



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111382925 A

(43)申请公布日 2020.07.07

(21)申请号 201911281054.9

(22)申请日 2019.12.13

(30)优先权数据

2018-241564 2018.12.25 JP

(71)申请人 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 北京银龙知识产权代理有限公司

11243

代理人 曾贤伟 范胜杰

(51)Int.Cl.

G06Q 10/06(2012.01)

G06Q 10/04(2012.01)

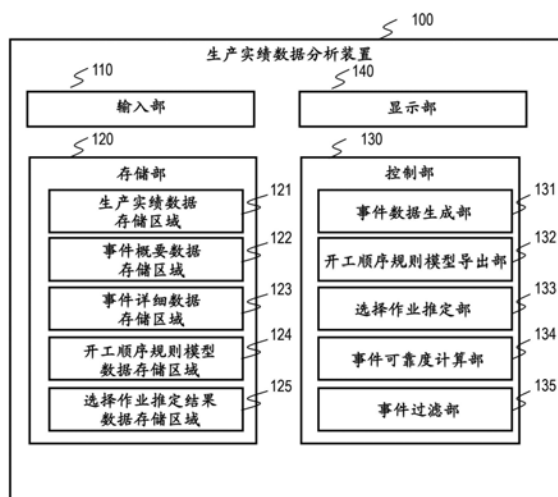
权利要求书2页 说明书10页 附图8页

(54)发明名称

生产实绩数据分析装置

(57)摘要

本发明构筑符合生产现场的实际的开工顺序规则的开工顺序规则模型。生产实绩数据的事件数据包括从各工序的等待执行作业中选择出下一个执行的作业的事件的信息。开工顺序规则模型在多个工序中从对应的工序的等待执行作业中推定下一个选择的作业。生产实绩数据分析装置在多个工序的各工序中,通过对应的开工顺序规则模型群的多个开工顺序规则模型,分别生成所选择的事件的推定结果,根据推定结果分别所示的作业与生产实绩数据的在所选择的事件中实际选择出的作业,决定所选择的事件的可靠度,根据可靠度,判定用于生成新的开工顺序规则模型的训练数据中是否包含所选择的事件。



1. 一种生产实绩数据分析装置,其特征在于,
上述生产实绩数据分析装置包括:
一个以上的存储装置;以及
一个以上的处理器,
上述一个以上的存储装置存储:
多个开工顺序规则模型群;以及
生产实绩数据中的事件数据,
上述事件数据包含在多个工序中分别从等待执行作业中选择出下一个执行的作业的事件的信息,
上述多个开工顺序规则模型群分别由多个开工顺序规则模型构成,
各开工顺序规则模型群的各开工顺序规则模型在上述多个工序中从对应的工序的事件的等待执行作业中推定下一个要选择的作业,
就上述一个以上的处理器而言,在上述多个工序的各工序中,根据对应的开工顺序规则模型群的多个开工顺序规则模型,分别生成所选择的事件的推定结果,并且
根据上述推定结果分别所示的作业与上述生产实绩数据中的在上述所选择的事件中实际选择出的作业的一致和不一致,决定上述所选择的事件的可靠度,
根据上述可靠度,判定用于生成新的开工顺序规则模型的训练数据中是否包含上述所选择的事件。
2. 根据权利要求1所述的生产实绩数据分析装置,其特征在于,
上述一个以上的处理器使用上述训练数据,构筑上述新的开工顺序规则模型。
3. 根据权利要求1所述的生产实绩数据分析装置,其特征在于,
上述生产实绩数据在上述多个工序中分别表示作业执行开始时刻和执行完成时刻,
上述一个以上的处理器根据上述生产实绩数据生成上述事件数据,在上述事件数据的生成中,根据上述作业的执行开始时刻和执行完成时刻,对作为上述事件的上述下一个执行的作业而选择出的作业和上述等待执行作业进行确定。
4. 根据权利要求1所述的生产实绩数据分析装置,其特征在于,
上述一个以上的处理器使用上述事件数据或根据与上述生产实绩数据不同的生产实绩数据生成的事件数据,构筑上述多个开工顺序规则模型群。
5. 根据权利要求1所述的生产实绩数据分析装置,其特征在于,
上述多个开工顺序规则模型的至少一部分开工顺序规则模型是通过相互不同的机器学习方法构成的模型。
6. 根据权利要求1所述的生产实绩数据分析装置,其特征在于,
根据相互不同的数据组来训练上述多个开工顺序规则模型的至少一部分开工顺序规则模型。
7. 根据权利要求6所述的生产实绩数据分析装置,其特征在于,
上述不同的数据组是在生产实绩中分离的不同期间中的数据组。
8. 根据权利要求1所述的生产实绩数据分析装置,其特征在于,
上述一个以上的处理器在输出设备中提示推定出的基于工序的开工顺序规则模型群的推定结果的信息。

9. 根据权利要求1所述的生产实绩数据分析装置,其特征在于,
上述一个以上的处理器在输出设备中提示上述生产实绩数据的事件的可靠度和事件数之间的关系。

10. 根据权利要求1所述的生产实绩数据分析装置,其特征在于,
上述一个以上的处理器在输出设备中提示指定的事件的实绩和基于与上述指定的事件对应的多个开工顺序规则模型的上述指定的事件的推定结果之间的关系,
上述一个以上的处理器经由输入设备接受对上述训练数据的修正。

11. 一种生产实绩数据分析装置分析生产实绩数据的方法,其特征在于,
上述生产实绩数据分析装置包括多个开工顺序规则模型群、生产实绩数据中的事件数据,
上述事件数据包括在多个工序中分别从等待执行作业中选择出下一个执行的作业的事件的信息,

上述多个开工顺序规则模型群分别由多个开工顺序规则模型构成,
各开工顺序规则模型群的各开工顺序规则模型在上述多个工序中从对应的工序的等待执行作业中推定下一个选择的作业,

就上述方法而言,在上述多个工序的各工序中,
上述生产实绩数据分析装置通过对应的开工顺序规则模型群的多个开工顺序规则模型,分别根据所选择的事件的等待执行作业,生成上述所选择的事件的推定结果,

上述生产实绩数据分析装置根据上述推定结果分别所示的作业与上述生产实绩数据的在上述所选择的事件中实际选择出的作业的一致和不一致,决定上述所选择的事件的可靠度,

上述生产实绩数据分析装置根据上述可靠度,判定用于生成新的开工顺序规则模型群的训练数据中是否包含上述所选择的事件。

12. 一种存储介质,其是存储使计算机系统执行生产实绩数据分析处理的指令的非暂时性的计算机可读的存储介质,其特征在于,

上述计算机系统包括多个开工顺序规则模型群、生产实绩数据的事件数据,
上述事件数据包括在多个工序中分别从等待执行作业中选择出下一个执行的作业的事件的信息,

上述多个开工顺序规则模型群分别由多个开工顺序规则模型构成,
各开工顺序规则模型群的各开工顺序规则模型在上述多个工序中从对应的工序的等待执行作业中推定下一个选择的作业,

