(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119631092 A
(43)申请公布日 2025.03.14

(21)申请号 202380052362.2
(22)申请日 2023.06.22
(30)优先权数据
2022-113348 2022.07.14 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2025.01.07
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2023/023072 2023.06.22
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2024/014251 JA 2024.01.18
(71)申请人 东京毅力科创株式会社
地址 日本
申请人 国立大学法人筑波大学
(72)发明人 田村淳 守屋刚 片冈勇树
今仓晓 樱井铁也 二村保德
叶秀彩
(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
专利代理师 宋魏魏
(51)Int.Cl.
G06N 20/00(2006.01)
G06Q 50/04(2006.01)

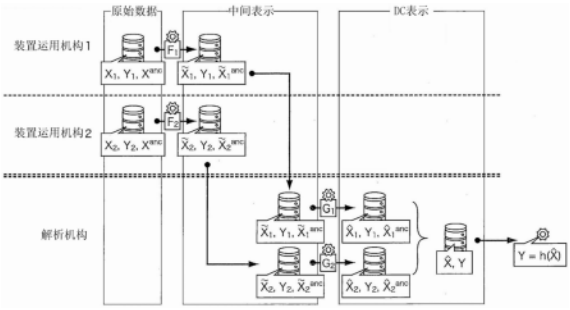
权利要求书3页 说明书8页 附图6页

(54)发明名称

信息处理方法、信息处理系统以及计算机程序

(57)摘要

本发明提供信息处理方法、信息处理系统以及计算机程序。从各装置获取对在多个装置中个别地使用的第一数据应用中间表示转换函数而得到的第一中间表示,从各装置获取对在多个装置中共通地使用的第二数据应用中间表示转换函数而得到的第二中间表示,按使对从各装置获取到的每一个第二中间表示应用整合表示转换函数而得到的整合表示的差最小化的方式,调整整合表示转换函数的参数,基于从各装置获取到的每一个第一中间表示以及参数经调整的整合表示转换函数,导出对多个装置间的机械误差进行修正的机械误差修正函数。



CN 119631092 A

1.一种信息处理方法,由计算机执行处理:

从各装置获取对在多个装置中个别地使用的第一数据应用中间表示转换函数而得到的第一中间表示,

从各装置获取对在上述多个装置中共通地使用的第二数据应用上述中间表示转换函数而得到的第二中间表示,

按使对从各装置获取到的每一个第二中间表示应用整合表示转换函数而得到的整合表示的差最小化的方式,调整上述整合表示转换函数的参数,

基于从各装置获取到的每一个第一中间表示以及上述参数经调整的整合表示转换函数,导出对上述多个装置间的机械误差进行修正的机械误差修正函数。

2.根据权利要求1所述的信息处理方法,其中,

设定使用整合表示来分类各装置的分类问题,

按使通过求解所设定的分类问题而得到的分类误差最大化的方式,导出机械误差修正函数。

3.根据权利要求1所述的信息处理方法,其中,

通过用于对上述第一数据的平均的差进行修正的移位矩阵和用于对方差-协方差的差进行修正的旋转矩阵描述上述机械误差修正函数,

通过将上述移位矩阵以及上述旋转矩阵分别描述为系数矩阵以及对角矩阵的线性组合,并将上述系数矩阵放在第一中间表示的外侧以使其最优化,从而导出上述机械误差修正函数。

4.根据权利要求1所述的信息处理方法,其中,

根据上述第一数据的输入而获取从各装置输出的响应数据,

在将针对上述第一数据的机械误差修正完毕的整合表示和获取到的响应数据使用于训练数据,输入机械误差修正完毕的整合表示的情况下,生成输出响应数据的预测值的预测模型。

5.根据权利要求4所述的信息处理方法,其中,

根据从各装置得到的响应数据与上述预测模型的预测值的背离度,来判断是否需要更新上述预测模型,

在判断为需要更新的情况下,更新上述预测模型。

6.根据权利要求1所述的信息处理方法,其中,

上述装置为半导体制造装置。

7.根据权利要求6所述的信息处理方法,其中,

上述第一数据包含基板处理前的基板测量结果数据、基板处理中的时间序列数据、以及基板处理后的基板测量结果数据中的至少一个。

8.根据权利要求6所述的信息处理方法,其中,

修正对象的机械误差包含与上述半导体制造装置中的基板测量相关的机械误差、与上述半导体制造装置所具备的传感器相关的机械误差、上述半导体制造装置所具备的腔室间的机械误差、包含上述半导体制造装置的单元间的机械误差、与上述半导体制造装置的经年变化相关的机械误差、以及上述半导体制造装置所使用的配方间的差中的至少一个。

9.一种信息处理系统,包含多个运用机构服务器以及解析机构服务器,

上述多个运用机构服务器分别具备：

第一中间表示生成部，对在运用对象的装置中个别地使用的第一数据应用本服务器中准备的中间表示转换函数，来生成第一中间表示；

第二中间表示生成部，对在上述装置间共通地使用的第二数据应用上述中间表示转换函数，来生成第二中间表示；以及

输出部，输出所生成的第一中间表示以及第二中间表示，

上述解析机构服务器具备：

中间表示获取部，获取从各运用机构服务器输出的第一中间表示以及第二中间表示；

整合表示生成部，对获取到的每一个第二中间表示应用整合表示转换函数来生成整合表示；

调整部，按使所生成的整合表示的差最小化的方式，调整上述整合表示转换函数的参数；以及

导出部，基于获取到的每一个第一中间表示以及上述参数经调整的整合表示转换函数，导出对多个装置间的机械误差进行修正的机械误差修正函数。

10.根据权利要求9所述的信息处理系统，其中，

各运用机构服务器具备：

函数获取部，获取由上述解析机构服务器导出的机械误差修正函数；以及

机械误差修正部，基于获取到的机械误差修正函数，对在运用对象的装置中使用的第一数据的机械误差进行修正。

11.根据权利要求9所述的信息处理系统，其中，

上述解析机构服务器还具备：

响应数据获取部，根据上述第一数据的输入而获取从各装置输出的响应数据；以及

模型生成部，在将针对上述第一数据的机械误差修正完毕的整合表示和获取到的响应数据使用于训练数据，输入机械误差修正完毕的整合表示的情况下，生成输出响应数据的预测值的预测模型。

12.根据权利要求11所述的信息处理系统，其中，

上述解析机构服务器还具备：

判断部，根据从各装置得到的响应数据与上述预测模型的预测值的背离度，来判断是否需要更新上述预测模型；以及

更新部，在判断为需要更新的情况下，更新上述预测模型。

13.根据权利要求9所述的信息处理系统，其中，

上述装置为半导体制造装置。

14.根据权利要求13所述的信息处理系统，其中，

上述第一数据包含基板处理前的基板测量结果数据、基板处理中的时间序列数据、以及基板处理后的基板测量结果数据中的至少一个。

15.根据权利要求13所述的信息处理系统，其中，

修正对象的机械误差包含与上述半导体制造装置中的基板测量相关的机械误差、与上述半导体制造装置所具备的传感器相关的机械误差、上述半导体制造装置所具备的腔室间的机械误差、包含上述半导体制造装置的单元间的机械误差、与上述半导体制造装置的经

