



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118140188 A

(43) 申请公布日 2024.06.04

(21) 申请号 202180103281.1

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2021.10.19

G05B 23/02 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.04.12

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/038640 2021.10.19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/067702 JA 2023.04.27

(71) 申请人 三菱电机株式会社

地址 日本

(72) 发明人 上野洋平 中川雅代 今井健

米田咏美 佐内孝太郎 小田和弘

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所

有限公司 11038

专利代理师 金光华

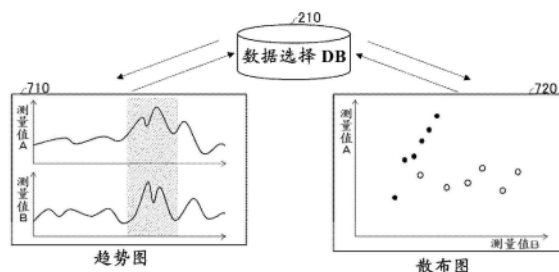
权利要求书1页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

设施运转支援装置

(57) 摘要

得到一种设施运转支援装置,提供能够减轻分析作业中的操作员的负荷的显示接口。设施运转支援装置具备数据选择单元(110)、数据选择数据库(210)、测量数据数据库(200)、显示数据收集部(150)、数据分析图形制作部(130)。在数据选择数据库(210)中记录操作员通过数据选择单元(110)进行的操作信息。数据分析图形制作部(130)制作显示与操作员选择的第一图形的数据关联的第二图形的数据分析图形。



1. 一种设施运转支援装置,具备:

数据选择单元,在显示于操作员操作的显示器上的第一图形和第二图形中,所述操作员选择所述第一图形的任意的数据范围;

数据选择数据库,记录包括由所述数据选择单元进行的所述数据范围的选择的所述操作员的操作信息;

测量数据数据库,储存由测量装置测量的测量数据;

显示数据收集部,收集记录于所述数据选择数据库的所述操作信息和储存于所述测量数据数据库的所述测量数据;以及

数据分析图形制作部,制作显示与所述操作员选择的所述第一图形的数据关联的所述第二图形的数据的数据分析图形。

2. 根据权利要求1所述的设施运转支援装置,其中,

所述设施运转支援装置具备:

数据选择历史数据库,记录由所述数据选择单元进行的所述操作信息的历史;以及

分析过程制作部,制作记录于所述数据选择历史数据库的所述历史的向导。

3. 根据权利要求2所述的设施运转支援装置,其中,

所述设施运转支援装置具备:

分析执行单元,计算由所述显示数据收集部收集的数据的相关关系;以及

分析结果收集部,将由所述分析执行单元计算出的分析结果记录到分析结果数据库。

4. 根据权利要求3所述的设施运转支援装置,其中,

所述分析过程制作部将记录于所述数据选择历史数据库的所述操作信息和记录于所述分析结果数据库的所述分析结果进行收集并关联起来进行向导显示。

5. 根据权利要求3或者4所述的设施运转支援装置,其中,

所述设施运转支援装置具备分析内容分类部,该分析内容分类部针对每个分析方法,分类记录于所述分析结果数据库的所述分析结果。

6. 根据权利要求1至5中的任意一项所述的设施运转支援装置,其中,

所述设施运转支援装置具备显示数据切换部,该显示数据切换部通过动画方法连续地显示数据的时间序列变化。

设施运转支援装置

技术领域

[0001] 本公开涉及进行设施中的异常状态的检测、异常发生时的要因分析等的设施运转支援装置。

背景技术

[0002] 在电力、上下水道等大规模设施中,以设施整体的状况掌握以及异常状态的早期检测为目的而构建监视控制系统的情况较多。监视控制系统收集通过设施的各设备所附带的传感器来测量的测量值,在被称为中央监视监控器的显示装置上总体地进行监视。

[0003] 一般而言,已知这些大规模设施是组合多个制造工序而构成的,示出某个设备的输出变化依次波及上工序以及下工序等复杂的行为。因此,操作员不限于有无监视控制系统发出的报警,而且还通过俯瞰测量值的变化等,并且与多个测量值进行比较,从而探测异常发生。

[0004] 另外,作为操作员以及设备管理员承担的业务之一,有发生了异常的情况的要因分析。要因分析是指调查设施引发异常行为的根源性要因。具体而言,通过使用统计解析等方法来分析监视控制系统收集的测量值数据,从而定量地评价异常状态的有无以及异常传播的关系性等。

[0005] 例如,作为用于支援要因分析的方法,公开了依照事先登记的运算方法来自动计算成为当前的设施是正常还是异常的判断的阈值的方法(例如参照专利文献1)。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献1:日本特开2015-172945号公报

发明内容

[0008] 关于设施壁面的劣化、过滤器的堵塞等无法利用传感器直接测量的现象,需要根据装置整体的测量值变化、异常状态的传播状况等来推测原因。因此,在依照上述事先登记的运算方法来自动地计算阈值的方法中,有可能在发生了无法利用传感器直接测量的发生事例少的现象时无法准确地检测异常状态。