就上述生产实绩数据分析处理而言,在上述多个工序的各工序中,
上述计算机系统通过对应的开工顺序规则模型群的多个开工顺序规则模型,分别根据所选择的事件的等待执行作业,生成上述所选择的事件的推定结果,

上述计算机系统根据上述推定结果分别所示的作业与上述生产实绩数据的在上述所选择的事件中实际选择出的作业的一致和不一致,决定上述所选择的事件的可靠度,

上述计算机系统根据上述可靠度,判定用于生成新的开工顺序规则模型群的训练数据中是否包含上述所选择的事件。

生产实绩数据分析装置

技术领域

[0001] 本发明涉及对工厂等生产现场的生产实绩数据进行分析的生产实绩数据分析装置。

背景技术

[0002] 在制定工厂等生产现场的生产计划时,一般是以下的方法,即预测任意的条件下的将来的生产,导出使将来的吞吐量、交货期遵守率等评价指标最大化的条件。作为生产预测的代表性方法,有生产模拟,但为了实现高精度的生产预测,必须对符合生产现场的实际情况的开工顺序规则进行模型化。

[0003] 开工顺序规则是指从某工序的等待执行作业群中决定下一个执行的作业的规则。特别在由人决定生产现场的开工顺序的情况下,该规则大多是默认的。因此,以前一般是以下的方法,即根据生产现场的需求,使用先入先出、按照交货期顺序这样的现存规则,作为生产模拟内的开工顺序规则(以下称为开工顺序规则模型)。

[0004] 但是,通过上述方法决定的开工顺序规则模型并不一定符合生产现场的实际情况。在开工顺序规则模型与实际情况背离的情况下,生产模拟的预测精度下降,因此根据该预测制定的生产计划缺乏实现可能性、适合性。

[0005] 对此,存在根据过去的生产实绩数据对开工顺序规则进行模型化的方法。例如有以下的方法,即如非专利文献1那样,通过将机器学习方法应用于生产实绩数据,导出以任意的等待执行作业群为输入、以推定为下一个处理的作业为输出的开工顺序规则的近似模型。

[0006] 非专利文献1:Approximation of Dispatching Rules for Manufacturing Simulation using Data Mining Methods(Proceedings of the 2015Winter Simulation Conference)

发明内容

[0007] 非专利文献1是用于根据生产实绩数据对在生产现场默认存在的开工顺序规则(以下称为默认规则)进行模型化的方法。但是,在由人决定开工顺序的情况下,其意向确定存在不确定性。例如,在等待执行作业大量存在的情况下,可以认为难以从这些作业中始终实施符合默认规则的下一个作业选择,而发生下一个作业选择脱离了默认规则的情况。

[0008] 生产实绩数据也包含从默认规则脱离的作业选择的实绩。因此,上述的规则脱离成为在开工顺序规则模型和实际的默认规则之间产生背离的原因。根据以上说明,希望在根据生产实绩数据导出开工顺序规则模型时,减少上述规则脱离的影响。

[0009] 本发明的一个实施例是生产实绩数据分析装置,其具备一个以上的存储装置、一个以上的处理器,上述一个以上的存储装置存储多个开工顺序规则模型群、生产实绩数据中的事件数据,上述事件数据包含在多个工序中分别从等待执行作业中选择出下一个执行的作业的事件的信息,上述多个开工顺序规则模型群分别由多个开工顺序规则模型构成,

各开工顺序规则模型群的各开工顺序规则模型在上述多个工序中从对应的工序的事件的等待执行作业中推定下一个要选择的作业,就上述一个以上的处理器而言,在上述多个工序的各工序中,根据对应的开工顺序规则模型群的多个开工顺序规则模型,分别生成所选择的事件的推定结果,并且根据上述推定结果分别所示的作业与上述生产实绩数据中的在上述所选择的事件中实际选择出的作业的一致和不一致,决定上述所选择的事件的可靠度,根据上述可靠度,判定用于生成新的开工顺序规则模型的训练数据中是否包含上述所选择的事件。

[0010] 根据本发明的一个实施例,能够构筑符合生产现场的实际的开工顺序规则的开工顺序规则模型。

附图说明

[0011] 图1是表示生产工序的一个例子的概要图。

[0012] 图2A是生产实绩数据分析装置的功能框图。

[0013] 图2B是生产实绩数据分析装置的硬件和软件结构图。

[0014] 图3是生产实绩数据表的概要图。

[0015] 图4是事件数据表的概要图。

[0016] 图5是事件详细数据表的概要图。

[0017] 图6是开工顺序规则模型数据表的概要图。

[0018] 图7是选择作业推定结果数据表的概要图。

[0019] 图8是生产实绩数据分析装置的控制部的处理流程图。

[0020] 图9是表示用户界面图像的一个例子的概要图。

[0021] 图10是表示生产实绩数据分析装置的实施方式的一个例子的概要图。

具体实施方式

[0022] 以下,参照附图说明实施方式。应该注意本实施方式只不过用于实现本发明的一个例子,并不限定本发明的技术范围。

[0023] 在一个实施方式中,生产实绩数据分析装置根据生产实绩数据,针对多个工序,分别导出由多个开工顺序规则模型构成的开工顺序规则模型群。生产实绩数据分析装置使用这些开工顺序规则模型,评价生产实绩中的各工序的下一个作业选择(以下称为作业选择事件、或简称为事件)的可靠度。生产实绩数据分析装置使用排除了与可靠度低的事件有关的数据以外的生产实绩数据作为训练数据,构筑新的开工顺序规则模型。由此,能够减少生产实绩中的规则脱离的影响,构筑实际的开工顺序规则的近似模型。

[0024] 图1是本实施方式的作为对象的生产工序的概要图。在本例子中,存在工序10的上一个的前工序11,之后存在后工序12。如图1所示,在本实施方式的成为对象的生产工序(也简称为工序)10中,存在该工序10的正在等待执行的一或多个作业14,从其中选择下一个执行的作业14A。在选择了一个作业14A后,开始该作业的执行,将该时刻登记到生产实绩数据中。另外,在该作业完成时,将完成时刻登记到生产实绩数据中。

[0025] 如上述那样,作业在生产工序中被执行,例如能够根据工作及该工作的对象物来确定。对象物例如包括被生产的生产对象物、用于执行对生产对象物的工作的设备。设备除

了包括如加工机那样包含可动部分的物品以外,还包括工作台、夹具等任意的物品。例如,作业包括生产对象物的加工、移动、设备的维护等。如果对象物不同,则它们的作业也不同。生产工序能够执行多个作业,如上述那样,执行从正在等待的多个作业中选择出的作业。在以下说明的例子中,在包含多个工序的生产流程中,在一个以上的工序中,由人选择并执行作业。

[0026] 图2A是生产实绩数据分析装置100的功能框图。如图示那样,生产实绩数据分析装置100具备输入部110、存储部120、控制部130、显示部140。输入部110接受来自生产实绩数据分析装置100外的生产实绩数据的输入。显示部140向外部(用户)提示信息。控制部130具备事件数据生成部131、开工顺序规则模型导出部132、选择作业推定部133、事件可靠度计算部134、事件过滤部135。

