述生产业绩信息中提取出的信息来生成新的多个模拟模型,

对所述生产业绩信息与所述新的多个模拟模型各自的模拟结果进行比较来计算所述模拟误差。

8. 如权利要求5所述的生产模拟装置,其特征在于:

所述1个以上的处理器显示所述模拟误差。

9. 一种推算生产线中的工序的进度的装置所执行的生产模拟方法,其特征在于:

所述装置保存:

生产业绩信息,其包括生产作业的工序各自的业绩开始时刻和业绩完成时刻的信息;  
和

模拟模型,其包括工序各自的工序时间、能够对各所述工序分配的生产资源组、所述生产资源组各自的各生产资源的运行时间、所述生产线的生产控制规则的信息,

在所述方法中,所述装置将所述模拟模型分割为能够彼此独立地执行的多个子模型,使用所述生产业绩信息和所述多个子模型的每一个来执行模拟,所述装置对所述生产业绩信息与所述多个子模型各自的结果进行比较来计算模拟误差,

所述生产作业的工序构成任务,

所述多个子模型将多个子任务组分别作为对象,

所述多个子任务组中的任意任务的所述生产业绩信息中的生产资源,与不同于所述任意任务的子任务组的任意任务的所述生产业绩信息中的生产资源不同。

10. 一种推算生产线中的工序的进度的装置所执行的生产模拟方法,其特征在于:

所述装置保存:

生产业绩信息,其包括生产作业的工序各自的业绩开始时刻和业绩完成时刻的信息;  
和

模拟模型,其包括工序各自的工序时间、能够对各所述工序分配的生产资源组、所述生产资源组各自的各生产资源的运行时间、所述生产线的生产控制规则的信息,

在所述方法中,所述装置将所述模拟模型分割为能够彼此独立地执行的多个子模型,使用所述生产业绩信息和所述多个子模型的每一个来执行模拟,所述装置对所述生产业绩信息与所述多个子模型各自的结果进行比较来计算模拟误差,

所述多个子模型将多个子工序组分别作为对象,

所述多个子工序组中的任意工序的所述模拟模型中的能够分配的生产资源,与不同于所述任意工序的子工序组的任意工序的所述模拟模型中的能够分配生产资源不同。

## 生产模拟装置

[0001] 本申请要求2019年11月19日提交的日本申请特愿2019-209009的优先权,通过引用其内容而并入本申请。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及生产模拟。

### 背景技术

[0003] 生产模拟是推算工厂等中的将来的生产进度的方法,对于制定生产计划和发生生产问题时制定对策是有用的。生产模拟需要定义各品目的各工序中的处理时间和必要的生产资源(设备、作业者等)的工序信息、定义生产资源的数量和将来的运行时间等的生产资源信息、决定各工序中的物品的动工顺序和使用生产资源等的生产控制规则信息。

[0004] 此处,为了有效应用生产模拟,生产模拟的高精度化是重要的,为了使生产模拟高精度化,上述各信息的高精度化是重要的。例如,模拟中使用的工序时间与实际的工序时间存在偏差的情况下,模拟相对于生产业绩的误差增大。

[0005] 但是,特别是在多品种生产等中,难以手动地正确定义全部信息。针对这一点,存在根据过去的生产业绩数据定义各种信息的方法。例如,如文献1所示,存在根据生产业绩数据生成设备台数和工序时间的基准数据的方法。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开2008-234526号公报

### 发明内容

[0009] 发明要解决的技术问题

[0010] 文献1是根据生产业绩数据生成设备台数和工序时间等的信息、并使用它执行生产模拟的方法,但设想将生产模拟用于制定生产计划等时,仅生成各信息是不充分的,需要评价使用这些信息的模拟自身的误差。然后,在误差较大的情况下,需要确定误差原因,采取用于解决该原因的对策。

[0011] 此处,生产模拟具有上述工序时间信息、生产资源信息、生产控制规则信息等复杂地相互关联的特征。例如,某一工序组中的工序时间偏离业绩时,物品对该工序组的后期工序的到达时刻也偏离业绩。然后,假设后期工序中的动工顺序由物品的到达顺序决定的情况下,物品的到达时刻的偏差导致动工顺序的偏差。

[0012] 这样,生产模拟中,具备某一工序中的误差传播至其他工序的性质,该性质使生产模拟的误差原因确定变得困难。根据以上所述,为了提高生产模拟的精度,确定模拟误差的主要原因是重要的。

[0013] 用于解决技术问题的技术方案

[0014] 为了解决上述技术问题,本公开的一个方式是一种推算生产线中的工序的进度的

生产模拟装置,其包括1个以上的处理器和1个以上的存储装置,所述1个以上的存储装置保存:生产业绩信息,其包括生产作业的工序各自的业绩开始时刻和业绩完成时刻的信息;和模拟模型,其包括工序各自的工序时间、能够对各所述工序分配的生产资源组、所述生产资源组各自的各生产资源的运行时间、所述生产线的生产控制规则的信息,所述1个以上的处理器使用所述生产业绩信息和所述模拟模型来执行模拟,并对所述生产业绩信息与所述模拟的结果进行比较来计算模拟误差。

[0015] 发明效果

[0016] 根据本公开的一个方式,能够实现精度高的生产模拟。

## 附图说明

[0017] 图1A是生产模拟装置的功能框图。

[0018] 图1B是生产模拟装置的硬件和软件结构图。

[0019] 图2是生产业绩数据表的概略图。

[0020] 图3是生产工序数据表的概略图。

[0021] 图4是设备数据表的概略图。

[0022] 图5是作业者数据表的概略图。

[0023] 图6是动工顺序规则数据表的概略图。

[0024] 图7是设备分配规则数据表的概略图。

[0025] 图8是作业者分配规则数据表的概略图。

[0026] 图9是模拟结果数据表的概略图。

[0027] 图10是生产模拟装置的控制部的处理流程图。

[0028] 图11A是表示显示画面的一例的概略图。

[0029] 图11B是表示显示画面的一例的概略图。

[0030] 图12是表示生产模拟系统的实施方式的一例的概略图。

## 具体实施方式

[0031] 以下参考附图说明实施方式。应当注意本实施方式只是用于实现本发明的一例,并不限定本发明的技术范围。

[0032] 将生产模拟用于制定生产计划等时,生产模拟的精度提高是重要的。针对这一点,存在根据生产业绩数据导出各工序的处理时间等模拟所需的信息的方法,在使用导出的信息进行的模拟中误差较大的情况下,需要确定误差原因,采取用于解决该原因的对策。