[0009] 关于这样的检测方法尚未被确定的现象,需要由操作员通过手动作业进行分析,为了从庞大的数据进行要因的判别而需要较高的分析技术以及大量的劳力。

[0010] 本公开是为了解决如上所述的课题而完成的,目的在于提供一种能够减轻分析作业中的操作员的负荷的显示接口。

[0011] 本公开所涉及的设施运转支援装置具备:数据选择单元,在显示于操作员操作的显示器上的第一图形和第二图形中,操作员选择第一图形的任意的数据范围;数据选择数据库,记录包括由数据选择单元进行的数据范围的选择的操作员的操作信息;测量数据数据库,储存由测量装置测量的测量数据;显示数据收集部,收集记录于数据选择数据库的操作信息和操作员任意地选择的储存于测量数据数据库的测量数据;以及数据分析图形制作部,制作显示与操作员选择的第一图形的数据关联的第二图形的数据的数据分析图形。

[0012] 根据本公开的设施运转支援装置,具有能够减轻针对在检测方法尚未确定的设施中发生的现象进行要因分析时的、分析作业中的操作员的负荷这样的效果。

附图说明

[0013] 图1是本公开的实施方式1的设施运转支援装置的框图。

[0014] 图2是本公开的实施方式1的设施运转支援装置的硬件结构图。

[0015] 图3是示出示意性地表示本公开的实施方式1的数据选择历史数据库的记录方式的一个例子的图。

[0016] 图4是示出由本公开的实施方式1的数据分析图形制作部制作的数据分析图形的显示例的图。

[0017] 图5是示出示意性地表示本公开的实施方式1的分析过程制作部中的向导显示的一个例子的图。

[0018] 图6是本公开的实施方式2的设施运转支援装置的框图。

[0019] 图7是示出示意性地表示本公开的实施方式2的显示数据切换时的画面变化的一个例子的图。

[0020] 图8是本公开的实施方式3的设施运转支援装置的框图。

[0021] 图9是示出示意性地表示本公开的实施方式3的分析结果数据库的记录方式的一个例子的图。

[0022] 图10是本公开的实施方式3的设施运转支援装置的向导显示例。

[0023] 图11是本公开的实施方式4的设施运转支援装置的框图。

具体实施方式

[0024] 以下,根据附图,详细地说明实施方式。此外,以下说明的实施方式只是例示。另外,各实施方式能够适当组合来执行。

[0025] 实施方式1.

[0026] 图1是本公开的实施方式1的设施运转支援装置的框图。图2是本公开的实施方式1的设施运转支援装置的硬件结构图。图3是示出示意性地表示本公开的实施方式1的数据选择历史数据库的记录方式的一个例子的图。图4是示出由本公开的实施方式1的数据分析图形制作部制作的数据分析图形的显示例的图。图5是示出示意性地表示本公开的实施方式1的分析过程制作部中的向导显示的一个例子的图。

[0027] 图1所示的设施运转支援装置具备:输入输出装置100,显示图形;数据选择单元110,选择图形的任意的数据范围;选择信息收集部120,收集操作信息;数据选择数据库(DB) 210以及数据选择历史数据库(DB) 220,记录收集到的操作信息;测量数据数据库(DB) 200,储存由测量装置测量的测量数据;显示数据收集部150,收集记录于数据选择数据库210的操作信息以及储存于测量数据数据库200的测量数据;数据分析图形制作部140,制作显示与所选择的数据关联的另一图形的数据的数据分析图形;以及分析过程制作部130,根据记录于数据选择历史数据库220的操作信息的历史来制作向导。

[0028] 图2是设施运转支援装置的硬件结构图。设施运转支援装置构成为具备CPU(Control Processing Unit,中央处理单元)等处理器101、RAM(Random Access Memory,随

机存取存储器)等存储器102、显示器103以及输入接口(I/F)104。选择信息收集部120、分析过程制作部130、数据分析图形制作部140以及显示数据收集部150是通过由处理器111执行保存于存储器102的程序来实现的。但是,它们例如也可以由多个处理器101协作来实现。

[0029] 数据选择单元110是如下功能:在显示在输入输出装置100上的图形中,操作员通过鼠标操作等来任意地选择关注的的数据。关于此处所称的图形,只要是趋势图、散布图等能够由操作员任意地选择数据来进行要因分析的图形,则不限制种类,也不限制所显示的图形的数量。另外,对图形进行显示的输入输出装置100是能够显示图形的显示装置、显示接口等即可。

[0030] 操作员通过进行鼠标操作来直接指定关注的趋势图上的任意的期间、上下限值等。另外,能够通过进行鼠标操作来直接指定散布图上的操作员关注的的数据范围。

[0031] 作为操作员选择图形上的任意的数据的操作手段,以鼠标操作为例子,但通过输入阈值、不等式等公式也能够指定数据范围。此外,还包括趋势图中的显示期间以及散布图中的最大以及最小的显示范围等与图形显示有关的一连串的设置操作。

[0032] 将操作员利用数据选择单元110进行的包括图形上的数据范围的选择的操作信息收集到选择信息收集部120,在数据选择数据库210中记录收集到选择信息收集部120的操作信息。由选择信息收集部120收集到的操作员的的操作信息被记录到数据选择数据库210以及数据选择历史数据库220,但在数据选择数据库210中仅记录操作员进行的最新的操作信息。

[0033] 举例来进行说明。在操作员通过鼠标光标操作来选择了图形上的数据范围的情况下,在选择信息收集部120中抽出所选择的数据的ID以及期间,将所选择的数据范围变换为式子并收集。然后,将收集到的操作信息记录到数据选择数据库210。例如,在选择了测量值A的值超过50的范围的情况下,不等式 $A > 50$ 被记录到数据选择数据库210。