年变化相关的机械误差、以及上述半导体制造装置所使用的配方间的差中的至少一个。

16.一种计算机程序,用于使计算机执行处理:

从各装置获取对在多个装置中个别地使用的第一数据应用中间表示转换函数而得到的第一中间表示,

从各装置获取对在上述多个装置中共通地使用的第二数据应用上述中间表示转换函数而得到的第二中间表示,

按使对从各装置获取到的每一个第二中间表示应用整合表示转换函数而得到的整合表示的差最小化的方式,调整上述整合表示转换函数的参数,

基于从各装置获取到的每一个第一中间表示以及上述参数经调整的整合表示转换函数,导出对上述多个装置间的机械误差进行修正的机械误差修正函数。

信息处理方法、信息处理系统以及计算机程序

技术领域

[0001] 本发明涉及信息处理方法、信息处理系统以及计算机程序。

背景技术

[0002] 从隐匿性的观点出发,从某种装置得到的数据被限制跨越机构的数据的交接。在该情况下,在各机构中个别地实施从装置得到的数据的解析。例如,在运用多个装置的机构内实施装置间的机械误差修正。另外,在关于装置需要某种预测模型的情况下,仅使用在各机构得到的数据,在各机构中个别地构建预测模型。

[0003] 专利文献1:日本特开2019-165123号公报

发明内容

[0004] 本公开的目的在于,提供能够从多个装置以中间表示这样的隐匿化的状态收集数据,并进行机械误差修正、预测模型的构建的信息处理方法、信息处理系统以及计算机程序。

[0005] 在本公开的信息处理方法中,由计算机执行处理:从各装置获取对在多个装置中个别地使用的第一数据应用中间表示转换函数而得到的第一中间表示,从各装置获取对在上述多个装置中共通地使用的第二数据应用上述中间表示转换函数而得到的第二中间表示,按使对从各装置获取到的每一个第二中间表示应用整合表示转换函数而得到的整合表示的差最小化的方式,调整上述整合表示转换函数的参数,基于从各装置获取到的每一个第一中间表示以及上述参数经调整的整合表示转换函数,导出对上述多个装置间的机械误差进行修正的机械误差修正函数。

[0006] 根据本公开,能够从多个装置以中间表示这样的隐匿化的状态收集数据,并进行机械误差修正、预测模型的构建。

附图说明

[0007] 图1是表示实施方式所涉及的信息处理系统的结构例的示意图。

[0008] 图2是表示运用机构服务器的内部结构的框图。

[0009] 图3是表示解析机构服务器的内部结构的框图。

[0010] 图4是对训练阶段中的处理的概况进行说明的说明图。

[0011] 图5是表示训练阶段中的处理的执行步骤的流程图。

[0012] 图6是表示运用阶段中的处理的执行步骤的流程图。

[0013] 图7是表示由实施方式2所涉及的解析机构服务器执行的处理的步骤的流程图。

具体实施方式

[0014] 以下,参照附图对一个实施方式进行说明。

[0015] (实施方式1)

[0016] 图1是表示实施方式所涉及的信息处理系统的结构例的示意图。实施方式所涉及的信息处理系统具备:分别设置于多个装置运用机构MF1、MF2、…、MFn的多个运用机构服务器100-1、100-2、…、100-n、以及设置于解析机构AF的解析机构服务器200。n为2以上的整数。运用机构服务器100-1、100-2、…、100-n与解析机构服务器200分别经由通信网络NW连接为能够通信。

[0017] 运用机构服务器100-1是设置于装置运用机构MF1的服务器装置。在装置运用机构MF1中,运用装置120-1。在图1的例子中,为了简化,仅记载1台装置120-1,但在装置运用机构MF1中运用的装置的台数也可以为2台以上。装置运用机构MF1的一例为半导体制造商,装置120-1的一例为半导体制造装置。

[0018] 运用机构服务器100-1保持在装置120-1中个别地使用的数据(第一数据)和在多个装置运用机构MF1～MFn中共通地使用的数据(第二数据)。在以下的说明中,将在装置120-1中个别地使用的数据也记载为原始数据,将在各机构中共通地使用的数据也记载为锚数据。

[0019] 原始数据可以包含无法提供给其它机构的隐匿信息。在装置运用机构MF1的装置120-1为半导体制造装置的情况下,原始数据包含基板处理前的基板测量结果数据、基板处理中的时间序列数据、以及基板处理后的基板测量结果数据中的至少一个。

[0020] 从信息的隐匿化的观点出发,运用机构服务器100-1无法直接将原始数据提供给解析机构服务器200。因此,运用机构服务器100-1在将原始数据提供给解析机构服务器200时,使用本服务器中固有的中间表示转换函数F_1将原始数据转换为中间表示,并将转换后的中间表示提供给解析机构服务器200。

[0021] 另外,运用机构服务器100-1使用相同的中间表示转换函数F_1将锚数据转换为中间表示,并将转换后的锚数据的中间表示与转换后的原始数据的中间表示一同提供给解析机构服务器200。以下,将原始数据的中间表示也记载为原始数据中间表示,将锚数据的中间表示也记载为锚数据中间表示。

[0022] 关于其它运用机构服务器100-2、…、100-n也是同样的。运用机构服务器100-i(i为2～n的整数)保持在装置120-i中个别地使用的原始数据以及在各机构中共通地使用的锚数据。另外,运用机构服务器100-i使用各自固有的中间表示转换函数F_i将原始数据以及锚数据分别转换为中间表示并提供给解析机构服务器200。

[0023] 解析机构服务器200是设置于解析机构AF的服务器装置。解析机构服务器200从各运用机构服务器100-1、100-2、…、100-n获取原始数据中间表示以及锚数据中间表示。解析机构服务器200基于从各运用机构服务器100-1、100-2、…、100-n获取到的原始数据中间表示,生成机械误差修正函数以及预测模型。机械误差修正函数是用于修正各装置120-1、120-2、…、120-n的机械误差的函数,能够基于原始数据中间表示而导出。预测模型是在输入原始数据的情况下,输出各装置120-1、120-2、…、120-n中的响应数据的估计值的模型,能够基于机械误差修正函数、原始数据中间表示来导出。解析机构服务器200将所生成的机械误差修正函数以及预测模型提供给各运用机构服务器100-1、100-2、…、100-n。