[0033] 生产模拟中,工序信息、生产资源信息、生产控制规则信息等复杂地相互关联,具有某一工序中的误差传播至其他工序的性质。在具有这样的性质的生产模拟中,要求确定误差的主要原因。以下说明的系统通过对生产业绩与模拟结果进行比较而计算模拟误差。由此,能够确定误差原因,实现精度高的生产模拟。由此,能够使用生产模拟制定方案而提高生产计划的可实现性和最优性。

[0034] 图1A是生产模拟装置100的功能框图。如图所示,生产模拟装置100包括输入部110、存储部120、控制部130、显示部140。

[0035] 输入部110接受来自生产模拟装置100外的各种信息的输入。显示部140在画面上

显示存储部的信息。存储部120具备生产业绩数据存储区域121、生产工序数据存储区域122、生产资源数据存储区域123、生产控制规则数据存储区域124、模拟结果数据存储区域125。

[0036] 生产业绩数据存储区域121存储指定生产工序中的过去的处理业绩的信息。生产工序数据存储区域122存储用于确定各工序的工序时间等信息的信息。生产资源数据存储区域123存储用于确定设备和作业者等生产资源的运行时间的信息。生产控制规则数据存储区域124存储用于确定动工顺序规则等生产控制规则的信息。模拟结果数据存储区域125存储用于确定模拟结果的信息。

[0037] 控制部130包括业绩数据提取部131、模拟模型分割部132、业绩反映部133、模拟执行部134、模拟误差计算部135。

[0038] 图1B表示生产模拟装置100的硬件和软件结构例。图1B的例子中,生产模拟装置100由一个计算机构成。生产模拟装置100包括处理器310、存储器320、辅助存储装置330、网络(NW)接口340、I/O接口345、输入设备351、输出设备352。上述构成要素通过总线相互连接。存储器320、辅助存储装置330或其组合是包括非暂时性的存储介质的存储装置,并且可以对应于存储部120。

[0039] 存储器320例如由半导体存储器构成,主要用于保持程序和数据。存储器320保存的程序在未图示的操作系统之外,也包括业绩数据提取程序321、模拟模型分割程序322、业绩反映程序323、模拟执行程序324、模拟误差计算程序325、用户接口程序326。

[0040] 处理器310按照存储器320中保存的程序执行各种处理。处理器310通过按照程序工作而实现各种功能部。例如,处理器310按照上述各程序,发挥作为控制部130、具体而言是业绩数据提取部131、模拟模型分割部132、业绩反映部133、模拟执行部134、模拟误差计算部135的功能。处理器310按照用户接口程序326工作,发挥输入部110和显示部140的功能。

[0041] 辅助存储装置330例如由硬盘驱动器和固态驱动器等大容量的存储装置构成,用于长期保持程序和数据。辅助存储装置330保存了生产业绩数据表210、生产工序数据表220、设备数据表230、作业者数据表240、动工顺序规则模型数据表250、设备分配规则数据表260、作业者分配规则数据表270、模拟结果数据表280。

[0042] 生产业绩数据表210是生产业绩数据存储区域121中保存的信息的例子。生产工序数据表220是生产工序数据存储区域122中保存的信息的例子。设备数据表230和作业者数据表240是生产资源数据存储区域123中保存的信息的例子。

[0043] 动工顺序规则模型数据表250、设备分配规则数据表260、作业者分配规则数据表270是生产控制规则数据存储区域124中保存的信息的例子。模拟结果数据表280是模拟结果数据存储区域125中保存的信息的例子。

[0044] 为了便于说明,程序321~326保存在存储器320中,表210、220、230、240、250、260、270、280保存在辅助存储装置330中,但生产模拟装置100的数据的保存场所并不受限定。例如,辅助存储装置330中保存的程序和数据在启动时或必要时被载入存储器320中,通过由处理器310执行程序而执行生产模拟装置100的各种处理。从而,以下功能部、程序、处理器310或生产模拟装置100进行的处理的主语能够互换。

[0045] 网络接口340是用于与网络连接的接口。生产模拟装置100经由网络接口340与系

统内的其他装置进行通信。输入设备351是用于由用户输入指示和信息等的硬件设备,例如包括键盘和指点设备。输出设备352是展示输入输出用的各种图像的硬件设备,例如是显示设备。

[0046] 生产模拟装置100包括1个以上的处理器和1个以上的存储装置。各处理器能够包括单个或多个运算单元或处理核心。处理器例如能够实现为中央处理装置、微处理器、微型计算机、微控制器、数字信号处理器、状态机、逻辑电路、图形处理装置、单片系统、和/或基于控制指示对信号进行操作的任意装置。

[0047] 生产模拟装置100的功能也可以通过包括多个计算机的计算机系统进行的分布式处理实现。多个计算机相互经由网络进行通信,由此协作地执行处理。

[0048] 图2表示生产业绩数据表210的结构例。生产业绩数据表210具有作业ID栏211、品目ID栏212、工序编号栏213、工序ID栏214、开始时刻栏215、完成时刻栏216、设备栏ID217、作业者ID栏218、属性信息栏219。生产业绩数据表210的各行是用作业ID和工序编号识别的。