[0027] 存储部120具有生产实绩数据存储区域121、事件概要数据存储区域122、事件详细数据存储区域123、开工顺序规则模型数据存储区域124、选择作业推定结果数据存储区域125。

[0028] 生产实绩数据存储区域121存储确定生产工序中的过去的实绩的信息。事件概要数据存储区域122存储选择各作业作为下一个执行的作业的事件的概要信息。事件详细数据存储区域123存储各事件的详细信息。事件概要数据、事件详细数据以及它们的组合是事件数据。

[0029] 开工顺序规则模型数据存储区域124存储与根据上述事件概要数据和事件详细数据导出的开工顺序规则模型有关的信息。选择作业推定结果数据存储区域125存储根据各开工顺序规则模型推定出的各事件的选择作业的信息。

[0030] 图2B表示生产实绩数据分析装置100的硬件和软件结构例子。在图2B的例子中,生产实绩数据分析装置100由一个计算机构成。生产实绩数据分析装置100具备处理器310、存储器320、辅助存储装置330、以及网络(NW)接口340、I/O接口345、输入设备351、以及输出设备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、或它们的组合是包括非暂时性的存储介质的存储装置,并且能够对应于存储部120。

[0031] 存储器320例如由半导体存储器构成,主要为了保持程序或数据而被使用。存储器320存储的程序除了包括未图示的操作系统以外,还包括事件数据生成程序321、开工顺序规则模型导出程序322、选择作业推定程序323、事件可靠度计算程序324、事件过滤程序325、用户界面程序326。

[0032] 处理器310根据存储在存储器320中的程序,执行各种处理。处理器310根据程序进行动作,由此实现各种功能部。例如,处理器310根据各个上述程序,具体而言控制部130作为事件数据生成部131、开工顺序规则模型导出部132、选择作业推定部133、事件可靠度计算部134、事件过滤部135发挥功能。处理器310根据用户界面程序326进行动作,作为输入部110和显示部140发挥功能。

[0033] 辅助存储装置330存储生产实绩表210、事件表220、事件详细表230、开工顺序规则模型表240、选择作业推定结果表250,它们分别被存储在生产实绩数据存储区域121、事件概要数据存储区域122、事件详细数据存储区域123、开工顺序规则模型数据存储区域124、选择作业推定结果数据存储区域125中。辅助存储装置330例如由硬盘驱动器、固态驱动器等大容量的存储装置构成,为了长期保持程序、数据而被使用。

[0034] 为了说明的方便,将程序321~325存储在存储器320中,将表210、220、230、240、以及250存储在辅助存储装置330中,但生产实绩数据分析装置100的数据的存储地点并没有限定。例如,在启动时或必要时,将存储在辅助存储装置330中的程序和数据装载到存储器320中,由处理器310执行程序,由此执行生产实绩数据分析装置100的各种处理。因此,以下,功能部、程序、处理器310、或生产实绩数据分析装置100的处理的主语能够替换。

[0035] 网络接口340是用于与网络连接的接口。生产实绩数据分析装置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是用于用户输入指示、信息等的硬件设备,例如包括键盘和指取设备。输出设备352是表示输入输出用的各种图像的硬件设备,例如是显示设备。

[0036] 生产实绩数据分析装置100具备一个以上的处理器和一个以上的存储装置。各处理器可以包括单一或多个运算单元或处理内核。处理器例如可以作为中央处理装置、微处理器、微计算机、微控制器、数字信号处理器、状态机、逻辑电路、图形处理装置、芯片上系统、和/或根据控制指示来操作信号的任意的装置来实现。

[0037] 生产实绩数据分析装置100的功能也可以通过包含多个计算机的计算机系统的分散处理来实现。多个计算机经由网络相互通信,由此协调地执行处理。

[0038] 图3表示生产实绩表210的结构例子。生产实绩表210存储在生产实绩数据存储区域121中,是确定生产工序中的过去的实绩的信息的例子。在生产实绩数据分析装置100中预先准备有生产实绩表210。生产实绩表210具有作业ID栏211、工序ID栏212、工序号栏213、开始时刻栏214、完成时刻栏215、属性信息栏216。根据作业ID和工序号来确定本表的各行。

[0039] 作业ID栏211存储确定各任务的信息。工序ID栏212存储确定各工序的信息。工序号栏213存储该作业的该工序的工序号的信息。工序号是确定各作业的生产对象物所通过的工序的顺序的信息。

[0040] 在开始时刻栏214和完成时刻栏215中,存储各作业在各工序中的实绩执行开始时刻(在本例子中用日期时间表示)和实绩执行完成时刻(在本例子中用日期时间表示)的信息。在属性信息栏216中,存储与该作业和该工序有关的属性信息。属性信息例如是确定该作业的生产对象物的品种名、大小、交货期、在该作业的该工序中使用的设备、实施的工作人员的信息。

[0041] 图4表示事件表220的结构例子。事件表220存储在事件概要数据存储区域122中,是各作业被选择为下一个执行的作业的事件的概要信息的例子。如后述那样,通过事件数据生成部131和事件可靠度计算部134生成事件表220的信息。

[0042] 事件表220具有事件ID栏221、事件发生时刻栏222、工序ID栏223、选择作业ID栏224、事件可靠度栏225、过滤器排除栏226,根据事件ID确定各行。事件ID栏221存储确定各事件的信息。事件发生时刻栏222存储各事件发生的日期时间的信息。

[0043] 工序ID栏223、存储确定各事件发生的工序的信息。选择作业ID栏224存储确定在各事件中被选择为下一个作业的作业的信息。事件可靠度栏225存储通过事件可靠度计算部134计算出的各事件的可靠度的信息。过滤器排除栏226存储通过事件过滤部135排除了的事件的信息。

[0044] 图5表示事件详细表230的结构例子。事件详细表230存储在事件详细数据存储区域123中,是各事件的详细信息的例子。如后述那样通过事件数据生成部131生成事件详细

表230的信息。事件详细表230具有事件ID栏231、等待执行作业ID栏232。事件ID栏231存储确定各事件的信息。等待执行作业ID栏232存储确定各事件发生时的等待执行作业的信息。

[0045] 图6表示开工顺序规则模型表240的结构例子。开工顺序规则模型表240存储在开工顺序规则模型数据存储区域124中,是与根据上述事件表220和事件详细表230导出的开工顺序规则模型有关的信息的例子。

[0046] 开工顺序规则模型表240具有模型ID栏241、模型对象栏242。模型ID栏241存储确定各开工顺序规则模型的信息。模型对象栏242存储保有各模型的详细信息的模型数据构造体对象(object)。

[0047] 例如,在使用神经网络作为开工顺序规则模型的情况下,模型数据构造体对象为由神经网络的输入输出变量、隐藏层的单元数、输入层-隐藏层及隐藏层-输出层的加权系数值和偏置系数值、各层的激活函数等信息构成的数据构造体对象。但是,用作开工顺序规则模型的方法并没有限定。对于开工顺序规则模型,只要是等待执行的作业群的信息作为输入、将下一个选择的作业的推定结果作为输出的模型,则可以是任意类型的模型。