[0034] 数据选择历史数据库220是如下功能:记录操作员进行的数据选择操作信息的历史。图3是示意性地示出记录于数据选择历史数据库220的数据选择信息的图。

[0035] 数据选择信息由显示数据信息310、数据选择ID320、数据选择内容信息330、数据选择范围信息340构成,并与数据选择历史ID300一起记录于数据选择历史数据库220。显示数据信息310登记趋势图、散布图等图形的显示所使用的测量值。

[0036] 数据选择ID320将操作员在图形上选择的数据设为组(group)来管理。在举例进行说明时,在图形上选择了多个不同的数据的情况下如G1、G2那样进行分组,分别记录登记内容。

[0037] 数据选择内容信息330以及数据选择范围信息340记录数据选择ID320记录的各个组指定了图形上的哪个数据的哪个范围、即选择的数据信息。使用图4进行说明。在图4中,设为在输入输出装置100上显示有显示出测量值A以及测量值B的趋势图、和以测量值A为纵轴并以测量值B为横轴的散布图。在操作员指定了趋势图上的附加阴影的范围的情况下,在显示数据信息310中记录测量值A以及测量值B,在数据选择内容信息330中记录测量值A以及测量值B。在数据选择范围信息340中,记录与散布图上的操作员选择的范围相应的不等式。

[0038] 测量数据数据库200是如下功能:储存由测量装置测量的测量数据。测量装置只要是能够测量设施的状态的机器或者单元,则可以是任意的装置。

[0039] 显示数据收集部150是如下功能:收集记录于数据选择数据库210的操作员的最新的操作信息和储存于测量数据数据库200的测量数据。

[0040] 数据分析图形制作部140是如下功能:在操作员使用由显示数据收集部150收集的数据来选择了显示于输入输出装置100上的图形上的任意的数据时,制作显示与该选择的数据关联的其他图形的数据的数据分析图形。图4是示出由数据分析图形制作部140制作的数据分析图形的显示例的图。

[0041] 使用图4进行说明。在输入输出装置100上显示有趋势图和散布图。在趋势图中显示有测量值A、测量值B这两个测量数据,在散布图中显示有以测量值A为纵轴并以测量值B为横轴的图形。在操作员选择趋势图的阴影部分时,所选择的数据类别、时间段等操作信息被记录到数据选择数据库210。另一方面,在散布图中,参照记录于数据选择数据库210的操作信息,变更与操作员所选择的数据关联的数据(标记)的显示颜色并进行强调显示。在图4的散布图中,强调显示有空心标记。

[0042] 相反地,在操作员选择了散布图中的任意的数据(标记)的情况下,在数据选择数据库210中记录测量值A、测量值B中的选择范围。在趋势图中,依照记录于数据选择数据库210的选择范围,变更相应的时间段的显示颜色并进行强调显示。

[0043] 在图4中,示出了将与所选择的数据关联的另一图形的数据通过颜色的变更来显示的例子,但不限于利用颜色的变更进行的显示。将与所选择的数据关联的另一图形的数据强调地显示即可,例如也可以是以闪烁的方式显示数据等方法。

[0044] 如以上那样,在操作员根据记录于数据选择数据库210的操作信息选择了显示于输入输出装置100上的图形的图形上的数据的情况下,还能够显示与所选择的数据关联的另一图形的数据。由此,能够瞬时确认与所选择的数据对应的另一图形的数据,所以能够减轻分析中的操作员的作业负荷。

[0045] 分析过程制作部130根据记录于数据选择历史数据库220的操作信息的历史来制作向导,并在输入输出装置100中进行向导显示。图5是在分析过程制作部130中制作根据记录于数据选择历史数据库220的数据选择信息的历史来分析的过程并示意地示出的图。本发明中的向导显示是指,在输入输出装置100上显示表示记录于数据选择历史数据库220的数据的选择过程以及选择操作内容的向导信息。

[0046] 在图3中示出了如下情形:在过程1中进行测量值B、测量值C的显示,在过程2中进行测量值A、测量值B、测量值C的显示,在过程3中进行测量值A、测量值C的显示。在过程4中示出选择了测量值A以及测量值C的显示并且测量值A>50以及测量值C>50的区域的数据范围。在过程5中示出选择了测量值A以及测量值C的显示并且测量值A>50以及测量值C>90的数据范围。

[0047] 另一方面,在图5中,将进行数据的追加显示这样的操作配置于左侧,将进行数据的限定显示这样的操作配置于右侧,通过分支形式来显示操作信息。在具体地使用图5进行说明时,从过程1(500C)启动,在过程2(500A)中新追加测量值A,所以配置到过程1(显示500C)的左侧。在过程3(500B)中,进行了从过程2(500A)删除测量值B的操作,所以配置到过程2(500A)的右侧。在过程4(510A)以及过程5(510B)中,是从过程3(500B)的数据中选择数据范围这样的操作,所以分别配置到过程3(500B)的右侧,一并显示表示数据选择范围的不等式。

[0048] 在图5中示出了分支形式下的显示例,但除此以外还考虑列表形式、流程图形式等的显示。如以上那样,关于操作员实施的分析操作的操作过程,能够以数据的追加以及限定操作为分界而对作业进行分类,并使操作内容以及操作过程可视化。由此,得到如下效果:操作员能够变得容易理解想要以怎样的视点推进分析操作的状况掌握,并且提高分析的网罗性,避免分析作业中的作业重复。

[0049] 根据以上,在本实施方式中,在操作员进行要因分析时,如果操作员选择显示于输入输出装置100上的1个图形上的数据,则显示在显示器上的另一图形的关联的数据被显示。另外,记录操作信息,对操作内容以及操作过程进行向导显示。因此,显示于输入输出装置100上的多个图形的数据的相关关系变得易于可视化,抑制混入错误的数据,从而能够削减返工等的发生次数。由此,能够减轻数据分析中的操作员的作业负荷。

[0050] 实施方式2.