[0049] 作业ID栏211保存识别各生产作业(也简称为作业)的信息。作业表示生产工序中的处理对象。品目ID栏212保存指定该作业的品目的信息。工序编号栏213保存指定应当处理该品目的工序的顺序的信息。工序ID栏214保存指定该品目的该工序编号的工序的信息。

[0050] 另外,本实施方式中,工序ID相对于品目ID与工序编号的组合是唯一的,品目ID与工序编号的组合相对于工序ID是唯一的。另外,将各作业中的各工序称为任务。即,生产业绩数据表210中的1行相当于1个任务。

[0051] 开始时刻栏215和完成时刻栏216分别保存该工序的业绩开始时刻和业绩完成时刻的信息。设备ID栏217和作业者ID栏218分别保存指定处理该作业的该工序的设备和作业者的信息。属性信息栏219保存与该作业和该工序相关的属性信息、例如该作业的品种名、大小、交货期和该作业的该工序的要求完成时刻等。

[0052] 图3表示生产工序数据表220的结构例。生产工序数据表220具有工序ID栏221、工序时间栏222、1个或多个可分配设备ID栏223、1个或多个可分配作业者ID栏224。

[0053] 生产工序数据表220的各行是用工序ID指定的。工序ID栏221保存识别工序的信息。工序时间栏222保存表示该工序的处理所需的时间的信息。可分配设备ID栏223和可分配作业者ID栏224分别保存识别能够处理该工序的设备和作业者的信息。

[0054] 图4表示设备数据表230的结构例。设备数据表230具有设备ID栏231、运行开始时刻栏232、运行结束时刻栏233。设备ID栏231保存识别设备的信息。运行开始时刻栏232和运行结束时刻栏233分别保存该设备运行开始和运行结束的时刻。

[0055] 图5表示作业者数据表240的结构例。作业者数据表240具有作业者ID栏241、运行开始时刻栏242、运行结束时刻栏243。作业者ID栏241保存识别作业者的信息。运行开始时刻栏242和运行结束时刻栏243分别保存该作业者运行开始和运行结束的时刻。

[0056] 存储如图6、图7、图8所示的动工顺序规则数据表、设备分配规则数据表、作业者分配规则数据表。

[0057] 图6表示动工顺序规则模型数据表250的结构例。动工顺序规则模型数据表250具有设备ID栏251、动工顺序规则ID栏252。设备ID栏251保存识别设备的信息。动工顺序规则ID栏252保存识别该设备中的动工顺序规则的信息。动工顺序规则是从等待某一设备中的

处理的作业中决定接下来处理的作业时的规则,作为代表性的规则,有先入先出、按交货期顺序等。

[0058] 图7表示设备分配规则数据表260的结构例。设备分配规则数据表260具有工序ID栏261、设备分配规则ID栏262。工序ID栏261保存识别工序的信息。设备分配规则ID栏262保存识别该工序中的设备分配规则的信息。设备分配规则是在生产工序数据表220中对于一个工序定义了多个可分配设备的情况下、决定对于相当于该工序的各任务分配哪个设备的规则。

[0059] 图8表示作业者分配规则数据表270的结构例。作业者分配规则数据表270具有工序ID栏271、作业者分配规则ID栏272。工序ID栏271保存识别工序的信息。作业者分配规则ID栏272保存识别该工序中的作业者分配规则的信息。作业者分配规则是在生产工序数据表220中对于一个工序定义了多个可分配作业者的情况下、决定对于相当于该工序的各任务分配哪个作业者的规则。

[0060] 图9表示模拟结果数据表280的结构例。模拟结果数据表280具有模拟模型ID栏281、模拟误差栏282。模拟模型ID栏281保存识别模拟模型的信息。模拟误差栏282保存表示基于该模拟模型进行的模拟的误差的信息。

[0061] 在图10中示出控制部130中的一系列处理流程图。以下,跟随该流程图,对于本实施方式的处理进行说明。

[0062] 步骤S100~S200是业绩数据提取部131进行的处理。首先,在步骤S100中,业绩数据提取部131取得用户通过输入部110输入的模拟期间的开始时刻和结束时刻。设模拟期间的开始时刻和结束时刻分别为 $t^s$ 和 $t^f$ 。

[0063] 接着,在步骤S200中,业绩数据提取部131从生产业绩数据表210中提取在该模拟期间中处理的作业组的生产业绩数据。此后,将通过本处理提取出的生产业绩数据称为对象业绩数据。

[0064] 步骤S300是模拟执行部134和模拟误差计算部135的处理。模拟执行部134使用存储部120保存的信息和上述对象业绩数据,执行模拟期间 $t^s \sim t^f$ 的模拟。模拟误差计算部135通过模拟结果与对象业绩数据的比较而计算模拟误差。此后,将用于期间 $t^s \sim t^f$ 的模拟的模拟模型称为整体模拟模型 $M_{\text{whole}}$ 。

[0065] 执行模拟时,需要确定模拟开始时刻 $t^s$ 时的生产线的状态(以下称为初始状态)。此处,生产线的状态表示等待工序的处理的作业组的信息、以及工序的处理中的作业组和分配的设备、作业者的信息等。这些信息能够根据上述对象业绩信息确定。另外,执行模拟时,需要模拟期间 $t^s \sim t^f$ 中对生产线投入的作业及其投入时刻的信息。这些信息也能够根据上述对象业绩数据确定。

[0066] 另外,本实施方式中,用以下式1计算模拟误差 $E$ 。

[0067] [数学式1]

$$E = \frac{1}{N^{\text{task}}} \sum_{k=1}^{N^{\text{task}}} (t_k^{\text{act}} - t_k^{\text{sim}})^2 \quad \text{式 1}$$

[0069] 此处, $N^{\text{task}}$ 表示该模拟中的总任务数。 $t_k^{\text{act}}$ 和 $t_k^{\text{sim}}$ 分别表示第 $k$ 个任务的业绩和模拟中的完成时刻。此后,将整体模拟误差称为 $E_{\text{whole}}$ 。