[0048] 图7表示选择作业推定结果表250的结构例子。选择作业推定结果表250存储在选择作业推定结果数据存储区域125中,是根据各开工顺序规则模型推定出的各事件的选择作业的信息的例子。如后述那样,选择作业推定结果表250的信息由选择作业推定部133生成。

[0049] 选择作业推定结果表250具有事件ID栏251、模型ID栏252、推定选择作业ID栏253,根据事件ID和模型ID确定各行。事件ID栏251存储确定各事件的信息。模型ID栏252存储确定各开工顺序规则模型的信息。推定选择作业ID栏253存储在各事件中确定由各开工顺序规则模型推定出的各事件的选择作业的信息。

[0050] 图8表示控制部130的处理流程。以下,按照本流程,说明本实施方式的处理。通过事件数据生成部131执行步骤S100。事件数据生成部131根据生产实绩表210中,生成事件表220和事件详细表230。

[0051] 具体地说,事件数据生成部131根据生产实绩表210,将某工序中的某作业的执行实绩看作为该工序中的该作业的选择事件,生成事件概要数据,存储到事件表220中。对于该事件的发生时刻,使用该工序中的该作业的执行开始时刻。

[0052] 接着,事件数据生成部131从生产实绩表210取得该事件的等待执行作业群,存储到事件详细表230中。具体地说,事件数据生成部131在生产实绩表210中,取得该工序的执行开始时刻比事件发生时刻晚、并且该工序的前工序的执行完成时刻比事件发生时刻早的作业群作为等待执行作业群。该工序的前工序表示各作业的该工序的上一个工序号的工序。前工序不存于生产实绩表210中的作业不包含在等待执行作业群中。

[0053] 如以上那样,事件数据生成部131根据作业的执行开始时刻和执行完成时刻,对作为事件下一个执行的作业而选择出的作业和执行等待作业进行确定。由此,能够根据生产实绩数据,抽出适当的事件数据。

[0054] 通过开工顺序规则模型导出部132执行步骤S200。开工顺序规则模型导出部132根据由事件数据生成部131生成的事件表220和事件详细表230,导出开工顺序规则模型,将该信息存储到开工顺序规则模型表240中。对每个工序生成多个开工顺序规则模型。通过开工顺序规则模型导出部132的处理,能够对每个工序生成适当的开工顺序规则模型。

[0055] 具体地说,开工顺序规则模型导出部132将各事件的等待执行作业群的信息作为说明变量、将各事件的选择作业作为标签来处理,通过回归或种类(class)分类等机器学习方法,导出开工顺序规则模型。开工顺序规则模型导出部132将开工顺序规则模型的信息存储到开工顺序规则模型表240中。

[0056] 开工顺序规则模型根据输入的等待执行作业群的信息,推定选择作业(将选择作业作为标签输出)。开工顺序规则模型的输入也包括与等待执行作业群的信息不同的信息。例如,输入也可以包括该工序的过去的作业的历史记录的信息、在该工序中使用的设备的模式的信息等选择作业的工序的环境的信息。

[0057] 作为说明变量使用的等待执行作业群的信息例如可以包括各等待执行作业的等待时间(例如从前工序完成日期时间到事件发生日期时间为止的时间)、生产对象物的品种名/交货期等作业属性信息。另外,作为机器学习方法,例如可以使用决策树、神经网络等方法。但是,本实施方式并不限定作为说明变量使用的信息、机器学习方法。

[0058] 另外,在本实施方式中,开工顺序规则模型导出部132根据事件表220和事件详细表230,针对各工序导出由多个不同的开工顺序规则模型构成的开工顺序规则模型群。例如,开工顺序规则模型导出部132可以使用多个不同的机器学习方法、例如决策树、神经网络等不同种类的模型,导出多个开工顺序规则模型。

[0059] 或者,开工顺序规则模型导出部132也可以对事件表220的事件概要数据进行N分割,使用被分割出的N分区的数据,分别导出开工顺序规则模型。通过按照时刻来分区数据,能够减少信息的重复。作为例子,多个数据分区分别是事件数据不同的期间的数据,期间分别分离,不包含重复部分。作为例子,在数据分区的期间之间设置有规定的间隔。由此,能够构筑多样性更高的模型。在其他的例子中,也可以按每个工作人员来分割事件数据。

[0060] 在其他的例子中,开工顺序规则模型导出部132也可以导出同一种类的模型但参数不同的多个不同的开工顺序规则模型。或者,多个开工顺序规则模型可以包括通过不同的方法生成的开工顺序规则模型,各开工顺序规则模型也可以使用多个不同的方法生成。例如,开工顺序规则模型导出部132也可以对事件数据进行分割,使用不同的数据区,根据不同种类的模型,导出多个不同的开工顺序规则模型。根据这些方法,能够构筑多样性高的模型。

[0061] 如上述那样,多个开工顺序规则模型的至少一部分开工顺序规则模型也可以是通过相互不同的机器学习方法构成的模型。另外,也可以根据相互不同的数据组,训练多个开工顺序规则模型的至少一部分开工顺序规则模型。

[0062] 通过选择作业推定部133执行步骤S300。选择作业推定部133使用通过开工顺序规则模型导出部132导出的多个开工顺序规则模型,计算各事件中的选择作业的推定结果。具体地说,选择作业推定部133针对各开工顺序规则模型,输入各事件中的等待执行作业群的信息和其他必要的信息,推定选择作业,将该推定结果存储到选择作业推定结果表250。

[0063] 选择作业推定部133可以在用于生成多个开工顺序规则模型的实绩数据、即事件表220和事件详细表230中,决定事件的选择作业,也可以在其他实绩数据中,决定事件的选择作业。

[0064] 通过事件可靠度计算部134执行步骤S400。事件可靠度计算部134使用通过选择作业推定部133计算出的各事件中的开工顺序规则模型各自的选择作业推定结果,计算各事

件的可靠度。具体地说,事件可靠度计算部134根据推定结果分别所示的作业与在生产实绩数据中选择出的作业的一致不一致,确定事件的可靠度。事件可靠度计算部134将该计算出的可靠度存储到事件表220的事件可靠度栏225中

[0065] 可靠度是事件与生产现场的默认规则匹配的可靠度。说明可靠度的计算方法的例子。设某事件 E_i 中的实际的选择作业为 J_i ,基于开工顺序规则模型 D_k ($k=1,2,\dots,K$, K 为开工顺序规则模型数)的事件 E_i 的推定选择作业为 $D_j(E_i)$ 。事件可靠度计算部134将根据以下的公式(1)计算的 R_i 计算为事件 E_i 的可靠度。

[0066] [公式1]

$$[0067] \quad R_i = \frac{\sum_{k=1}^K \delta(D_k(E_i)=J_i)}{K}$$

[0068] 在此, $\delta(\cdot)$ 是在括号内的逻辑公式正确时为1、错误时为0的函数。根据公式(1)计算的可靠度对于某事件来说,在全部的开工顺序规则模型的推定选择作业与实际的选择作业一致的情况下为1,在全部的开工顺序规则模型的推定选择作业与实际的选择作业不同的情况下为0。将在更多的开工顺序规则模型中正确选择了选择作业的事件确定为可靠度更高的事件。