[0051] 在实施方式1中,示出了能够减轻数据分析中的操作员的作业负荷的设施运转支援装置。在实施方式2中,示出用于解决在操作员从庞大的测量值数据中搜索要因分析所需的数据的过程中需要反复切换显示数据这样的课题的设施运转支援装置。具体而言,对实施方式1的设施运转支援装置追加显示数据切换部160来构成。对与实施方式1相同的结构附加相同的编号,省略说明。

[0052] 使用图6以及图7,说明本实施方式。图6是本公开的实施方式2的设施运转支援装置的框图。图7是示出示意性地表示本公开的实施方式2的显示数据切换时的画面变化的一个例子的图。

[0053] 显示数据切换部160是如下功能:针对趋势图、散布图等图形中显示的数据的时间序列变化,使用动画方法等来连续地切换显示。

[0054] 使用图7来说明详情。在图7中,选择测量值A和测量值B这两个轴,通过黑圆的标记来显示各时刻下的数据(时刻6:00为数据600A,时刻7:00为数据600C,时刻8:00为数据600B)。在操作员进行将与横轴有关的数据从测量值B切换为测量值C的操作时,各时刻下的数据(时刻6:00为数据610A,时刻7:00为数据610C,时刻8:00为数据610B)的位置变化。此时,用白色的标记来表示切换前的数据,用黑色的标记来表示切换后的移动数据。通过动画方法,连续地显示该各时刻下的从白色的标记向黑色的标记的数据的时间序列变化。

[0055] 在图7中示出了通过动画方法连续地显示有如下情形:时刻6:00以及时刻7:00的标记向右方向进行了移动,与此相对,时刻8:00的标记向左方向进行了移动。由此,时刻8:00进行与其他数据不同的活动,从而可以理解为是异常值。

[0056] 另外,这样的动画显示还通过在三维散布图中使显示摄像机位置移动来实现。在举例时,在以测量值A以及测量值B为平面方向并以测量值C为法线方向的三维散布图中,以使测量值A以及测量值C成为平面方向并使测量值B成为法线方向的方式,切换测量值B以及测量值C。

[0057] 根据以上,通过使用动画方法,能够得到如下效果:不需要切换显示数据的作业,容易理解通过数据的切换操作而产生了怎样的时间序列变化。

[0058] 实施方式3.

[0059] 在数据分析中,作为定量地表现数据具有怎样的分布或者特征的手段,有统计解析中的均值、方差值、相关系数的值以及最优化问题中的目标函数的评价值等。在操作员进

行要因分析等作业的情况下,有时使用图形的分布上的特征和定量评价值来赋予含义。

[0060] 在实施方式3中,示出减轻使用了定量评价值的数据分析中的操作员的数据分析作业的作业负荷的设施运转支援措施。本实施方式是对实施方式2所示的设施运转支援装置追加分析执行单元170、分析结果收集部180、分析结果数据库(DB)230而构成的。对与实施方式2相同的结构附加相同的编号,省略说明。

[0061] 使用图8至图10,说明本实施方式。图8是本公开的实施方式3的设施运转支援装置的框图。图9是示出示意性地表示本公开的实施方式3的分析结果数据库230的记录方式的一个例子的图。图10是本实施方式的设施运转支援装置的向导显示例。

[0062] 分析执行单元170是如下功能:关于由显示数据收集部150收集的数据的分布、数据的关系性等数据之间的相关关系,进行计算。使用数据的均值、回归方程等的评价值,通过定量评价来计算收集的数据的相关关系。

[0063] 分析结果收集部180是如下功能:对由分析执行单元170计算出的数据的相关关系结果进行分类,并记录到分析结果数据库230。分析结果数据库230记录在分析执行单元170中计算出的与数据的相关关系有关的分析结果即数据的均值、回归方程等的评价值。在分析结果数据库230中,记录数据选择历史ID400、数据选择ID410、分析方法名称信息420以及分析结果信息430。

[0064] 使用图9进行说明。分析方法名称信息420是在分析执行单元170中计算分析结果时使用的分析方法、例如是均值、重心、回归方程等。分析结果信息430是表示在分析执行单元170中使用分析方法计算出的分析结果的评价值。

[0065] 记录于分析结果数据库230的数据选择历史ID400以及数据选择ID410记录有与记录于数据选择历史数据库220的数据相同的内容。根据数据选择ID410进行分组,在各组中记录分析方法名称信息420以及分析结果信息430。在图9所示的例子中,在过程3-5(数据选择历史ID400 3-5)中计算组1(G1)的重心以及回归方程。随着过程4、过程5和数据的选择范围被限定,再次计算重心以及回归方程。

[0066] 在图5中,作为在分析过程制作部130中制作的向导信息的例子,示出了通过不等式来显示数据选择范围的例子,但在本实施方式中,追加表示记录于分析结果数据库230的数据的相关关系的评价值而在输入输出装置100上进行向导显示。图10是本实施方式的设施运转支援装置的向导显示例。如图10所示追加记录于分析结果数据库230的评价值来进行向导显示,从而能够将操作员的每个操作过程的所选择的数据和评价值关联起来进行显示。另外,在图10中示出了利用图形的显示例,但也可以如图5那样进行利用文字信息的显示。

[0067] 如以上那样,通过将作为与数据的相关关系有关的分析结果的评价值与操作员所选择的数据范围组合来进行向导显示,从而能够将数据的选择范围和评价值关联起来,快速地判断所实施的数据选择是否有效。由此,可得到减轻操作员的要因分析中的作业负荷这样的效果。

[0068] 实施方式4.