[0070] 步骤S400~S500是模拟模型分割部132进行的处理。本实施方式中,模拟模型分割

部132对整体模拟模型按时间视点和生产资源视点这2个阶段进行分割,得到多个子模型。

[0071] 以下,对于时间视点的模型分割处理进行叙述。首先,在步骤S400中,模拟模型分割部132通过输入部取得模拟模型的时间视点分割数 $N^T$ 。接着,在步骤S500中,模拟模型分割部132将模拟期间 $t^s \sim t^f$ 等分为 $N^T$ 个期间。

[0072] 另外,并不限定分割的方法。此处,将分割得到的各期间的开始时刻和结束时刻分别设为 $t_i^s$ 和 $t_i^f$  ( $i=1,2,\dots,N^T$ ),将用于进行期间 $t_i^s \sim t_i^f$ 的模拟的模型设为子模型 $M_i$ 。通过这样的分割,各子模型仅将整体模拟的一部分任务作为对象。

[0073] 具体而言,子模型 $M_i$ 仅将在对象业绩数据中在期间 $t_i^s \sim t_i^f$ 中处理的任务作为对象。另外,模拟开始时刻 $t_i^s$ 时的生产线的初始状态的信息、和期间 $t_i^s \sim t_i^f$ 中对生产线投入的作业及其投入时刻的信息,能够根据对象业绩数据确定。因此,各子模型的模拟能够分别独立地执行,能够确定模拟误差较大的子模型。

[0074] 接着,对于生产资源视点的分割处理进行叙述。本处理中,对通过上述时间视点模型分割得到的各子模型,进而按生产资源视点分割为多个子模型。将通过对子模型 $M_i$ 按资源视点分割而得到的模拟模型称为子模型 $M_{i,j}$  ( $j=1,2,\dots,N_i^R, N_i^R$ 是分割数)。

[0075] 此处,在分割时,模拟模型分割部132以多个子模型之间相互不发生生产资源的共用的方式进行分割。本实施方式中,对于工序数据基准分割和生产业绩数据基准分割这2种分割方法进行叙述。

[0076] 在工序数据基准分割中,模拟模型分割部132首先从子模型 $M_i$ 用作对象的任务组中,得到本子模型用作对象的工序组。接着,模拟模型分割部132将该工序组分割为多个子工序组。此时,以任意工序X、和属于不同于工序X的子工序组的任意工序Y不共用可分配设备、作业者的方式定义子工序组。然后,将以第j个子工序组为对象的模拟模型设为子模型 $M_{i,j}$ 。

[0077] 在生产业绩数据基准分割中,模拟模型分割部132将子模型 $M_i$ 用作对象的任务组分割为多个子任务组。此时,以任意任务X的生产业绩数据中的设备、作业者、与属于不同于任务X的子任务组的任意任务Y的生产业绩数据中的设备、作业者不同的方式,定义子任务组。然后,将以第j个子任务组为对象的模拟模型设为子模型 $M_{i,j}$ 。

[0078] 通过上述分割,各子模型 $M_{i,j}$ 的模拟能够分别独立地执行,能够确定模拟误差较大的子模型。另外,工序数据基准分割和生产业绩数据基准分割这2种方法,可以根据使用者的输入进行切换,也可以自动地分别执行2种方法,并不特别限定其使用方式。

[0079] 步骤S600是模拟执行部134和模拟误差计算部135的处理。在步骤S600中,模拟执行部134执行通过上述时间视点的分割而得到的各子模型 $M_i$ 和通过生产资源视点的分割而得到的各子模型 $M_{i,j}$ 的模拟。

[0080] 对于子模型中不存在前一级工序的工序或不存在前一级任务的任务,按照业绩数据投入作业。在生产业绩数据基准分割的子模型之间,以不共用生产资源(设备和作业者)的方式,根据需要调整生产资源(设备和作业者)的分配规则。

[0081] 模拟误差计算部135用式1计算各子模型的误差 $E_i, E_{i,j}$ ,将计算结果保存在模拟结果数据表280中。

[0082] 步骤S700是业绩反映部133的处理。本处理对于各子模型的工序时间和生产控制规则等要素,反映从生产业绩数据表210中提取出的信息,生成新的子模型组。本实施方式

中,关于工序时间、动工顺序规则、设备分配规则、作业者分配规则,对于业绩反映的方法例进行叙述。反映业绩信息的要素,例如可以根据设计或按照用户指定决定。

[0083] 关于工序时间,业绩反映部133计算生产业绩数据的工序开始时刻~工序完成时刻的时间作为各任务的工序时间,并反映至模拟模型。即,业绩反映部133在新生成的子模型中,不使用生产工序数据表220中定义的工序时间信息,而是使用通过上述方法计算出的各任务的工序时间。

[0084] 关于动工顺序规则,业绩反映部133从生产业绩数据表210中取得各设备中的各任务的处理顺序,并将其反映至模拟模型。即,业绩反映部133在新生成的子模型中,从某一设备的等待处理任务组中选择接下来处理的任务时,不使用动工顺序规则模型数据表250中定义的规则,而是从等待处理的任务组中选择上述实际处理顺序最早的任务。

[0085] 关于设备分配规则,业绩反映部133从生产业绩数据表210中取得各任务的分配设备,并将其反映至模拟模型。即,业绩反映部133在新生成的子模型中,选择某一任务的分配设备时,不使用设备分配规则数据表260中定义的规则,而是选择该任务的实际分配设备。关于作业者分配规则,与设备分配规则是同样的。

[0086] 步骤S700的处理对于各子模型的工序时间、动工顺序规则、设备分配规则、作业者分配规则,分别切换反映业绩的情况和不反映的情况地生成新的子模型组。此后,将通过对子模型 $M_{i,j}$ 反映业绩信息而新生成的子模型称为子模型 $M_{i,j}^{a,b,c,d}$ 。此处,a、b、c、d分别是表示对于工序时间、动工顺序规则、设备分配规则、作业者分配规则是否反映业绩的0或1,1表示反映业绩。