[0069] 通过事件过滤部135和开工顺序规则模型导出部132执行步骤S500。事件过滤部135根据通过事件可靠度计算部134计算出的各事件的可靠度,对事件进行过滤。开工顺序规则模型导出部132使用过滤后的事件数据,导出新的一或多个开工顺序规则模型。

[0070] 具体地说,事件过滤部135参照与事件可靠度对应的阈值,抽出只由可靠度比该阈值高的事件构成的事件数据,并包含到用于生成新的开工顺序规则模型的训练数据中。事件过滤部135将表示排除了的事件的信息输入到事件表220的过滤排除栏226中。这样,事件过滤部135根据可靠度,判定是否将事件包含到用于生成新的开工顺序规则模型的训练数据中。

[0071] 开工顺序规则模型导出部132使用所抽出的事件数据(训练数据),导出新的一或多个开工顺序规则模型,将该信息存储到开工顺序规则模型表240中。新生成的开工顺序规则模型可以具有与在抽出可靠度高的事件时使用的多个开工顺序规则模型的任意一个都不同的结构,也可以具有与任意一个模型相同的结构。

[0072] 例如可以根据这些选择作业的多数决定来决定基于多个开工顺序规则模型的选择作业。或者,也可以取得与各开工顺序规则模型输出的等待执行作业分别对应的选择的概率,根据各等待执行作业的概率的统计值来决定选择作业。

[0073] 如上述那样,通过抽出可靠度高的事件数据,作为训练数据来使用,能够构筑符合生产现场的实际的开工顺序规则的开工顺序规则模型。由此,提高了将来的生产预测的精度,提高了生产计划的实现可能性、适合性。

[0074] 参照图2说明的显示部140使用存储在存储部120中的信息,通过输出设备151提示规定的信息。例如,显示部140提示基于各工序的开工顺序规则模型群的推定结果的信息。由此,用户能够确认过滤的内容。图9表示通过输出设备151显示的图像的一个例子。图9所示的图像是一个例子,只要能够提示同样的信息,则可以使用任意的图像。

[0075] 如图9所示,显示部140显示的图像例如具有工序选择区域141、选择作业正确率显示区域142、事件列表显示区域143、事件可靠度图表显示区域144、事件选择区域145、事件

详细信息显示区域146。

[0076] 选择作业正确率显示区域142显示在工序选择区域141中选择出的工序中的基于一或多个开工顺序规则模型的选择作业推定的正确率和其他信息。选择作业正确率显示区域142显示出在实施基于事件可靠度的事件数据的过滤前后的准确率。根据正确率,用户能够了解所构筑的一或多个开工顺序规则模型的精度。

[0077] 在选择作业正确率显示区域142中,事件数栏表示在图8的步骤S500中为了构筑一或多个开工顺序规则模型所使用的事件数据的过滤前后的事件数。选择作业推定正确率栏表示根据过滤前的事件数据而构筑的一或多个开工顺序规则模型的正确率、根据过滤后的事件数据构筑的一或多个开工顺序规则模型的正确率。在本例子中,用于计算正确率的事件数据与用于构筑开工顺序规则模型的训练数据不同。

[0078] 过滤前后的事件数表示与作业选择的默认规则的存在有关的信息。例如,在过滤后的事件数相对于过滤前的事件数有很大减少的情况下,有可能可靠度的阈值不适当、或不存在作业选择的明确的默认规则。正确率针对与基于过滤后数据的开工顺序规则模型的适当性进行信息提示。在过滤后的正确率低或过滤前后的正确率没有很大变化的情况下,有可能开工顺序规则模型不适当。

[0079] 事件列表显示区域143显示在工序选择区域141中选择出的工序中的事件的列表。事件列表显示区域143显示在事件详细信息显示区域146中显示详细信息的事件候选的列表。用户能够参照事件列表显示区域143选择显示详细的事件。

[0080] 事件可靠度图表显示区域144表示生产实绩数据的事件的可靠度和事件数之间的关系。具体地说,事件可靠度图表显示区域144显示为了开工顺序规则模型的训练而使用的事件数据的每个事件可靠度的事件数直方图。事件可靠度图表显示区域144还明示出通过过滤而排除了的事件和没有排除的事件的可靠度。事件数直方图表示与默认规则的存在有关的信息。在直方图中,在于接近1的可靠度中存峰值的情况下,默认规则存在的可能性高,在接近0的可靠度中存在峰值的情况下,默认的规则不存在的可能性高。另外,直方图表示适当的可靠度阈值的信息。

[0081] 事件详细信息显示区域146表示在事件选择区域145中指出的事件的实绩和基于与指定的事件对应的多个开工顺序规则模型的推定结果之间的关系。具体地说,事件详细信息显示区域146显示指定的事件的等待执行作业的列表、各作业的属性信息、各开工顺序规则模型的选择作业推定结果。实绩选择栏表示在事件中实际选择出的作业。各模型推定选择作业栏表示为了事件数据的过滤而使用的开工顺序规则模型分别针对所选择的事件而推定出的选择作业。

[0082] 事件详细信息显示区域146表示与各开工顺序规则模型的选择作业推定的妥当性有关的信息。例如在图9的例子中,在实际的事件中选择了作业J002,但很多开工顺序规则模型推定作业J006作为选择作业。因此,能够推定为符合默认规则的选择作业是作业J006,而实际的事件不符合默认规则。另一方面,在开工顺序规则模型的推定结果分散的情况下,有可能该推定不妥当,并不存在默认规则。

[0083] 在一个例子中,用户能够参照事件详细信息显示区域146的信息,修正事件数据的过滤。具体地说,根据用户指定,输入部110更新事件表220。开工顺序规则模型导出部132根据更新后的事件数据(训练数据),再次构筑一或多个开工顺序规则模型。由此,能够得到更

适当的训练数据。

[0084] 在图9所示的例子中,如事件列表显示区域143所示那样,通过过滤而排除事件E002。这是因为虽然实际的事件选择了作业J002,但很多开工顺序规则模型推定作业J006作为选择作业。

[0085] 例如,用户将该事件的选择作业变更为作业J006,并经由输入部110追加到用于构筑新的开工顺序规则模型的事件数据(训练数据)中。相反,用户也可以从所抽出的事件数据(训练数据)中,排除判定为不适当的事件。

[0086] 生产实绩数据分析装置100也可以只执行上述处理的一部分。例如,也可以省略原始事件数据的生成、用于过滤的多个开工顺序规则模型群的构筑、以及新的开工顺序规则模型的构筑的全部或一部分。

[0087] 图10是本实施方式的生产计划制定系统的概要图。生产计划制定系统具备生产实绩数据分析装置100、生产实绩管理装置200、以及生产计划制定装置300,它们能够经由网络400进行信息的收发。生产实绩管理装置200向生产实绩数据分析装置100和生产计划制定装置300发送生产实绩数据。生产实绩数据分析装置100向生产计划制定装置300发送各工序的开工顺序规则模型。生产计划制定装置300在将来的生产预测中决定各工序的开工顺序时,使用接收到的开工顺序规则模型。生产计划制定装置300基于该生产预测,制定将来的生产计划。