[0069] 在实施方式1中,叙述了通过分析过程制作部130以数据的追加以及限定操作为分界而进行向导显示的设施运转支援装置。在实施方式3中,叙述了将评价值与数据选择范围组合来进行向导显示的设施运转支援装置,但在推进详细分析的过程中,有时不仅是与数

据选择范围的组合,而且针对所使用的每个分析方法分类评价值。

[0070] 在本实施方式中,示出包括对实施方式3的设施运转支援装置追加对评价值进行分类的分析内容分类部190而成的结构的设施运转支援装置。对与实施方式3相同的结构附加相同的编号,省略说明。

[0071] 图11是本公开的实施方式4的设施运转支援装置的框图。如图11所示,本实施方式是由对实施方式3所示的设施运转支援装置追加分析内容分类部190的形式构成的。分析内容分类部190构成在分析结果数据库230及数据选择历史数据库220与分析过程制作部130之间。

[0072] 分析内容分类部190是如下功能:针对每个分析方法,分类通过记录于分析结果数据库230的分析方法来计算出的各操作过程中的评价值。在举例进行说明时,在过程1以及过程2中,作为分析方法使用重心以及回归方程来计算评价值,在过程3中,作为分析方法仅使用重心来计算评价值并记录到分析结果数据库230。在分析内容分类部190中,针对每个分析方法即每个分析方法名称信息420,分类评价值。即,在分析方法中使用重心时分类为过程1-3的评价值,在分析方法中使用重心时分类为过程1以及过程2的评价值。

[0073] 这样,通过相互比较记录于分析结果数据库230的分析方法名称信息420,从而变得容易判断在哪个过程中切换了分析方法。关于由分析内容分类部190针对每个分析方法进行了分类的评价值的信息,通过除了利用图5所示的数据选择操作实施的分界以外,还使用利用分析方法的选择操作实施的分界来进行向导显示,从而变得容易掌握分析作业的整体,能够期待作业效率的提高。

[0074] 如以上那样在显示分析过程时,除了数据选择操作以外,还与分析内容的变更操作组合来进行分类,从而能够网罗地掌握操作员选择哪个数据并使用怎样的分析方法进行了定量的评价、一连串的分析作业。由此,操作员能够在任意的时机回顾过去的分析操作,能够综合性地理解过去的作业内容以及倾向。

[0075] 符号的说明

[0076] 100:输入输出装置;101:处理器;102:存储器;103:显示器;104:输入接口;110:数据选择单元;120:选择信息收集部;130:分析过程制作部;140:数据分析图形制作部;150:显示数据收集部;160:显示数据切换部;170:分析执行单元;180:分析结果收集部;190:分析内容分类部;200:测量数据数据库;210:数据选择数据库;220:数据选择历史数据库;230:分析结果数据库;300、400:数据选择历史ID;310:显示数据信息;320、410:数据选择ID;330:数据选择内容信息;340:数据选择范围信息;420:分析方法名称信息;430:分析结果信息;500A~500C:数据选择过程显示;510A~520B:伴随数据选择范围的数据选择过程显示;600A~600C:包含测量值A以及测量值B的散布图显示数据;610A~610C:包含测量值A以及测量值C的散布图显示数据;710:趋势图显示例;720:散布图。