[0087] 例如, $M_{i,j}^{1,0,0,0}$ 表示在子模型 $M_{i,j}$ 中仅对于工序时间反映了业绩的模型, $M_{i,j}^{0,0,0,0}$ 与 $M_{i,j}$ 同义。通过对上述得到的多个子模型 $M_{i,j}^{a,b,c,d}$ 的误差进行比较,能够确定对误差影响较大的要素。例如,相对于 $M_{i,j}^{1,1,1,1}$ 的误差, $M_{i,j}^{0,1,1,1}$ 的误差更大的情况下,能够解释为 $M_{i,j}$ 中的误差的主要原因之一是工序时间。

[0088] 步骤S8000是模拟执行部134和模拟误差计算部135的处理。步骤S800中,模拟执行部134执行上述各子模型 $M_{i,j}^{a,b,c,d}$ 的模拟。模拟误差计算部135用式1计算各子模型 $M_{i,j}^{a,b,c,d}$ 的误差 $E_{i,j}^{a,b,c,d}$ ,将计算结果保存在模拟结果数据表280中。

[0089] 另外,也可以省略基于时间视点的整体模拟模型的分割和/或基于生产资源视点的整体模拟模型的分割。可以将业绩信息反映至整体模拟模型,生成新的整体模拟模型,也可以反映至时间视点的子模型 $M_i$ ,生成新的子模型。

[0090] 也可以省略通过对于整体模拟模型或子模型反映业绩信息而得到的新的整体模拟模型或新的子模型的生成。也可以省略对于特定种类子模型进行的S600或S700的处理。例如,可以省略对于工序数据基准分割的子模型进行的S600的处理,执行S700和8000的处理。

[0091] 如上所述,通过计算生产业绩与模拟结果的误差,能够确定误差原因,实现精度高的生产模拟。由此,能够使用生产模拟制定方案,提高生产计划的可实现性和最优性。另外,如时间视点分割、生产资源视点分割、生产业绩反映一般,通过在模拟期间中的模拟中使用生产业绩代替可推算的信息的一部分,能够更容易地确定对误差影响较大的要素。

[0092] 另外,如时间视点分割和生产资源视点分割一般,通过将生产模拟模型分割为能够彼此独立地执行模拟的多个子模型,并对于每个子模型评价模拟误差,能够确定误差较

大的子模型。通过对于整体模拟模型或子模型中的工序时间和生产控制规则等模型要素反映从生产业绩数据中提取出的信息,而生成新的模型组,通过对反映生产业绩信息的情况与不反映的情况的误差进行比较,能够确定对误差影响较大的模型要素。

[0093] 在图11A、图11B中,示出显示部140显示的存储部120的信息的显示画面的例子。图11A、图11B分别表示一个显示画面的部分。如图11A所示,显示部140显示的画面例如具备整体模拟结果显示区域141、时间视点分割子模型模拟结果显示区域142、分割前模型选择区域143、生产资源视点分割子模型模拟结果显示区域144。如图11B所示,画面例如还具有业绩反映前模型选择区域145、反映业绩子模型模拟结果显示区域146、分模型要素评价结果显示区域147。

[0094] 在整体模拟结果显示区域141中,显示整体模拟模型 $M_{\text{whole}}$ 的模拟结果。在时间视点分割子模型模拟结果显示区域142中,显示按时间视点分割得到的各子模型 $M_i$ 的模拟结果。在生产资源视点分割子模型模拟结果显示区域144中,显示对在分割前模型选择区域143中选择的子模型 $M_i$ 按生产资源视点分割得到的子模型 $M_{i,j}$ 的模拟结果。

[0095] 在反映业绩子模型模拟结果显示区域146中,显示对于在业绩反映前模型选择区域145中选择的子模型 $M_{i,j}$ 反映了业绩信息得到的子模型 $M_{i,j}^{a,b,c,d}$ 的模拟结果。在分模型要素评价结果显示区域中,显示表示工序时间等各模型要素对模拟误差的影响程度的信息。

[0096] 例如图11B所示的例子中,显示了对子模型 $M_{i,j}$ 的各模型要素反映业绩的情况与不反映的情况的误差的比较结果。此处,例如图11B的分模型要素评价结果显示区域147的“工序时间”行的“反映业绩的平均误差”和“不反映业绩的平均误差”分别是用以下式2和式3计算出的值。

[0097] [数学式2]

$$[0098] \quad \text{反应实际状况的平均误差} = \frac{1}{8} \sum_{b \in \{0,1\}} \sum_{c \in \{0,1\}} \sum_{d \in \{0,1\}} E_{i,j}^{1,b,c,d} \quad \text{式 2}$$

[0099] [数学式3]

$$[0100] \quad \text{不反应实际状况的平均误差} = \frac{1}{8} \sum_{b \in \{0,1\}} \sum_{c \in \{0,1\}} \sum_{d \in \{0,1\}} E_{i,j}^{0,b,c,d} \quad \text{式 3}$$

[0101] 即,(不)反映业绩的平均误差表示对于对象的模型要素(不)反映业绩信息的全部子模型的误差的平均值。这2个平均误差值的比较,在确定对于子模型 $M_{i,j}$ 的误差造成较大影响的要素时是有用的。

[0102] 图12是本实施方式的生产模拟系统的概略图。如图所示,生产模拟系统具备生产模拟装置100、生产业绩信息管理装置200、生产条件信息管理装置300,它们能够经由网络400进行信息的收发。生产业绩信息管理装置200对生产模拟装置100发送生产业绩数据。另外,生产条件信息管理装置300对生产模拟装置100发送工序数据、生产资源数据、生产控制规则数据等。