[0024] 在以下的说明中,在不需要区分运用机构服务器100-1、100-2、…、100-n来进行说明的情况下,也仅表述为运用机构服务器100。

[0025] 图2是表示运用机构服务器100的内部结构的框图。运用机构服务器100是专用或

者通用的服务器,具备控制部101、存储部102、连接部103、通信部104、操作部105、显示部106等。

[0026] 控制部101具备CPU(Central Processing Unitt:中央处理器)、ROM(Read Only Memory:只读存储器)、RAM(Random Access Memory:随机存取存储器)等。在控制部101所具备的ROM中存储对运用机构服务器100所具备的硬件各部的动作进行控制的控制程序等。控制部101内的CPU通过读入并执行存储于ROM的控制程序、存储于存储部102的各种计算机程序来控制硬件各部的动作,从而使装置整体作为本公开的运用机构服务器100发挥功能。在控制部101所具备的RAM暂时存储在运算的执行中利用的数据。

[0027] 在实施方式中,设控制部101为具备CPU、ROM、以及RAM的结构,控制部101的结构不限于上述的结构。控制部101例如也可以是具备GPU(Graphics Processing Unit:图形处理单元)、FPGA(Field Programmable Gate Array:现场可编程门阵列)、DSP(Digital Signal Processor:数字信号处理器)、量子处理器、易失性或者非易失性的存储器等的1个或者多个控制电路或者运算电路。另外,控制部101也可以具备输出日期时间信息的时钟、对赋予测量开始指示到赋予测量结束指示为止的经过时间进行测量的计时器、对数量进行计数的计数器等的功能。

[0028] 存储部102具备HDD(Hard Disk Drive:硬盘驱动器)、SSD(Solid State Drive:固态驱动器)、EEPROM(Electronically Erasable Programmable Read Only Memory:电可擦除可编程只读存储器)等存储装置。在存储部102存储由控制部101执行的各种计算机程序、由控制部101利用的各种数据。

[0029] 连接部103具备用于连接装置120-1(或者120-2～120-n)的连接接口。连接接口既可以是有线的接口,也可以是无线的接口。运用机构服务器100从与连接部103连接的装置120-1获取原始数据。

[0030] 通信部104具备用于在与包含解析机构服务器200的外部装置之间发送接收各种数据的通信接口。作为通信部104所具备的通信接口,例如能够使用依据LAN(Local Area Network:区域网络)等通信标准的通信接口。通信部104在被从控制部101输入应发送的数据的情况下,向目的地的外部装置发送数据,在接收到从外部装置发送来的数据的情况下,将接收到的数据输出到控制部101。

[0031] 操作部105具备触摸面板、键盘、开关等操作器件,受理用户等的各种操作以及设定。控制部101基于从操作部105提供的各种操作信息而进行适当的控制,并根据需要将设定信息存储于存储部102。

[0032] 显示部106具备液晶监视器、有机EL(Electro-Luminescence:电致发光)等显示器件,并根据来自控制部101的指示而显示应向用户等报告的信息。

[0033] 此外,本实施方式中的运用机构服务器100既可以是单一的服务器,也可以是由多个服务器、周边机器等构成的服务器系统。另外,运用机构服务器100既可以是实体被虚拟化的虚拟机,也可以是云。而且,运用机构服务器100也可以设置于各装置120-1、120-2、…、120-n。

[0034] 图3是表示解析机构服务器200的内部结构的框图。解析机构服务器200是专用或者通用的服务器,具备控制部201、存储部202、通信部203、操作部204、显示部205等。

[0035] 控制部201具备CPU、ROM、RAM等。在控制部201所具备的ROM存储有对解析机构服务

器200所具备的硬件各部的动作进行控制的控制程序等。控制部201内的CPU通过读入并执行存储于ROM的控制程序、存储于存储部202的各种计算机程序来控制硬件各部的动作,从而使装置整体作为本公开的解析机构服务器200发挥功能。在控制部201所具备的RAM暂时存储在运算的执行中利用的数据。

[0036] 在实施方式中,设控制部201为具备CPU、ROM、以及RAM的结构,但控制部201的结构不限于上述的结构。控制部201例如也可以是具备GPU、FPGA、DSP、量子处理器、易失性或者非易失性的存储器等的1个或者多个控制电路或者运算电路。另外,控制部201也可以具备输出日期时间信息的时钟、对赋予测量开始指示之后直到赋予测量结束指示为止的经过时间进行测量的计时器、对数量进行计数的计数器等的功能。

[0037] 存储部202具备HDD、SSD、EEPROM等存储装置。在存储部202存储有由控制部201执行的各种计算机程序、由控制部201利用的各种数据。

[0038] 存储于存储部202的计算机程序包含使解析机构服务器200执行生成后述的机械误差修正函数、中间表示转换函数、整合表示转换函数、预测模型等的处理的模型生成程序PG(程序产品)。另外,存储于存储部202的数据存储由模型生成程序PG生成的机械误差修正函数、中间表示转换函数、整合表示转换函数、预测模型的数据(参数)。另外,在存储部202存储从运用机构服务器100发送的数据(说明变量的中间表示、目标变量、锚数据的中间表示等)。

[0039] 存储于存储部202的计算机程序通过以能够读取的方式记录有该计算机程序的非暂时性记录介质RM2来提供。记录介质RM2是CD-ROM、USB存储器、SD(Secure Digital:安全数字)卡、微型SD卡、CF(Compact Flash)(注册商标)等便携式存储器。控制部201使用未图示的读取装置,从记录介质RM2读取各种计算机程序,并将读取出的各种计算机程序存储于存储部202。另外,存储于存储部202的计算机程序也可以通过通信来提供。在该情况下,控制部201只要通过经由通信部203的通信来获取计算机程序,并将获取到的计算机程序存储于存储部202即可。

[0040] 通信部203具备用于在与包含运用机构服务器100的外部装置之间发送接收各种数据的通信接口。作为通信部203所具备的通信接口,例如能够使用依据LAN等通信标准的通信接口。通信部203在从控制部201被输入应发送的数据的情况下,向目的地的外部装置发送数据,在接收到从外部装置发送来的数据的情况下,将接收到的数据输出到控制部201。

[0041] 操作部204具备触摸面板、键盘、开关等操作器件,受理用户等的各种操作以及设定。控制部201基于由操作部204提供的各种操作信息而进行适当的控制,并根据需要将设定信息存储于存储部202。

[0042] 显示部205具备液晶监视器、有机EL(Electro-Luminescence)等显示器件,并根据来自控制部201的指示而显示应向用户等报告的信息。

[0043] 此外,本实施方式中的解析机构服务器200既可以是单一的服务器,也可以是由多个服务器、周边机器等构成的服务器系统。另外,解析机构服务器200既可以是实体被虚拟化的虚拟机,也可以是云。

[0044] 实施方式所涉及的信息处理系统在开始运用之前的训练阶段中,创建机械误差修正函数、预测模型,在开始运用之后的运用阶段中,进行使用预测模型的响应数据的估计。