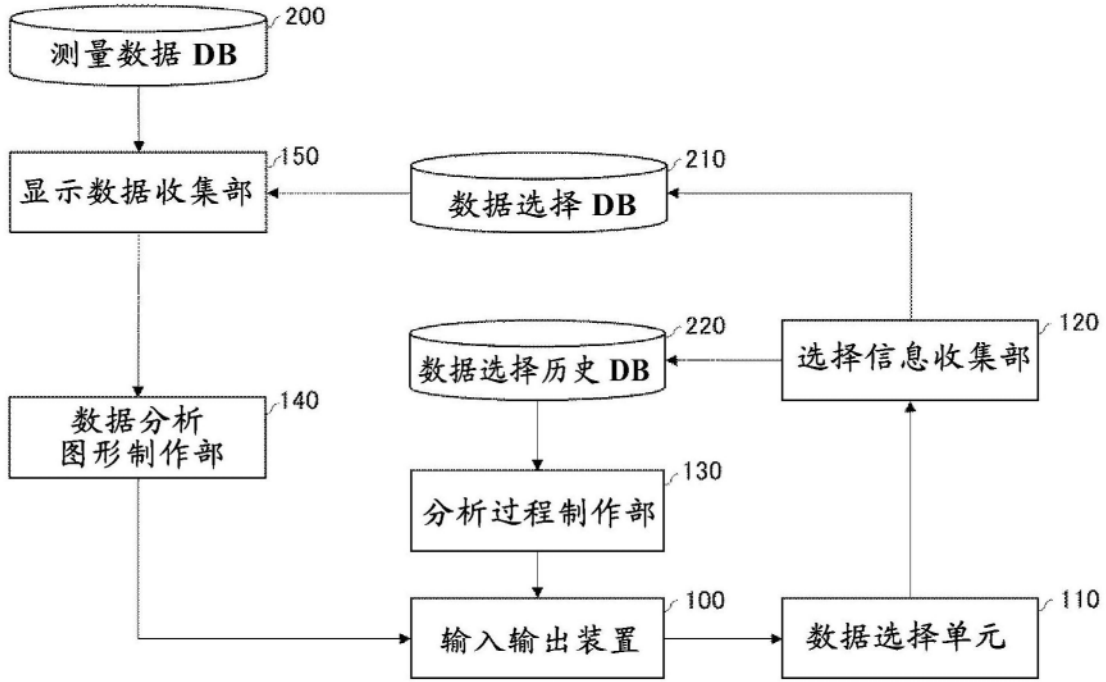


图1

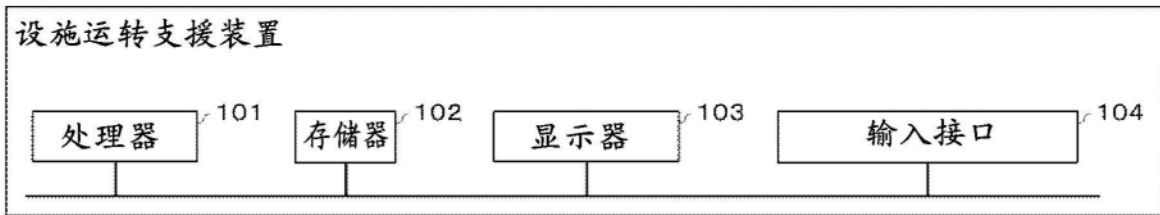


图2

300	310	320	330	340
1	测量值B 测量值C	G1	测量值B	-
			测量值C	-
2	测量值A 测量值B 测量值C	G1	测量值A	-
			测量值B	-
			测量值C	-
3	测量值A 测量值C	G1	测量值A	-
			测量值C	-
4	测量值A 测量值C	G1	测量值A	A > 50
			测量值C	C > 50
5	测量值A 测量值C	G1	测量值A	A > 50
			测量值C	C > 90

