



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110268350 A

(43)申请公布日 2019.09.20

(21)申请号 201880011261.X

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务所(普通合伙) 11277

(22)申请日 2018.01.26

代理人 刘新宇

(30)优先权数据

2017-040434 2017.03.03 JP

(51)Int.Cl.

G05B 23/02(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.08.09

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2018/002390 2018.01.26

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/159169 JA 2018.09.07

(71)申请人 松下知识产权经营株式会社

地址 日本大阪府

(72)发明人 岛崎尚史 池田和隆

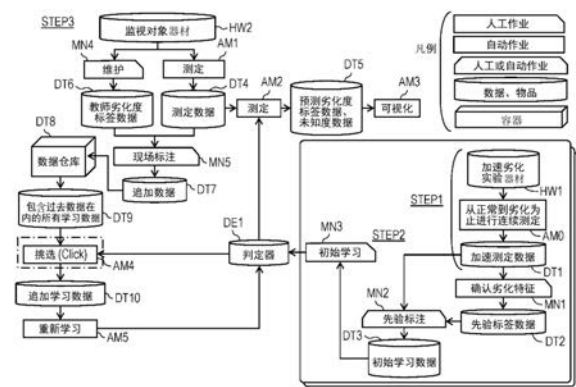
权利要求书1页 说明书8页 附图7页

(54)发明名称

劣化诊断系统追加学习方法

(57)摘要

制作学习了加速测定数据和先验标签数据的判定器(DE1),其中,加速测定数据是通过劣化加速实验获取到的、从设备正常到劣化的数据,先验标签数据是对加速测定数据中的、表示劣化的特征的数据赋予标签而得到的数据。从运行中的设备获取劣化诊断的测定数据,根据设备中的维护记录求出教师劣化度标签数据,根据测定数据和教师劣化度标签数据来获取追加数据。在由判定器对包含追加数据的所有学习数据进行判定得到的预测劣化度标签数据与所有学习数据中包含的教师劣化度标签数据的差异比规定值大的情况下,挑选学习数据来作为追加学习数据。学习追加学习数据,从而更新判定器。



1. 一种劣化诊断系统追加学习方法,包括以下步骤:

初始学习步骤,制作学习了加速测定数据和先验标签数据的判定器,其中,加速测定数据是通过劣化加速实验获取到的、从设备正常到劣化的连续的数据,先验标签数据是对所述加速测定数据中的、表示劣化的特征的数据赋予标签而得到的数据;

从运行中的所述设备获取劣化诊断的测定数据;

根据所述设备中的维护记录求出教师劣化度标签数据;

根据所述测定数据和所述教师劣化度标签数据来获取追加数据;

在由所述判定器对包含所述追加数据的所有学习数据进行判定得到的预测劣化度标签数据与所述所有学习数据中包含的所述教师劣化度标签数据的差异比规定值大的情况下,挑选所述学习数据来作为追加学习数据;以及

学习所述追加学习数据,从而更新所述判定器。

2. 根据权利要求1所述的劣化诊断系统追加学习方法,其中,

在每次实施所述维护时都重复进行以下步骤:

获取所述追加数据;

挑选所述学习数据来作为所述追加学习数据;以及

更新所述判定器。

3. 根据权利要求1所述的劣化诊断系统追加学习方法,其中,

挑选所述学习数据来作为所述追加学习数据的步骤包括以下步骤:

在由所述判定器对包含所述追加数据的所述所有学习数据进行判定时,在判定出的数据是对于所述学习数据而言为未知的程度高于规定的阈值的数据的情况下,将所述判定出的数据判定为未知数据;以及

挑选所述未知数据来作为所述学习数据的所述追加学习数据。

4. 根据权利要求1所述的劣化诊断系统追加学习方法,其中,

所述设备具备具有旋转体的电动机。

## 劣化诊断系统追加学习方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种电气机器设备中的劣化诊断系统追加学习方法。

### 背景技术

[0002] 以往,公开了一种机器设备的异常诊断方法(例如参照专利文献1),具备:信号提取单元,其用于检测运转中的电动机的输入电流中包含的特定的谐波分量;以及信号处理单元,其对来自该信号提取单元的输出信号进行变换处理,其中,将通过该信号处理单元获得的由高频分量形成的特性值与预先决定的判定基准进行比较,由此能够确定出异常原因和场所。