[0088] 此外,本发明并不限于上述实施方式,包含各种变形例子。例如为了容易理解地说明本发明而详细说明了上述实施方式,并不一定限于具备所说明的全部结构。另外,能够将某实施方式的结构的一部分替换为其他实施方式的结构,另外也能够向某实施方式的结构追加其他实施方式的结构。另外,能够对各实施方式的结构的一部分,进行其他结构的追加/删除/置换。

[0089] 另外,例如也可以通过用集成电路进行设计等,而用硬件实现上述各结构/功能/处理部等的一部分或全部。另外,也可以通过由处理器解释并执行实现各个功能的程序,而用软件实现上述各结构、功能等。可以将实现各功能的程序、表、文件等信息放置在存储器、硬盘、SSD(固态驱动器)等记录装置、或IC卡、SD卡等记录介质中。

[0090] 另外,表示出认为是说明上必要的控制线、信息线,并不一定限于在产品上表示出全部的控制线、信息线。实际上也可以考虑将几乎全部的结构相互连接起来。

[0091] 附图标记说明

[0092] 10:工序;11:前工序;12:后工序;14:作业;14A:选择作业;100:生产实绩数据分析装置;110:输入部;120:存储部;121:生产实绩数据存储区域;122:事件概要数据存储区域;123:事件详细数据存储区域;124:开工顺序规则模型数据存储区域;125:选择作业推定结果数据存储区域;130:控制部;131:事件数据生成部;132:开工顺序规则模型导出部;133:选择作业推定部;134:事件可靠度计算部;135:事件过滤部;140:显示部;141:工序选择区域;142:选择作业正确率显示区域;143:事件列表显示区域;144:事件可靠度图表显示区域;145:事件选择区域;146:事件详细信息显示区域;151:输出设备;200:生产实绩管理装置;210:生产实绩表;220:事件表;230:事件详细表;240:开工顺序规则模型表;250:选择作业推定结果表;300:生产计划制定装置;310:处理器;320:存储器;321:事件数据生成程序;322:开工顺序规则模型导出程序;323:选择作业推定程序;324:事件可靠度计算程序;325:

事件过滤程序;326:用户界面程序;330:辅助存储装置;340:网络接口;345:I/O接口;351:输入设备;352:输出设备;400:网络。

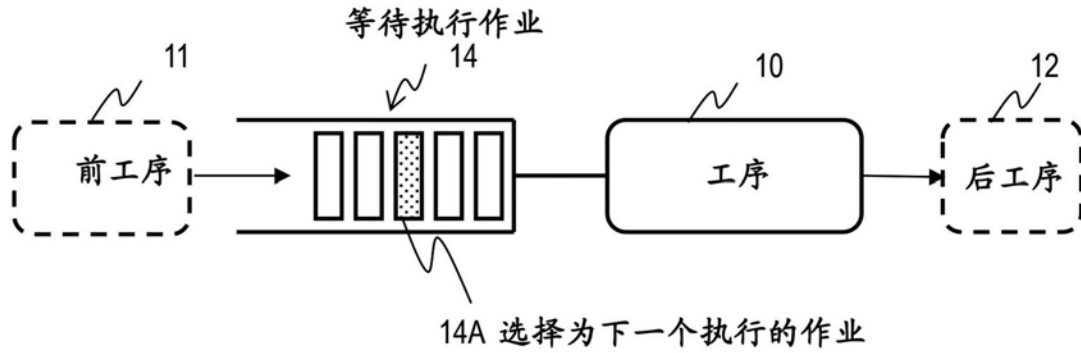


图1

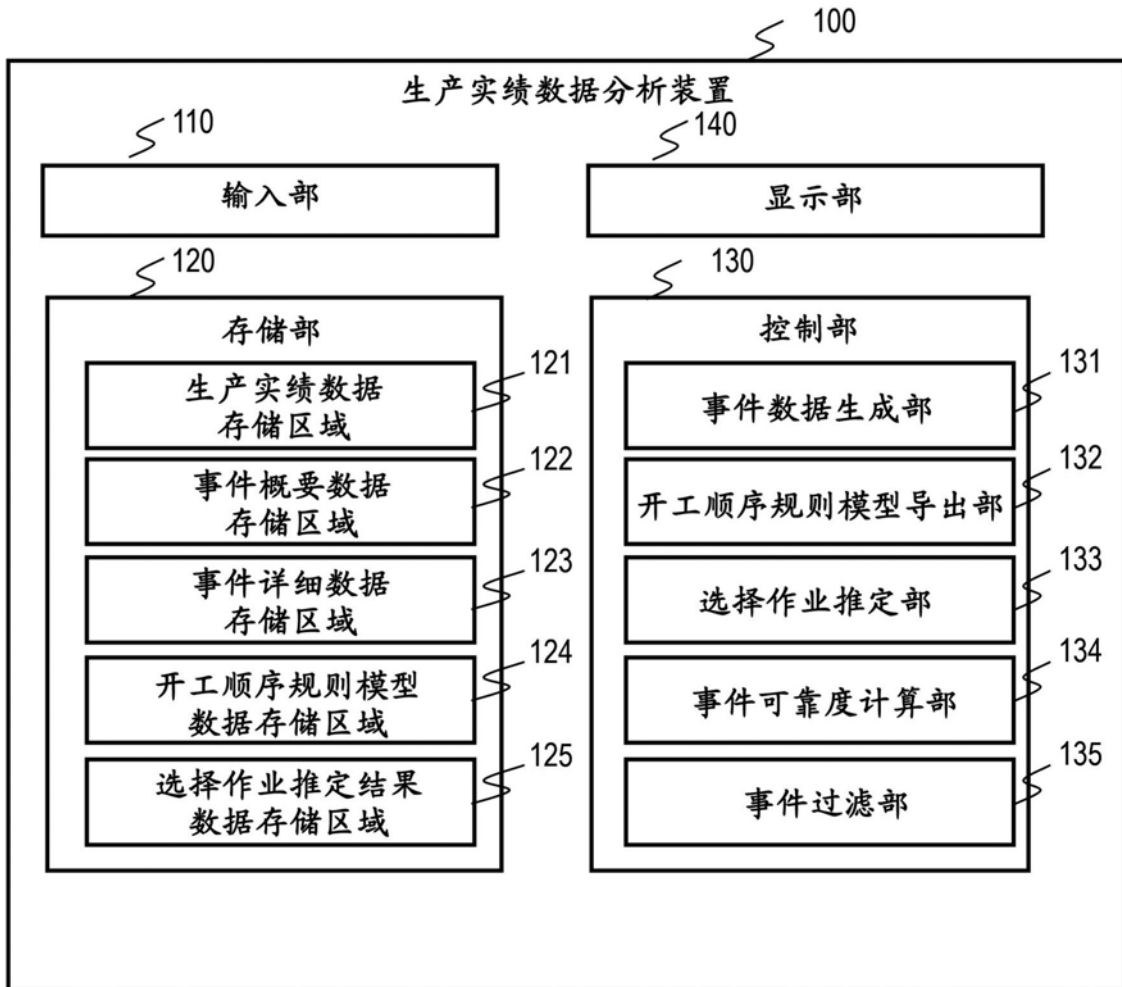


图2A

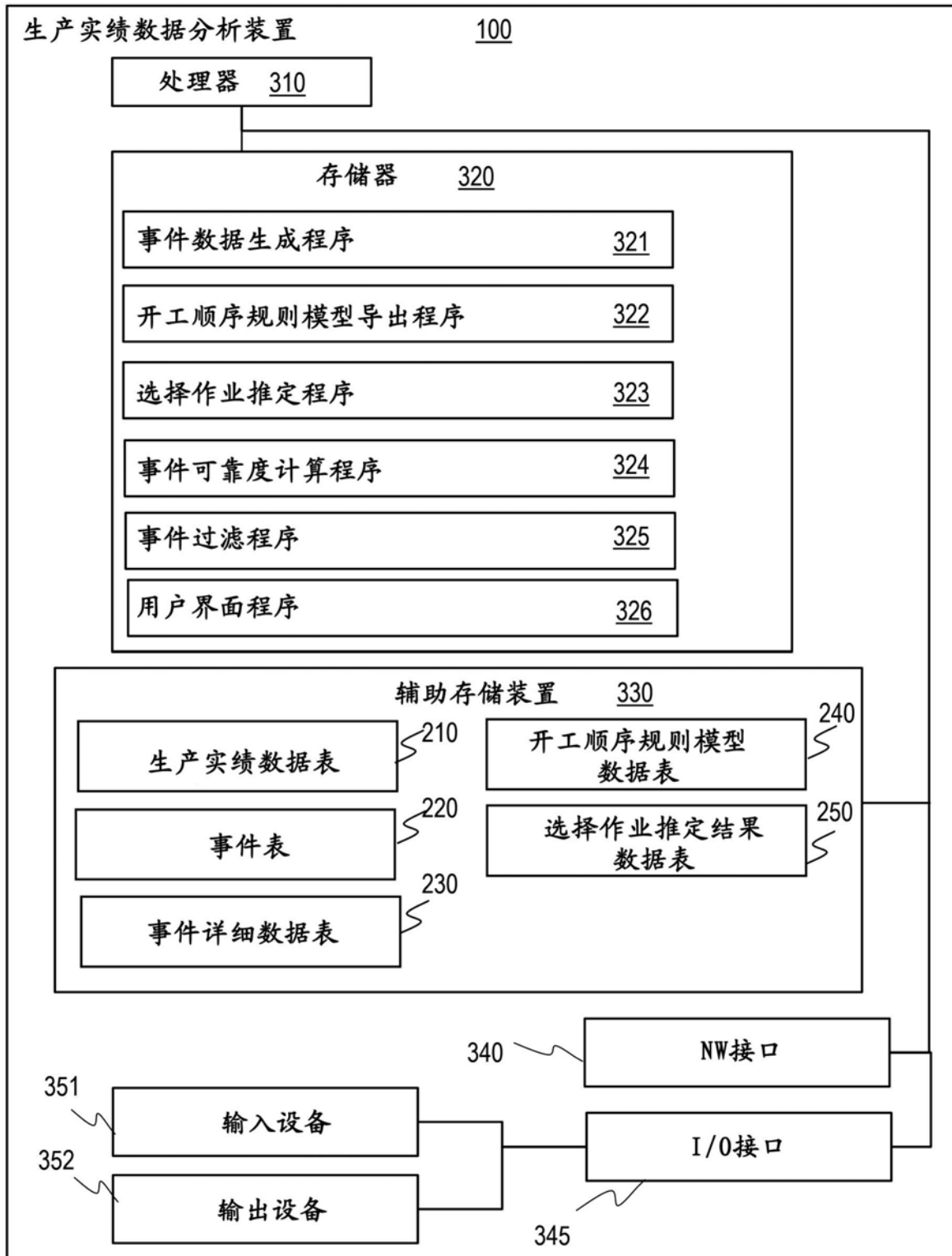


图2B

作业ID	工序ID	工序号	开始时刻	完成时刻	属性信息
J001	P001	1	2018/1/1 09:28	2018/1/1 09:37	***
J001	P025	2	2018/1/1 10:21	2018/1/1 10:30	***
J001	P048	3	2018/1/1 12:08	2018/1/1 12:35	***
:	:	:	:	:	:
J002	P002	1	2018/1/1 09:38	2018/1/1 09:50	***
J002	P025	2	2018/1/1 10:31	2018/1/1 10:45	***
:	:	:	:	:	:

图3

事件ID	事件发生时刻	工序ID	选择作业ID	事件可靠度	过滤器排除
E001	2018/1/1 10:21	P025	J001	1.0	
E002	2018/1/1 10:31	P025	J002	0.7	✓
:	:	:	:	:	

图4

事件ID	等待执行作业ID
E001	J001
E001	J002
E001	J007
:	:
E002	J002
E002	J007
:	:

图5

模型ID	模型对象
M001	Object-M001
M002	Object-M002
:	:

图6

事件ID	模型ID	推定选择作业ID
E001	M001	J001
E001	M002	J001
E001	M003	J001
:	:	
E002	M001	J002
E002	M002	J007
:	:	