[0103] 另外,本发明不限于上述实施方式,包括各种变形例。例如,上述实施方式是为了易于理解地说明本发明而详细说明书的,并不限于必须具备说明的全部结构。另外,能够将某个实施方式的结构的一部分置换为其他实施方式的结构,也能够某个实施方式的结构上添加其他实施方式的结构。另外,对于各实施方式的结构的一部分,能够追加、删除、置换其他结构。

[0104] 另外,对于上述各结构、功能、处理部等,例如可以通过在集成电路中设计等而用硬件实现其一部分或全部。另外,上述各结构、功能等,也可以通过处理器解释、执行实现各功能的程序而用软件实现。实现各功能的程序、表、文件等信息,能够保存在存储器、硬盘、SSD(Solid State Drive)等记录装置、或者IC卡、SD卡等记录介质中。另外,控制线和信息线示出了认为说明上必要的,并不一定示出了产品上全部的控制线和信息线。实际上也可以认为几乎全部结构都相互连接。

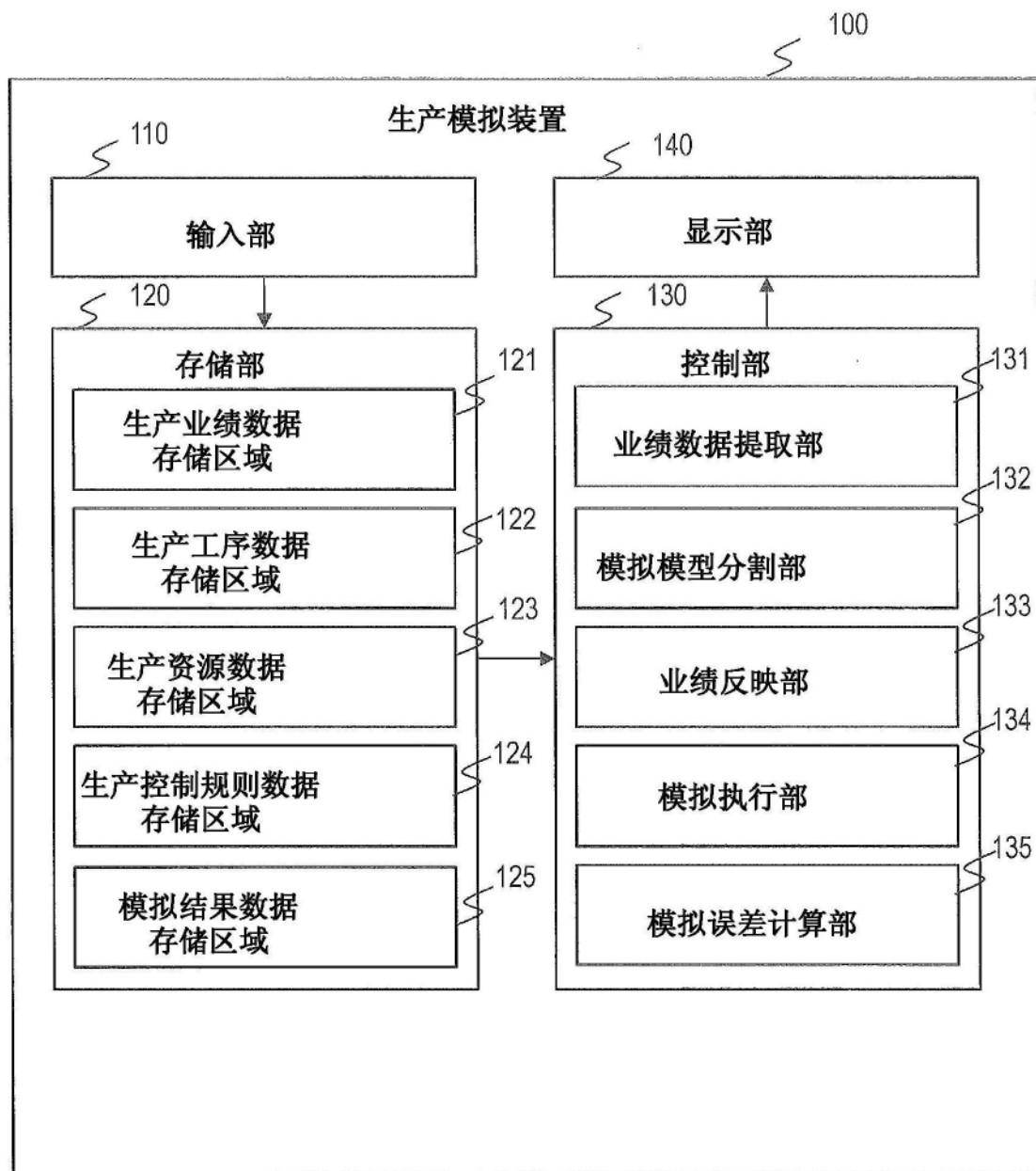


图1A

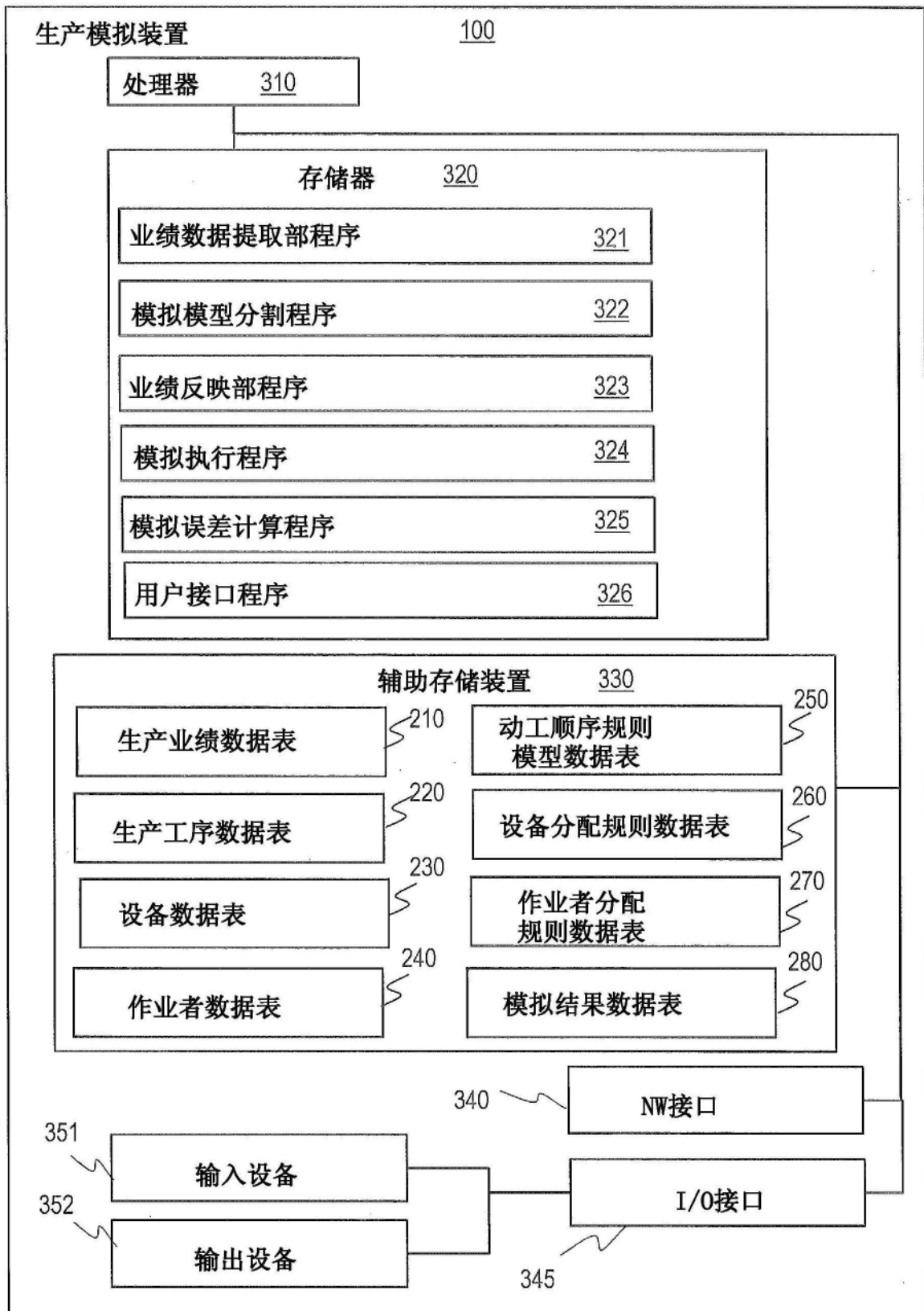


图1B



作业ID	品目ID	工序编号	工序ID	开始时刻	完成时刻	设备ID	作业者ID	属性信息
J001	PT01	1	P011	2018/1/1 09:28	2018/1/1 09:37	M01	W01	xxxx
J001	PT01	2	P012	2018/1/1 10:21	2018/1/1 10:30	M03	W09	xxxx
J001	PT01	3	P013	2018/1/1 12:08	2018/1/1 12:35	M07	W13	xxxx
:	:	:	:	:	:	:	:	:
J002	PT04	1	P041	2018/1/1 09:38	2018/1/1 09:50	M02	W02	xxxx