[0045] 图4是对训练阶段中的处理的概况进行说明的说明图。在图4中为了简化,而将装置运用机构的数量表述为2个,将装置运用机构MF1表述为“装置运用机构1”,将装置运用机构MF2表述为“装置运用机构2”。在装置运用机构MF1中装置120-1运转的期间中,从装置120-1得到原始数据。原始数据包含说明变量和目标变量。例如,在装置120-1为半导体制造装置的情况下,说明变量包含累积使用时间、电源电压、温度、压力等,目标变量包含零件消耗度等。在图4中,将在装置运用机构MF1中得到的说明变量表述为X_1,将目标变量表述为Y_1。在训练阶段中随时收集包含说明变量X_1以及目标变量Y_1的原始数据,并储存于运用机构服务器100-1的存储部102。

[0046] 关于装置运用机构MF2也是同样的。在训练阶段中,在运用机构服务器100-2的存储部102储存在装置120-2的运用中得到的原始数据(说明变量X_2以及目标变量Y_2)。

[0047] 图中的X^{anc}为在装置运用机构MF1、MF2中共通的锚数据。锚数据X^{anc}具有与说明变量相同的维数,按具有至少1000左右的记录数的方式在装置运用机构MF1、MF2中使用相同的随机数种子而生成。

[0048] 在运用机构服务器100-1、100-2中,分别准备中间表示转换函数F_1、F_2。中间表示转换函数F_1、F_2为在运用机构服务器100-1、100-2中分别个别地准备的函数,例如能够使用主成分分析中的主成分转换函数。

[0049] 运用机构服务器100-1、100-2在将原始数据以及锚数据发送给解析机构服务器200时,使用中间表示转换函数F_1、F_2分别转换为中间表示。在本实施方式中,将原始数据中的说明变量转换为中间表示,目标变量未转换为中间表示。在图中,将针对说明变量X_1以及锚数据X^{anc}应用中间表示转换函数F_1而得到的中间表示分别表述为X_1_tilde、X_1^{anc}_tilde。另外,将针对说明变量X_2以及锚数据X^{anc}应用中间表示转换函数F_2而得到的中间表示分别表述为X_2_tilde、X_2^{anc}_tilde。此外,说明书中的…_tilde表示标注波浪线的文字。

[0050] 解析机构服务器200接收由运用机构服务器100-1发送的说明变量X_1的中间表示X_1_tilde、目标变量Y_1、锚数据X^{anc}的中间表示X_1^{anc}_tilde,并存储于存储部202。同样,解析机构服务器200接收由运用机构服务器100-2发送的说明变量X_2的中间表示X_2_tilde、目标变量Y_2、锚数据X^{anc}的中间表示X_2^{anc}_tilde,并存储于存储部202。

[0051] 在解析机构服务器200中,准备每个装置运用机构的整合表示转换函数G_1、G_2。整合表示转换函数G_1、G_2是通过对由各运用机构服务器100-1、100-2获取到的锚数据X^{anc}的中间表示X_1^{anc}_tilde、X_2^{anc}_tilde分别应用整合表示转换函数G_1、G_2,按使所得到的整合表示的差最小化的方式调整各整合表示转换函数G_1、G_2的参数而生成的函数。解析机构服务器200使用装置运用机构MF1用的整合表示转换函数G_1,将说明变量的中间表示X_1_tilde以及锚数据的中间表示X_1^{anc}_tilde分别转换为整合表示。转换后的整合表示分别表述为X_1_hat、X_1^{anc}_hat。另外,解析机构服务器200使用装置运用机构MF2用的整合表示转换函数G_2,将说明变量的中间表示X_2_tilde以及锚数据的中间表示X_2^{anc}_tilde分别转换为整合表示。转换后的整合表示分别表述为X_2_hat、X_2^{anc}_hat。整合表示也被称为DC(Data Collaboration:数据协作)表示。此外,说明书中的…-hat表示标注帽子符号的文字。

[0052] 通过在解析机构服务器200中转换为整合表示,能够将在各装置运用机构中个别地使用的数据整合为一个数据。然而,在装置间(在该例子中,装置120-1与装置120-2之间)存在机械误差的情况下,有可能由于整合存在机械误差的数据而导致解析性能降低。因此,

本实施方式所涉及的解析机构服务器200利用由各装置运用机构生成的原始数据(说明变量)的整合表示X_1_hat、X_2_hat,来导出对装置间的机械误差进行修正的机械误差修正函数。

[0053] 解析机构服务器200设定根据所整合的数据来分类原来的机构的问题,找到如无法良好地进行分类这样的机械误差修正值,由此导出修正函数。假定原始数据的说明变量为多变量正态分布,利用旋转矩阵(还包含标度)来修正方差-协方差的差,利用移位来修正平均的差。分类问题能够像数学式1那样表示。

[0054] [数学式1]

[0055] $$\max_{D,S}\min_{W}\left\|\begin{bmatrix}\mathbf{1}\\-\mathbf{1}\end{bmatrix}-\begin{bmatrix}(X_1F_1)G_1\\((X_2D^{-1}+S)F_2)G_2\end{bmatrix}W\right\|$$

[0056] 此处,将装置运用机构MF1设为参照机构,将装置运用机构MF2设为机械误差修正的对象机构。数学式1中的矩阵X、F、G分别表示各机构中的原始数据的说明变量、中间表示转换函数、整合表示转换函数,下标表示机构编号。另外,数学式1中的矩阵D、S分别为旋转矩阵、移位矩阵,作用于装置运用机构MF2的原始数据来修正移位机械误差、方差-协方差机械误差。W为分类器。解析机构服务器200通过将装置运用机构MF1的整合数据设为正例,将机械误差修正完毕的装置运用机构MF2的整合数据设为负例,求解分类问题,从而计算分类误差。解析机构服务器200通过利用准牛顿法等使该分类误差最大的矩阵D、S最优化,来估计机械误差。

[0057] 在将该方法应用于DC解析的情况下,需要将最优化的矩阵D、S放在中间表示的外侧,因此像数学式2那样分解矩阵。

[0058] [数学式2]

[0059] $$\max_{\alpha_1,\ldots,\alpha_s,\beta_1,\ldots,\beta_s}\min_{W}\left\|\begin{bmatrix}\mathbf{1}\\-\mathbf{1}\end{bmatrix}-\begin{bmatrix}(X_1F_1)G_1\\(X_2\sum_{i=1}^{s}\alpha_iD_iF_2)G_2+(\sum_{i=1}^{s}\beta_iS_iF_2)G_2\end{bmatrix}W\right\|$$

[0060] 若将说明变量的数量设为s个,则旋转矩阵D能够表示为s个旋转矩阵的线性组合,相对于旋转矩阵D_i的系数矩阵α_i为第i个说明变量所包含的方差-协方差的机械误差。同样,移位矩阵S能够表示为将正交基底向量设为对角要素的s个对角矩阵的线性组合,相对于对角矩阵S_i的系数β_i为第i个说明变量所包含的移位机械误差。

[0061] [数学式3]