图7

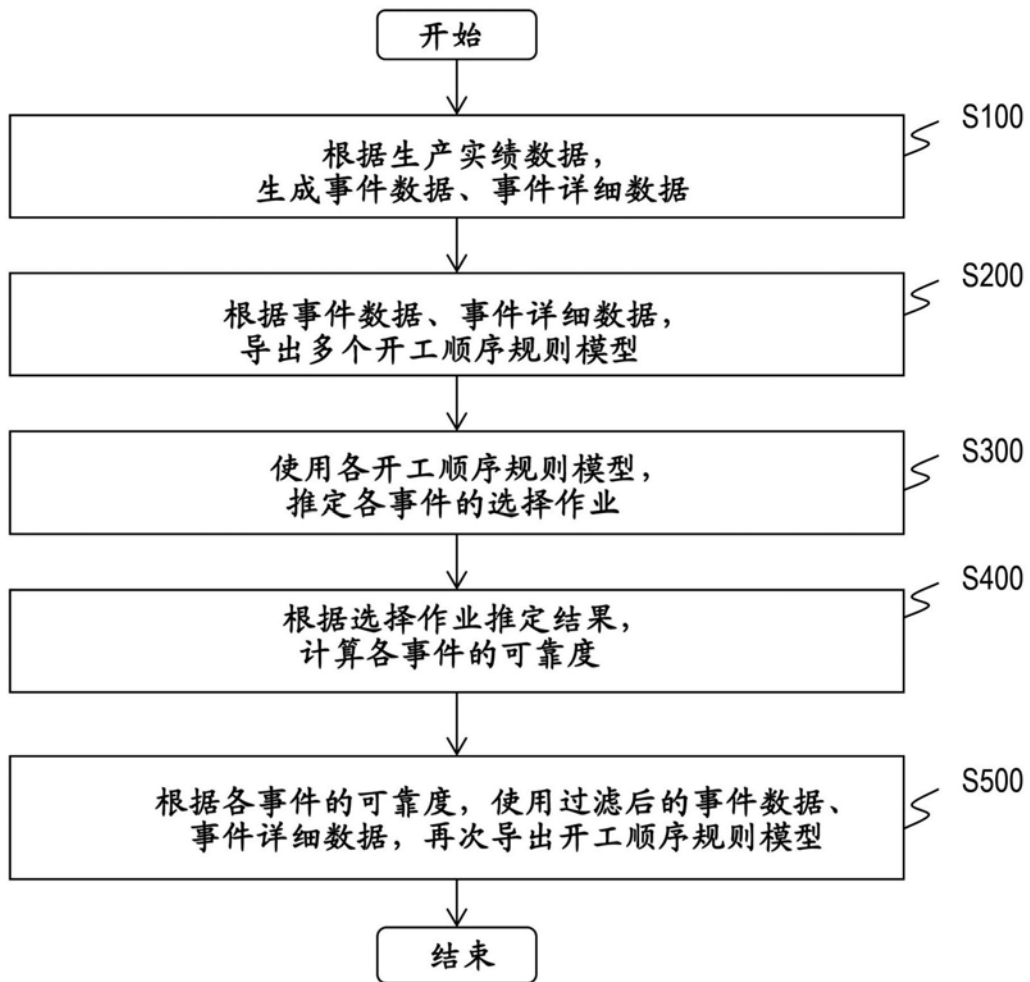


图8

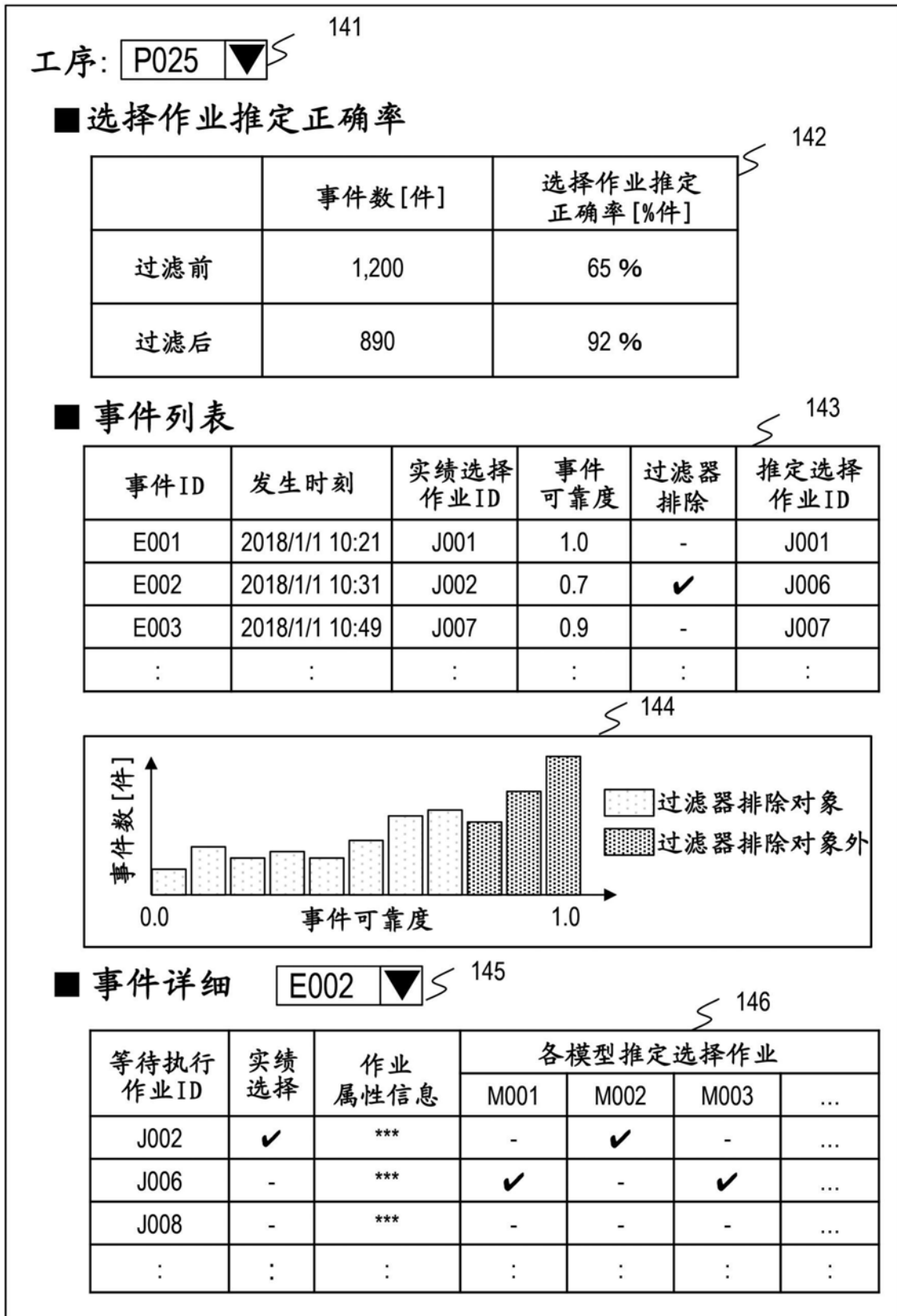


图9

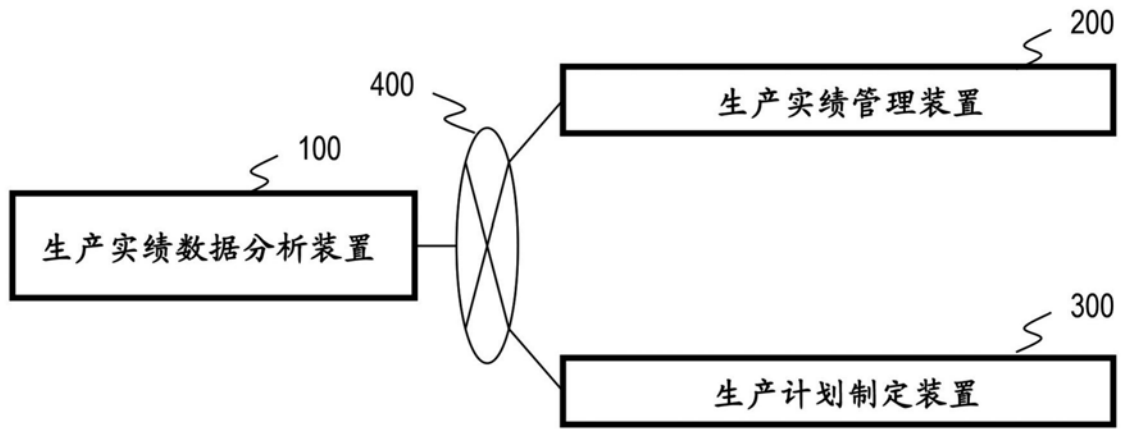


图10