图3

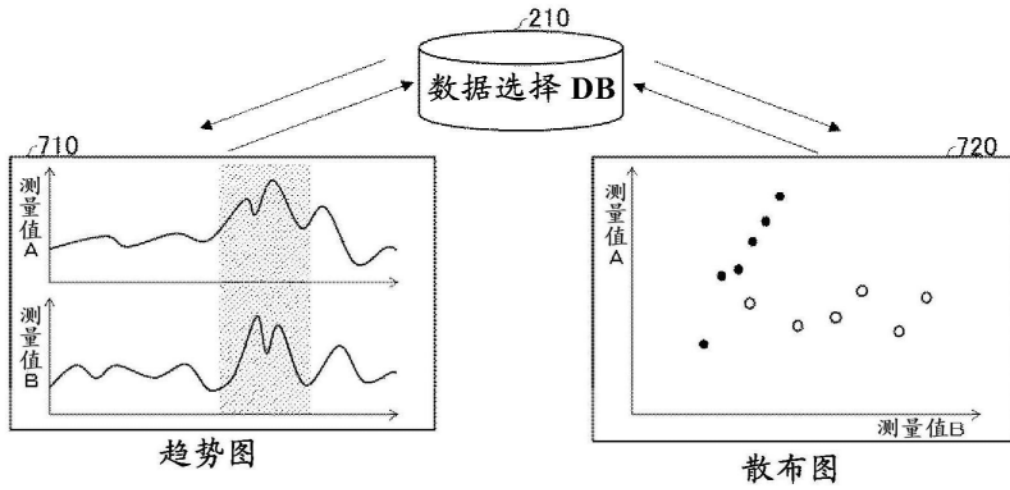


图4

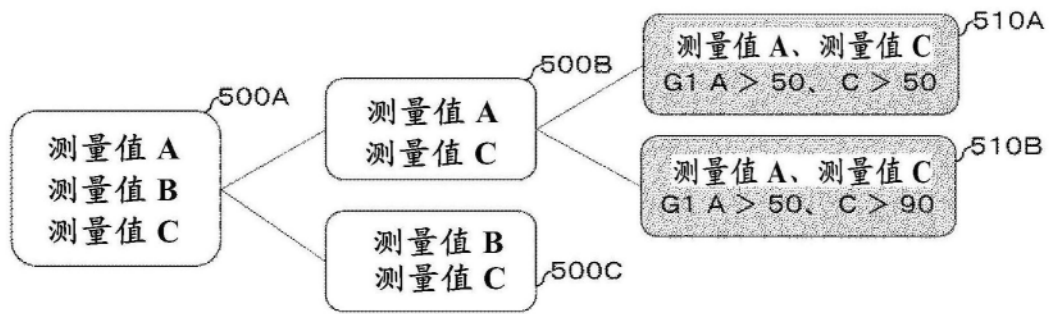


图5

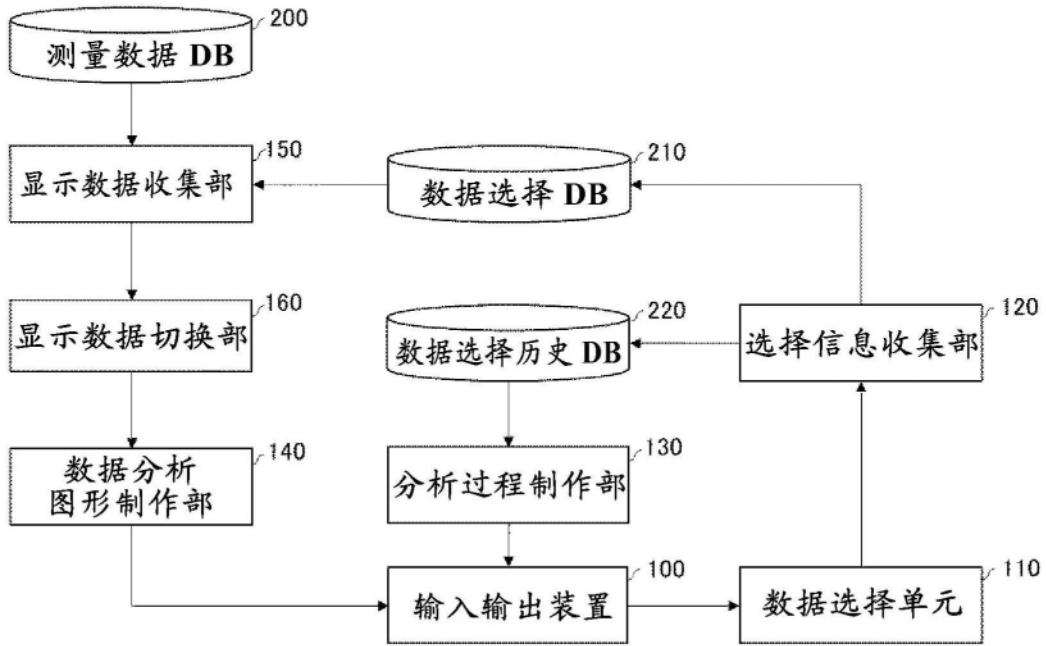


图6

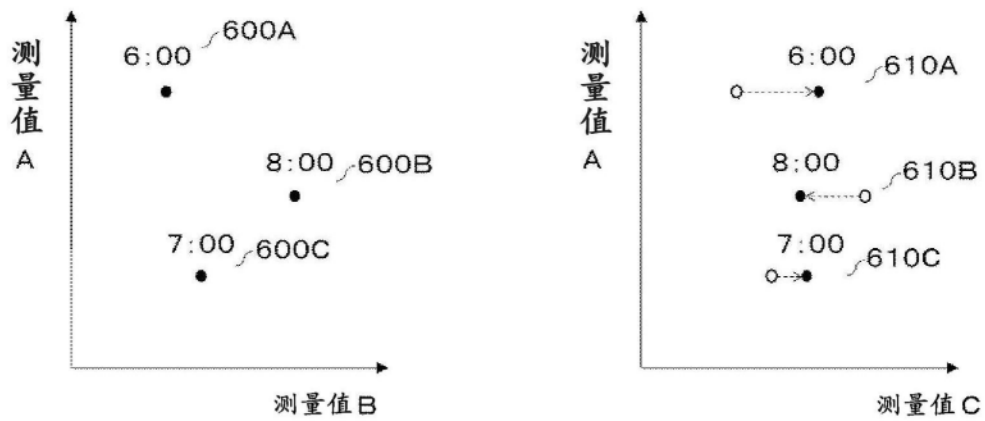


图7

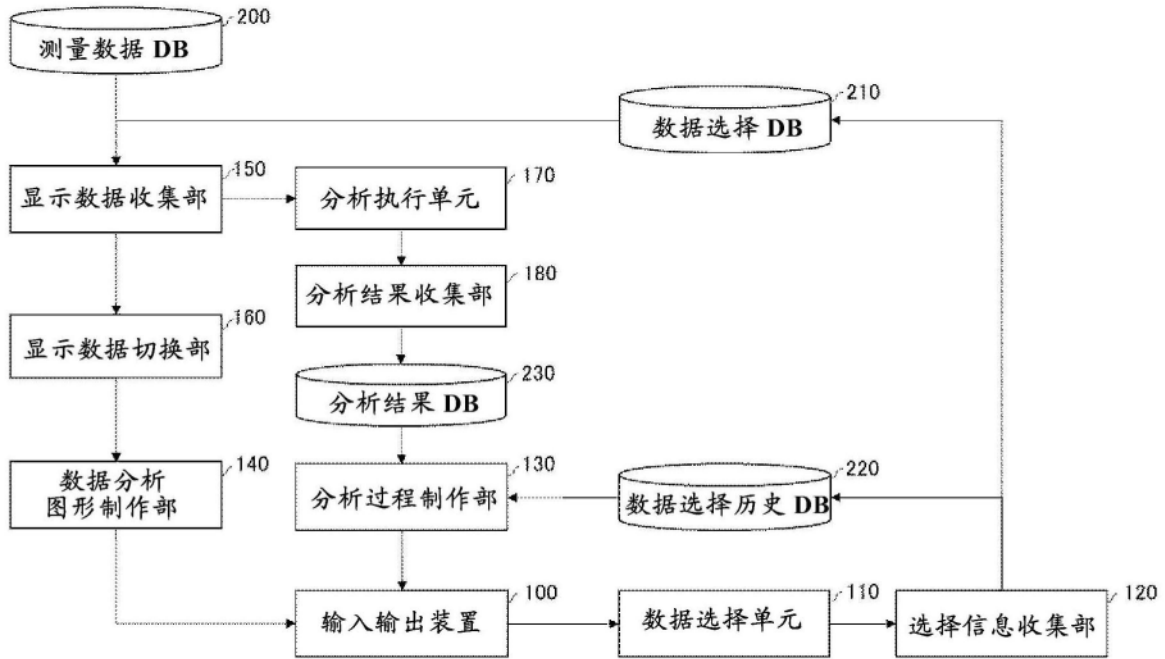


图8

400	410	420	430
1	G1	-	-
2	G1	-	-
3	G1	重心	100, 150
		回归方程	$Y = 5X + 2$
4	G1	重心	120, 165
		回归方程	$Y = 6X + 2$
5	G1	重心	120, 180
		回归方程	$Y = 4X + 1$