[0062] $$\max_{\alpha_1,\ldots,\alpha_s,\beta_1,\ldots,\beta_s}\min_{W}\left\|\begin{bmatrix}\mathbf{1}\\-\mathbf{1}\end{bmatrix}-\begin{bmatrix}(X_1F_1)G_1\\\sum_{i=1}^{s}\alpha_i(X_2D_iF_2)G_2+\sum_{i=1}^{s}\beta_i(S_iF_2)G_2\end{bmatrix}W\right\|$$

[0063] 这样,α_i、β_i能够像数学式3那样放在中间表示的外侧,因此能够不共享原始数据地利用解析机构AF生成机械误差修正函数。另外,通过对中间表示应用修正函数,并转换为整合数据,能够进行去除机械误差的影响的整合解析。

[0064] 解析机构服务器200通过在应用机械误差修正函数之后将数据整合,能够生成使不取决于装置的说明变量X_hat与对应的目标变量Y成组的训练数据。

[0065] 解析机构服务器200使用包含说明变量X_hat以及目标变量Y的训练数据,根据说明变量X生成预测目标变量Y(响应数据)的预测模型。在图4中,Y=h(X_hat)表示在输入说明变量(整合表示)的情况下,输出目标变量的估计值的预测模型。解析机构服务器200能够

使用线性回归等公知的方法来生成预测模型。也可以取而代之,解析机构服务器200使用支持向量机、随机森林、神经网络等其它机械学习算法来生成预测模型。

[0066] 图5是表示训练阶段中的处理的执行步骤的流程图。运用机构服务器100的控制部101生成各装置运用机构MF1～MFn中共通的锚数据,并将所生成的锚数据存储于存储部102(步骤S101)。控制部101通过在各装置运用机构MF1～MFn中使用相同的随机数种子,能够生成各装置运用机构MF1～MFn中共通的锚数据。

[0067] 控制部101将装置运转中得到的原始数据(说明变量以及目标变量)存储于存储部102(步骤S102),并基于锚数据和说明变量来生成中间表示转换函数(步骤S103)。控制部101例如只要生成主成分分析中的主成分转换函数作为中间表示转换函数即可。

[0068] 控制部101生成说明变量以及锚数据的中间表示(步骤S104),并将训练数据(说明变量的中间表示、以及目标变量)以及锚数据的中间表示从通信部104发送给解析机构服务器200(步骤S105)。

[0069] 解析机构服务器200的控制部201通过通信部203接收训练数据以及锚数据的中间表示,并将这些数据存储于存储部202(步骤S106)。解析机构服务器200收集训练数据直到经过收集期间为止、或者直到所收集的数据的数量超过规定量为止。

[0070] 控制部201基于锚数据的中间表示来生成整合表示转换函数(步骤S107)。控制部201通过对各装置运用机构MF1～MFn的锚数据中间表示应用各机构用的整合表示转换函数,按使所得到的整合表示的差最小化的方式调整各机构用的整合表示函数的参数,能够生成各机构用的整合表示转换函数。

[0071] 控制部201根据训练数据所包含的说明变量的中间表示,生成机械误差修正函数(步骤S108)。如数学式3所示,控制部201能够利用说明变量的中间表示来导出机械误差修正函数。

[0072] 控制部201对训练数据所包含的说明变量的中间表示应用整合表示转换函数以及机械误差修正函数,转换为整合表示(步骤S109)。控制部201使用转换后的整合表示(说明变量)和训练数据所包含的目标变量,来生成预测模型(步骤S110)。在预测模型的生成中,例如能够使用线性回归,也可以使用其它机械学习算法。

[0073] 控制部201通过通信部203将所生成的整合表示转换函数、机械误差修正函数、以及预测模型发送给各运用机构服务器100(步骤S111)。

[0074] 运用机构服务器100的控制部101接收从解析机构服务器200发送的整合表示函数、机械误差修正函数、以及预测模型,并将它们存储于存储部102(步骤S112)。

[0075] 图6是表示运用阶段中的处理的执行步骤的流程图。运用机构服务器100的控制部101获取在装置的运用中得到的数据(说明变量以及目标变量)(步骤S121)。

[0076] 控制部101对所获取到的数据所包含的说明变量依次应用机械误差修正函数、中间表示转换函数、整合表示转换函数,来执行机械误差修正、向中间表示的转换、向整合表示的转换(步骤S122～S124)。

[0077] 控制部101通过将在步骤S124中得到的整合表示输入到预测模型,来估计装置的响应数据(步骤S125)。控制部101使显示部106显示估计出的响应数据。也可以取而代之,控制部101将估计出的响应数据输出到通信部104,通过通信部104发送给用户终端(未图示)。

[0078] 像以上那样,在实施方式1中,利用在多个装置中共通地使用的锚数据的中间表示

来生成整合表示转换函数。另外,在实施方式1中,通过对在多个装置中个别地使用的原始数据的中间表示应用整合表示转换函数进行解析,从而生成修正装置间的机械误差的机械误差修正函数、估计装置的响应数据的预测模型。在本实施方式中,即使在以中间表示的状态收集数据的情况下,也能够生成机械误差修正函数、预测模型,例如能够在装置的出货地掌握全部的装置的机械误差,并进行修正,因此能够在品质管理面上期待改善。

[0079] (实施方式2)

[0080] 在实施方式2中,对预测模型的更新进行说明。

[0081] 图7是表示由实施方式2的解析机构服务器200执行的处理的步骤的流程图。解析机构服务器200的控制部201获取在各装置运用机构MF1～MFn中在装置运用中得到的实测值(目标变量)以及中间表示(说明变量)(步骤S201)。获取到的实测值以及中间表示成组地存储于存储部202。

[0082] 控制部201判断是否需要更新预测模型(步骤S202)。控制部201计算获取到的实测值(目标变量)与将获取到的中间表示(说明变量)输入到预测模型而得的响应数据(预测值)的背离度,如果计算出的背离度为阈值以上,则判断为更新预测模型即可。在判断为不需要更新的情况下(S202:否),控制部201结束本流程图的处理。

[0083] 在判断为需要更新的情况下(S202:是),控制部201通过机械误差修正函数对存储于存储部202的中间表示(说明变量)进行修正(步骤S203),通过整合表示转换函数将机械误差修正完毕的中间表示转换为整合表示(步骤S204)。

[0084] 控制部201使用转换为整合表示的说明变量与对应的实测值(目标变量)的组,重建预测模型(步骤S205)。在预测模型的重建中,使用线性回归等公知的方法。也可以取而代之,使用支持向量机、随机森林、神经网络等其它机械学习算法来重建预测模型。

[0085] 像以上那样,在实施方式2中,在各装置中的实测值与预测模型的预测值背离的情况下,能够重建预测模型。

[0086] 各实施方式所记载的事项能够相互组合。另外,权利要求所记载的独立权利要求以及从属权利要求无论引用形式如何,均能够在所有组合中相互组合。并且,权利要求使用了记载引用其它2个以上的权利要求的权利要求的形式(多项权利要求形式),但不限于此。也可以使用记载引用至少一个多项权利要求的多项权利要求(多项引多项权利要求)的形式来记载。