J002	PT04	2	P042	2018/1/1 10:31	2018/1/1 10:45	M03	W09	xxxx
:	:	:	:	:	:	:	:	:

生产业绩数据表

图2

工序ID	工序时间 [秒]	可分配 设备ID			可分配 作业者ID		
P011	520	M01	M02	...	W01	W05	...
P012	380	M03	M10	...	W09	W32	...
P013	240	M07	M21	...	W13	W20	...
:	:	:	:	:	:	:	:

生产工序数据表

图3

设备ID	运行开始日期时间	运行结束日期时间
M01	2018/1/1 09:00	2018/1/1 17:00
M01	2018/1/2 09:00	2018/1/2 17:00
:	:	:
M02	2018/1/1 09:00	2018/1/1 17:00
:	:	:

设备数据表

图4

241 242 243 240

作业者ID	运行开始日期时间	运行结束日期时间
W01	2018/1/1 09:00	2018/1/1 12:00
W01	2018/1/1 13:00	2018/1/1 17:00
:	:	:
W02	2018/1/1 09:00	2018/1/1 12:00
:	:	:

作业者数据表

图5

251 252 250

设备ID	动工顺序规则ID
M01	规则D1
M02	规则D2
M03	规则D1
:	:

动工顺序规则数据表

图6

工序ID	设备分配规则ID
P011	规则M1
P012	规则M2
P013	规则M1
:	:

设备分配规则数据表

图7

工序ID	作业者分配规则ID
P011	规则W1
P012	规则W2
P013	规则W1
:	:

作业者分配规则数据表

图8

281

282

280

模拟模型ID	模拟误差
$M_{whole}$	31
$M_1$	19
$M_2$	21
$M_3$	42
:	:

模拟结果数据表

图9

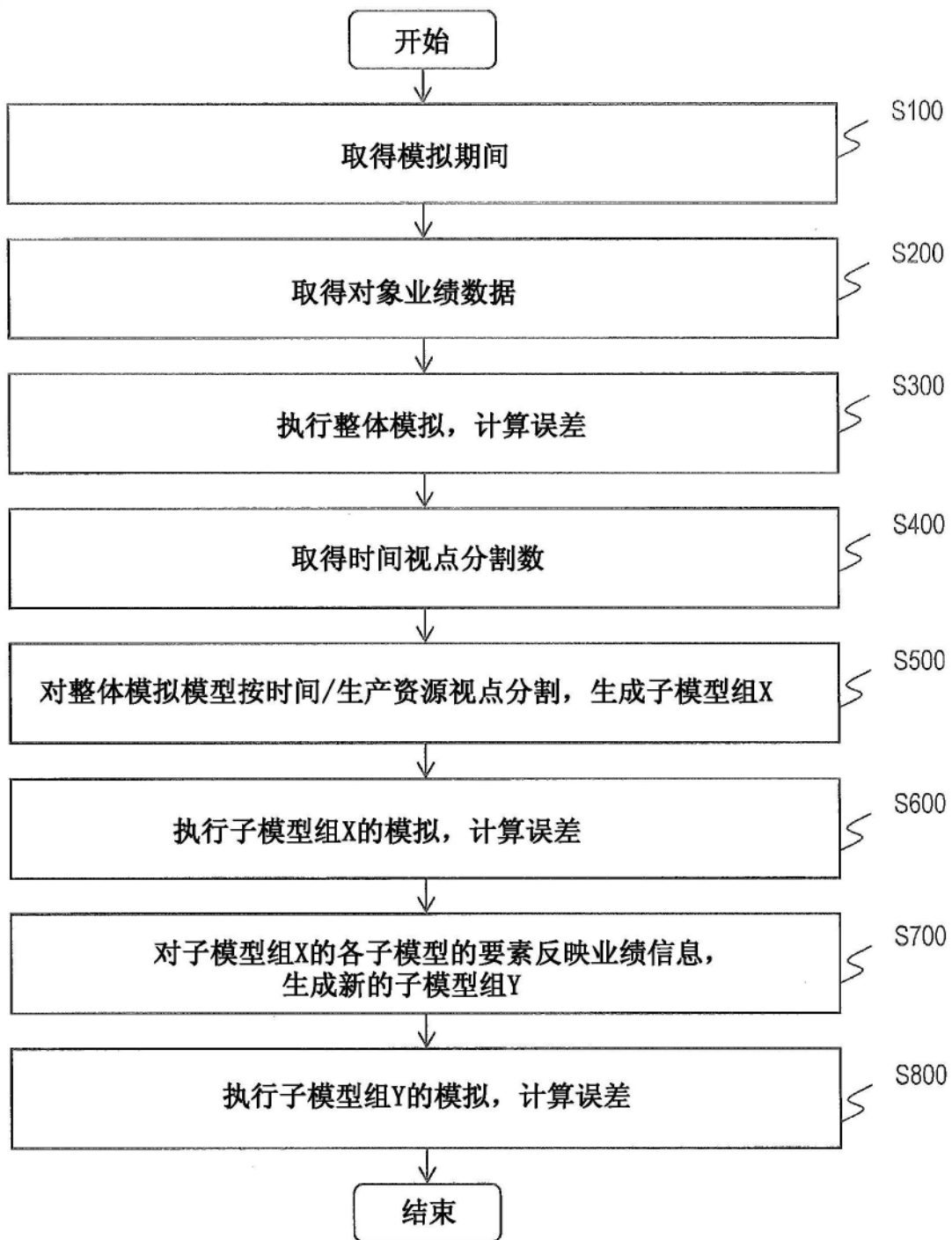


图10

■整体模拟模型

模型	模拟期间	误差
$M_{whole}$	2018/1/1 9:00 ~ 2018/1/10 9:00	31

141

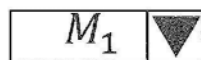
■时间视点分割子模型

子模型	模拟期间	误差
$M_1$	2018/1/1 9:00 ~ 2018/1/2 9:00	19
$M_2$	2018/1/2 9:00 ~ 2018/1/3 9:00	21
$M_3$	2018/1/3 9:00 ~ 2018/1/4 9:00	42
:	:	:

142

■资源视点分割子模型

分割前模型:



143

144

子模型	误差	子模型中包括的要素							
		设备M01	设备M02	...	作业者W01	作业者W02	...	动工顺序规则1	...
$M_{1,1}$	23	-	✓	...	-	✓	...	-	...
$M_{1,2}$	10	✓	-	...	-	-	...	✓	...
$M_{1,3}$	2	-	-	...	✓	-	...	-	...
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

图11A



图11B

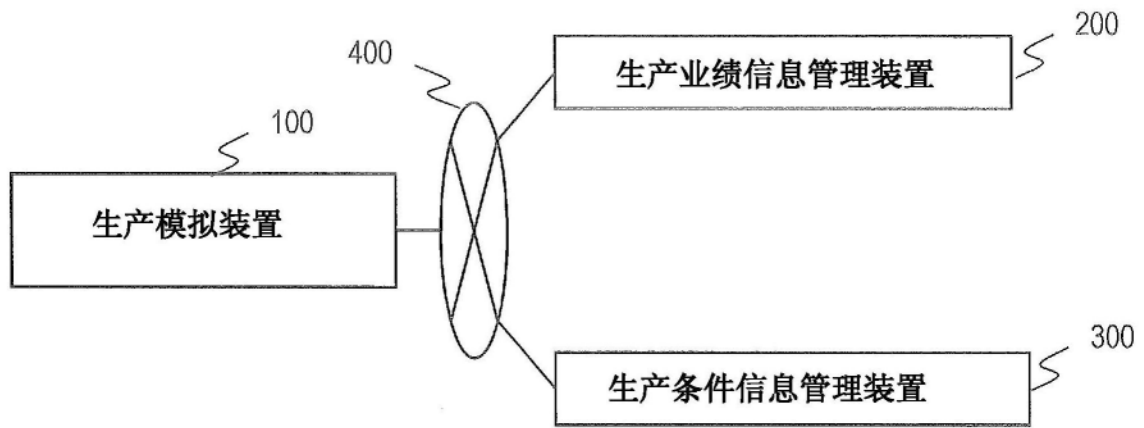


图12