图9

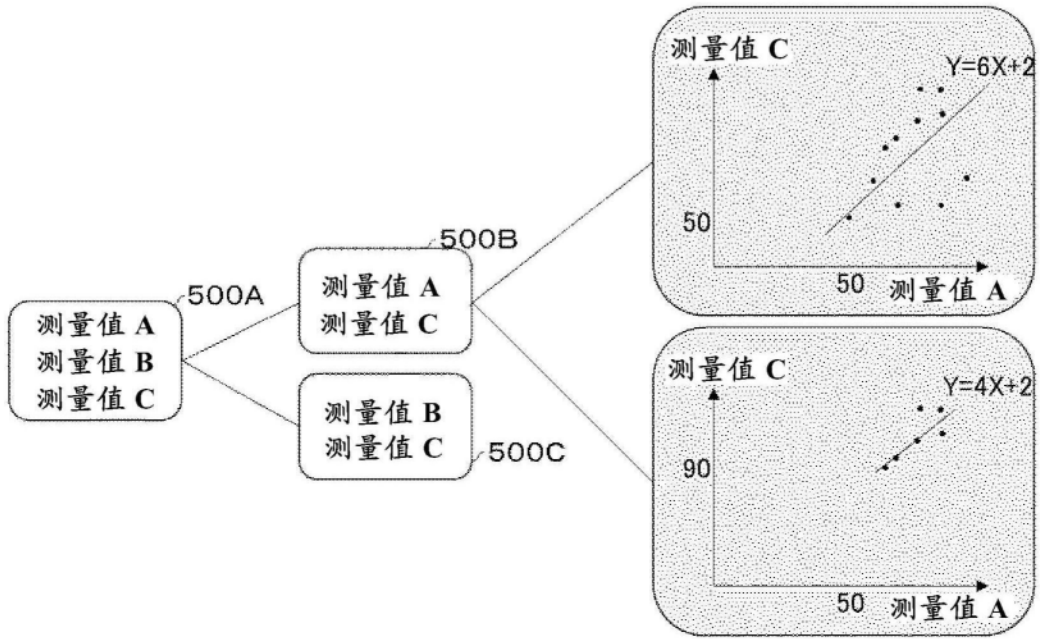


图10

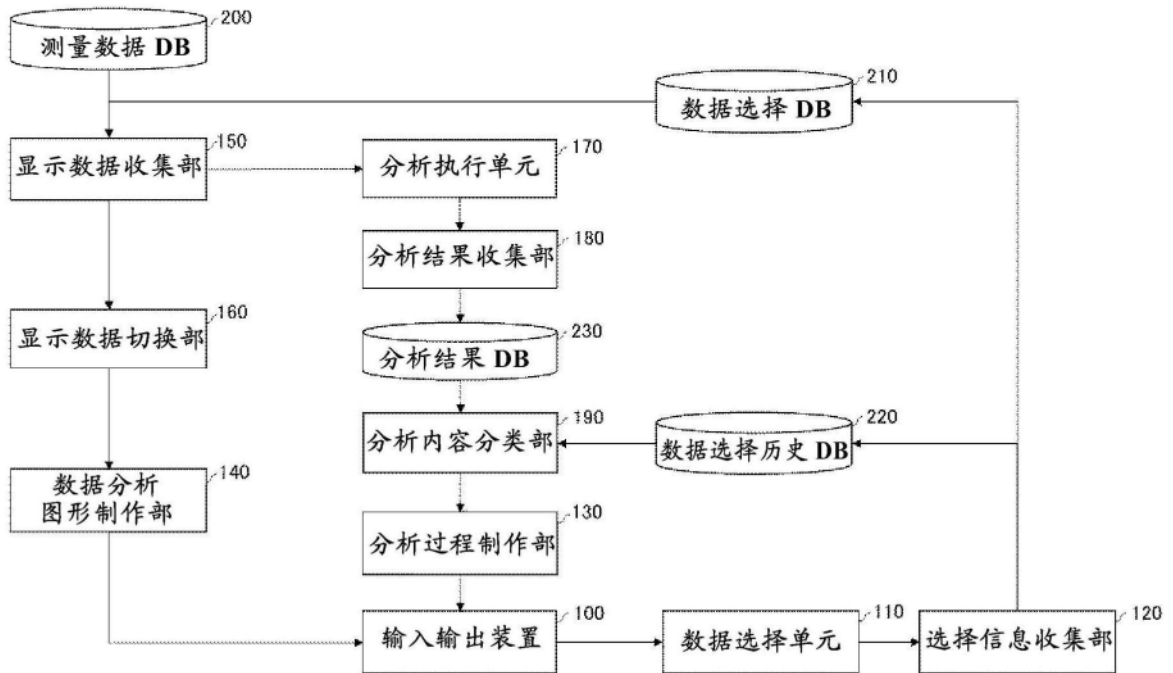


图11