[0087] 本次公开的实施方式在所有方面是例示,应认为并不是限制性的。本发明的范围并不是由上述的含义表示,而是由权利要求表示,意图包含与权利要求均等的意思以及范围内的所有变更。

[0088] 例如,在本实施方式中,列举半导体制造商作为装置运用机构MF1～MFn的一例,列举半导体制造装置作为装置120-1～120-n的一例,但并不局限于此,装置运用机构MF1～MFn也可以是医疗机构、金融机构,装置120-1～120-n也可以为在这些机构中使用的医疗设备、终端。

[0089] 附图标记的说明

[0090] 100…运用机构服务器;101…控制部;102…存储部;103…连接部;104…通信部;105…操作部;106…显示部;200…解析机构服务器;201…控制部;202…存储部;203…通信部;204…操作部;205…显示部。

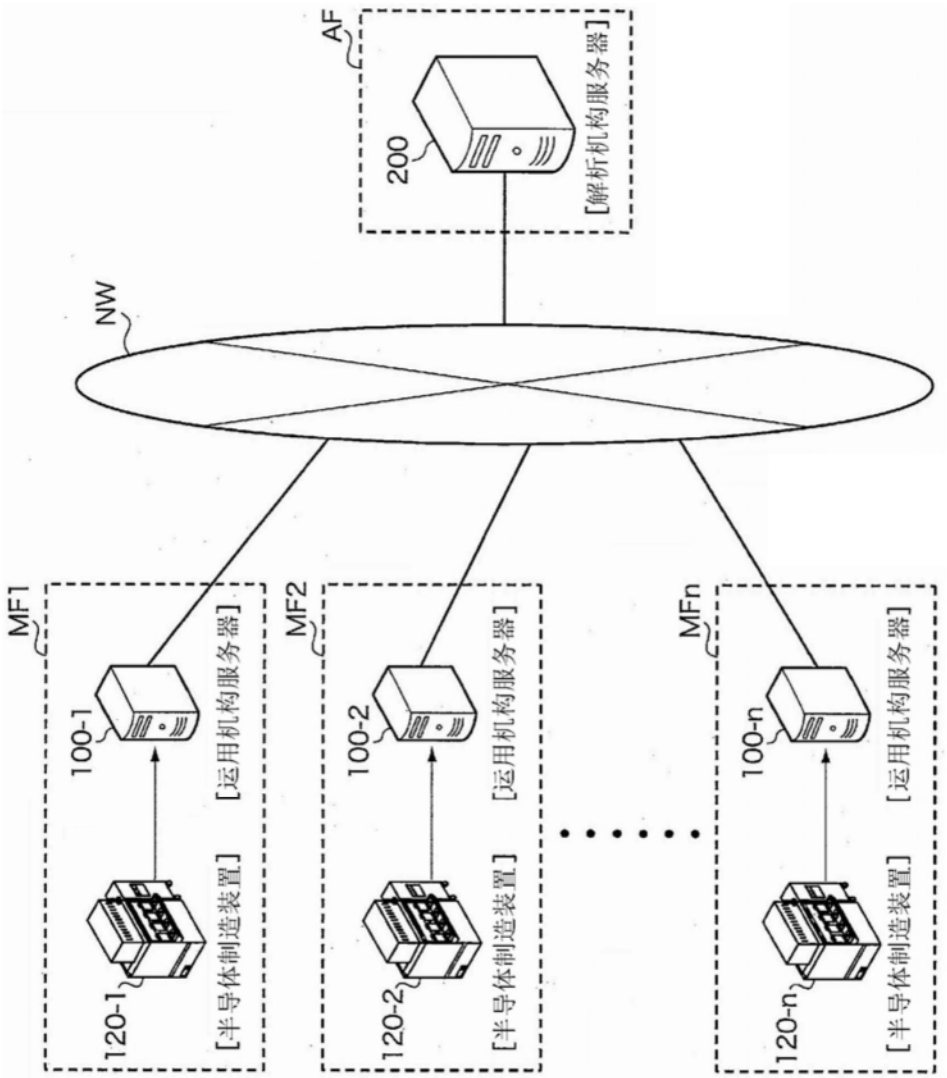

AF
200
[解析机构服务器]
NW
MF1
100-1
[运用机构服务器]
120-1
[半导体制造装置]
MF2
100-2
[运用机构服务器]
120-2
[半导体制造装置]
MFn
100-n
[运用机构服务器]
120-n
[半导体制造装置]