[0003] 在始终监视具备具有旋转体的电动机及发电机等的设备的劣化状态的以往的异常诊断方法中,对于表示设备的状态的物理量,主要测定温度、声音以及振动,基于规定的阈值来进行此时的正常或异常的诊断。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2002-189064号公报

[0007] 专利文献2:日本特开2003-156547号公报

### 发明内容

[0008] 然而,在以往的异常诊断方法中使用的温度、声音以及振动等的环境依赖性非常高。因而,为了减弱该环境依赖性,需要对作为诊断的对象的每台设备设定大量的复杂的阈值参数的初始值。同时,需要对该参数持续地进行微调。因此,存在如下问题:需要由专家进行定期维护,设备的劣化诊断需要大量的工时。

[0009] 本发明用于解决以往的问题,其目的在于,在使通过劣化加速实验制作出的判定器进行追加学习时,在适当地选择定期的追加学习所需的学习数据量的同时实现学习效果的增加。

[0010] 为了实现目的,本发明根据设备运行中的测定数据和该设备的教师劣化度标签数据来更新使用通过劣化加速实验得到的初始学习数据制作出的判定器。

[0011] 具体地说,本发明所涉及的一个方式的劣化诊断系统追加学习方法包括以下步骤:初始学习步骤,制作学习了加速测定数据和先验标签数据的判定器,其中,加速测定数据是通过劣化加速实验获取到的、从设备正常到劣化的连续的数据,先验标签数据是对加速测定数据中的、表示劣化的特征的数据赋予标签而得到的数据;从运行中的设备获取劣化诊断的测定数据;根据设备中的维护记录求出教师劣化度标签数据;根据测定数据和教师劣化度标签数据来获取追加数据;在由判定器对包含追加数据的所有学习数据进行判定得到的预测劣化度标签数据与所有学习数据中包含的教师劣化度标签数据的差异比规定值大的情况下,挑选学习数据来作为追加学习数据;以及学习追加学习数据,从而更新判定器。

[0012] 由此,学习通过劣化加速实验获取到的加速测定数据和针对加速测定数据的先验标签数据,从而制作判定器,使用根据来自运行中的设备的劣化诊断的测定数据和基于维护记录求出的劣化度标签数据而获取到的追加学习数据,来更新判定器。由此,能够在现场获取的作为非连续的学习数据的追加数据适合作为连续基准数据的初始学习数据。其结果,能够提高监视对象的设备中的劣化的判定基准的准确度。因而,能够在适当地选择追加学习所需的学习数据量的同时实现学习效果的增加。

[0013] 另外,也可以是,在每次实施维护时都重复进行以下步骤:获取追加数据;挑选学习数据来作为追加学习数据;以及更新判定器。

[0014] 由此,能够在每次实施维护时都更新判定器的学习度。

[0015] 另外,也可以是,挑选学习数据来作为追加学习数据的步骤包括以下步骤:在由判定器对包含追加数据的所有学习数据进行判定时,在判定出的数据是对于学习数据而言为未知的程度高于规定的阈值的数据的情况下,将判定出的数据判定为未知数据;以及挑选未知数据来作为学习数据的追加学习数据。

[0016] 由此,即使是未知度高于规定的阈值的数据,也能够作为学习数据追加给判定器,因此对于在各个现场有可能不同的未知的数据也能够对应。

[0017] 另外,也可以是,作为劣化诊断的对象和设备具备具有旋转体的电动机。

[0018] 由此,通过由谐波传感器获取电动机的电流变动分量,能够检测设备的劣化。

[0019] 根据本发明,能够在使通过劣化加速实验制作出的判定器进行追加学习时,能够在适当地选择定期的追加学习所需的学习数据量的同时,通过现场标注(labeling)来实现学习效果的增加。