图1

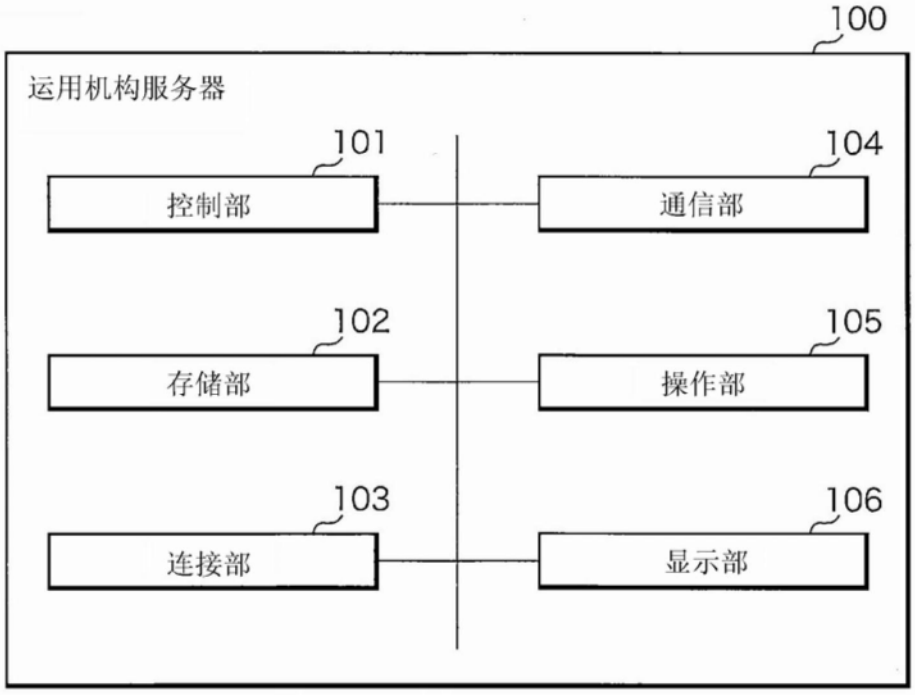


图2

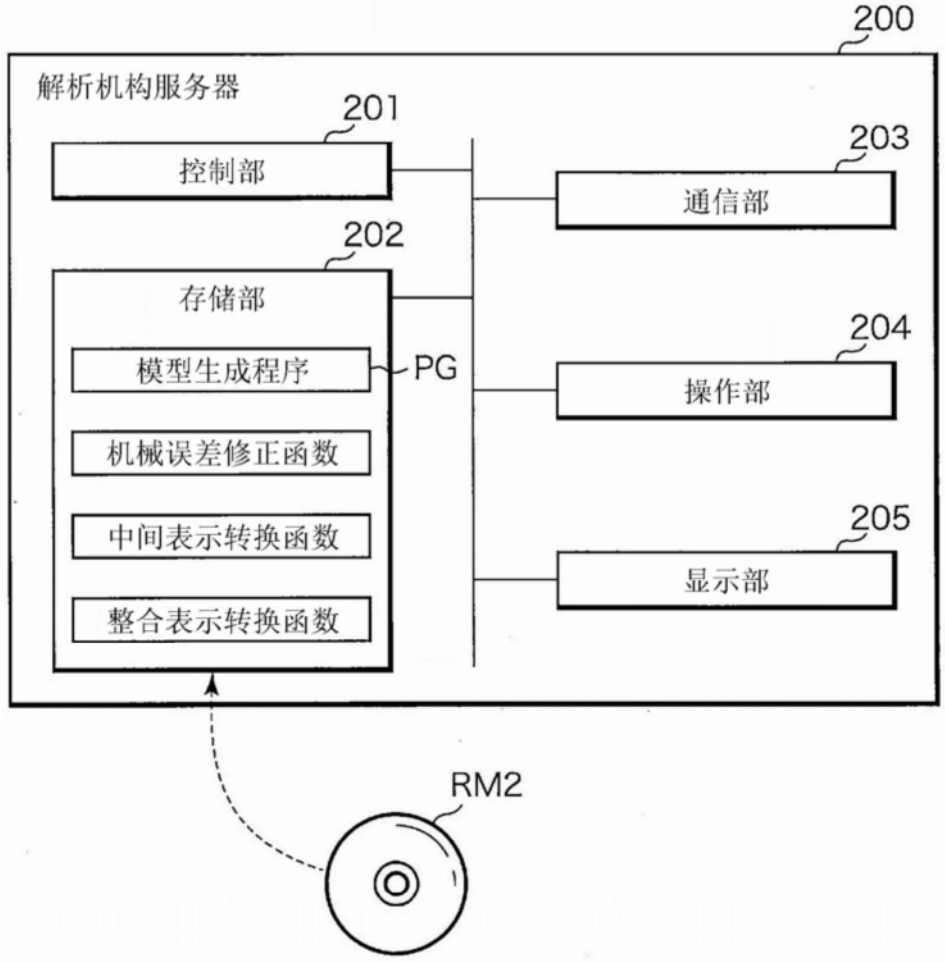

200
解析机构服务器
201
控制部
203
通信部
202
存储部
模型生成程序
PG
204
操作部
机械误差修正函数
中间表示转换函数
205
显示部
整合表示转换函数
RM2

图3

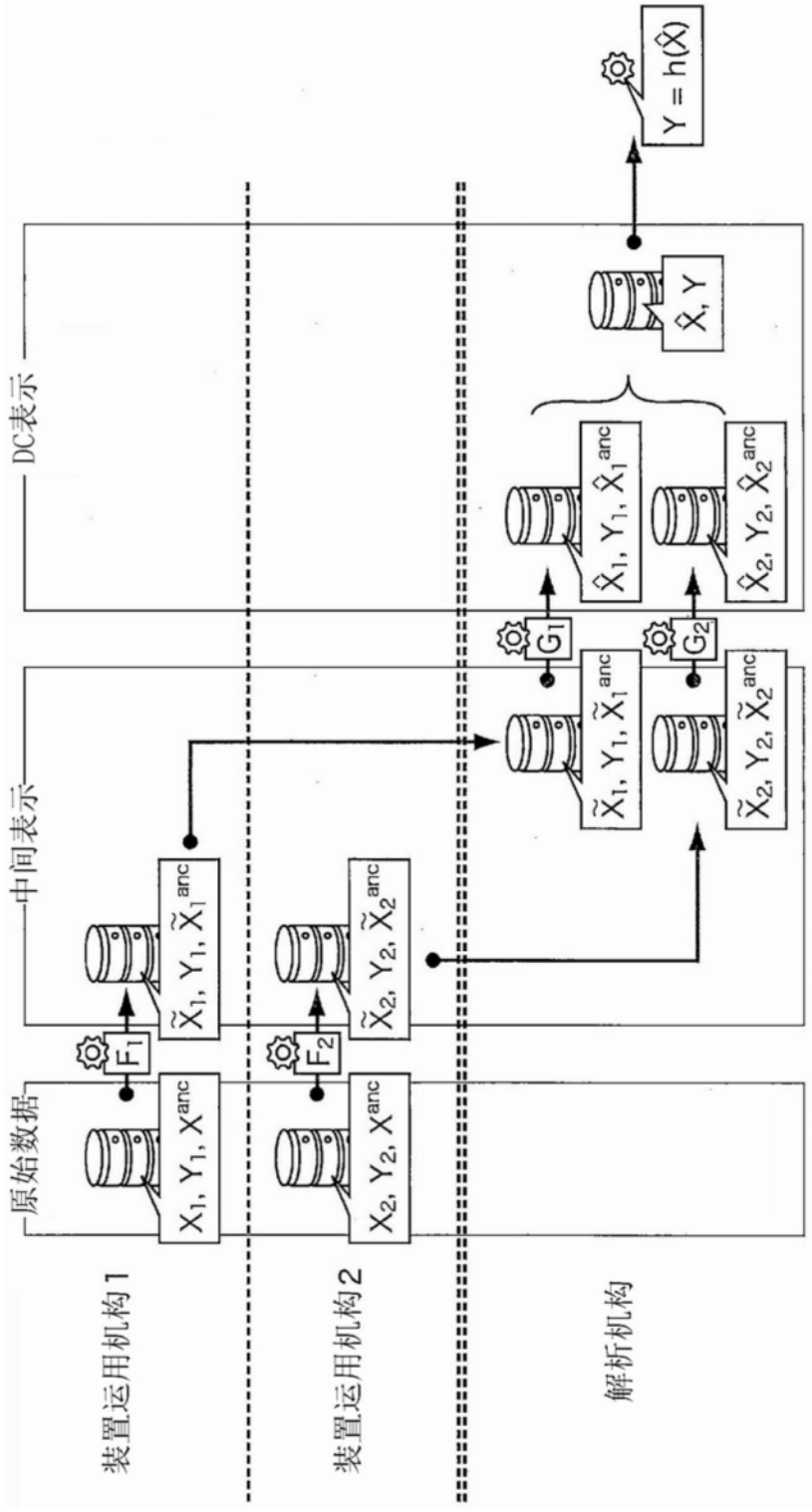

装置运用机构1
装置运用机构2
解析机构
原始数据
中间表示
DC表示
X_1, Y_1, X^{anc}
X_2, Y_2, X^{anc}
F_1
F_2
$\tilde{X}_1, Y_1, \tilde{X}_1^{anc}$
$\tilde{X}_2, Y_2, \tilde{X}_2^{anc}$
G_1
G_2
$\hat{X}_1, Y_1, \hat{X}_1^{anc}$
$\hat{X}_2, Y_2, \hat{X}_2^{anc}$
$\hat{X}, Y$
$Y = h(\hat{X})$

图4

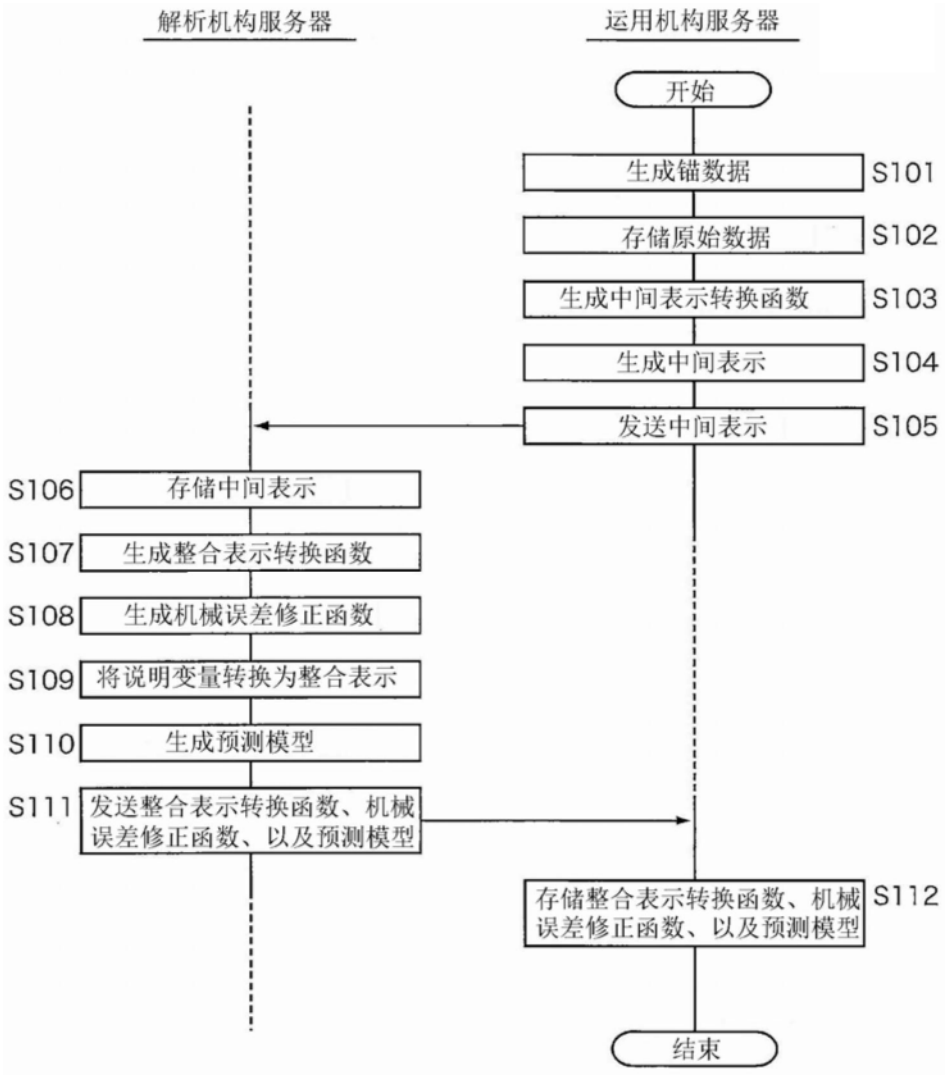

解析机构服务器
运用机构服务器
开始
生成锚数据
S101
存储原始数据
S102
生成中间表示转换函数
S103
生成中间表示
S104
发送中间表示
S105
S106
存储中间表示
S107
生成整合表示转换函数
S108
生成机械误差修正函数
S109
将说明变量转换为整合表示
S110
生成预测模型
S111
发送整合表示转换函数、机械误差修正函数、以及预测模型
存储整合表示转换函数、机械误差修正函数、以及预测模型
S112
结束

图5

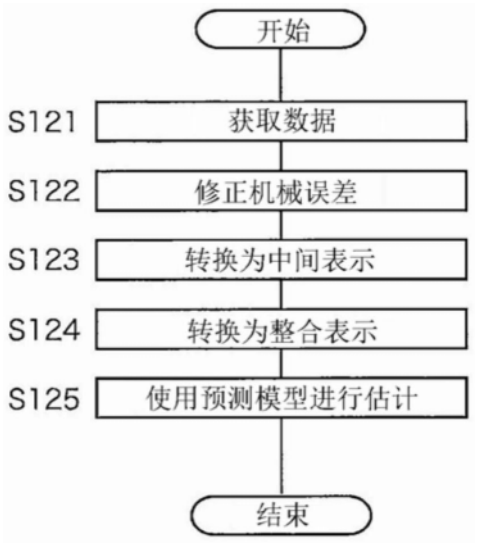

开始
S121
获取数据
S122
修正机械误差
S123
转换为中间表示
S124
转换为整合表示
S125
使用预测模型进行估计
结束

图6

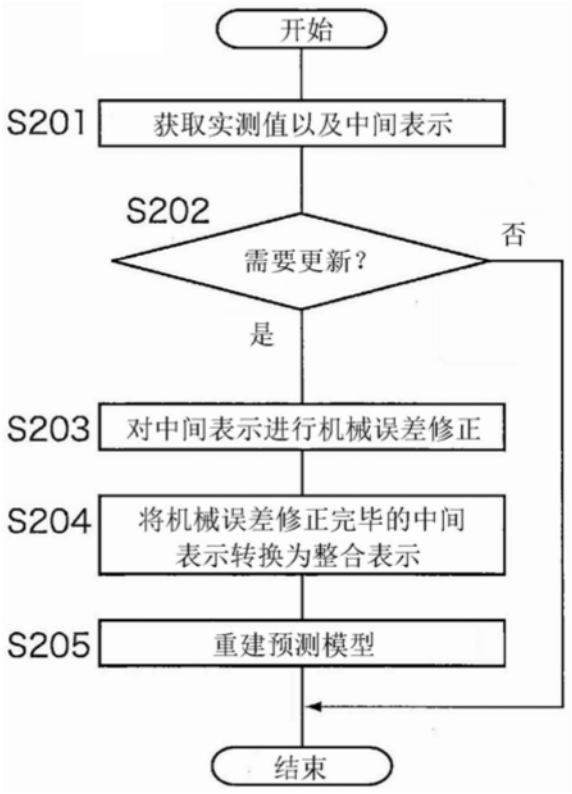

开始
S201
获取实测值以及中间表示
S202
需要更新？
否
是
S203
对中间表示进行机械误差修正
S204
将机械误差修正完毕的中间表示转换为整合表示
S205
重建预测模型
结束

图7