## 附图说明

[0020] 图1是示出实现本发明的实施方式所涉及的劣化诊断系统追加学习方法的劣化诊断系统的结构图。

[0021] 图2是示出图1的劣化诊断系统中的挑选工序的流程图。

[0022] 图3是表示本发明的实施方式所涉及的劣化诊断系统中的判定器的学习定时的概要流程图。

[0023] 图4是表示构成本发明的实施方式所涉及的劣化诊断系统的判定器的结构图。

[0024] 图5是示出本发明的实施例所涉及的劣化诊断系统追加学习方法的流程图。

[0025] 图6是示出顾客利用本发明的实施例所涉及的劣化诊断系统的利用方式的示意图。

[0026] 图7是示出利用本发明的实施例所涉及的劣化诊断系统的情况下的、从维护时的测定数据提取的波形的提取处理和标注处理的概要的示意图。

## 具体实施方式

[0027] (实施方式)

[0028] 说明本发明的实施方式。

[0029] 关于本发明的实施方式所涉及的劣化诊断系统追加学习方法,将通过设备的加速劣化实验连续地获取到的测定数据设为成为初始基准的初始学习数据,使根据初始学习数

据制作的判定器追加学习从作为劣化诊断的对象和设备非连续地获取到的特征性的现场数据,由此尽管使用来自现场设备的非连续的数据,也能够获得连续的判定基准。

[0030] 下面,作为具体例,参照图1来依次说明STEP1、STEP2以及STEP3。STEP1是使用具有由电动机驱动的旋转体的设备的模拟的实验装置进行的加速实验步骤。STEP2是如下步骤:学习通过该加速实验得到的连续的加速测定数据,并且对通过分析该加速测定数据而得到的具有设备的劣化特征的数据赋予标签后进行学习,从而制作成为初始基准的判定器。STEP3是如下的步骤:使用判定器来对作为劣化诊断对象和设备始终判定设备劣化度,并且使用该设备中的维护记录等非连续的数据来对测定数据赋予标签,并且将从包含过去数据的所有学习数据中挑选出的追加学习数据追加学习到判定器中。

[0031] 图1是示出实现本发明的实施方式所涉及的劣化诊断系统追加学习方法的劣化诊断系统的结构图。

[0032] (STEP1)

[0033] 加速劣化实验器材(日语:機材)(加速实验装置)HW1例如具有与电动机的旋转轴的另一端结合的轴承(bearing)。通过载荷发生器对加速劣化实验器材HW1在该轴承的附近施加例如1.8t的载荷。在旋转轴的相对于载荷施加部分与电动机相反的一侧的位置耦合有发电机。在该发电机与发电机的负载之间的连接部处设置有劣化判定用的谐波传感器。

[0034] 使像这样被施加负载的加速劣化实验装置例如运转一个星期,获取从正常状态到磨损状态、进一步到故障状态的连续的加速测定数据DT1(AM0)。具体地说,加速测定数据DT1为以约20秒为间隔测定出的谐波的原始数据。此外,成为劣化诊断的对象设备的部件不限于轴承,也能够将齿轮、滚珠丝杆以及带等作为对象。

[0035] 另外,如公知的那样,当轴承由于上述的负载而发生劣化时,该轴承产生固有振动。所产生的固有振动传播至电动机的转子,从而转子的角速度发生变化。根据该角速度的变化而产生电流谐波,因此能够通过利用谐波传感器测量所产生的电流谐波,来诊断机械的劣化的状态。

[0036] (STEP2)

[0037] 针对获取到的各加速测定数据DT1制作将谐波的例如极大值、极小值、方差值或平均值连成的曲线,来确认变化的特征部分、即劣化的特征部分(MN1)。通过该基于人工作业进行的对特征部分的确认MN1,赋予与劣化的程度相应的标签,从而制作出标签数据DT2。

[0038] 接着,通过人工作业或自动作业将加速测定数据DT1与同加速测定数据DT1的劣化特征等效的先验(日语:事前)标签数据DT2对应起来。将其称为标注。在此,与监视对象器材的运行中的标注进行区分而称为先验标注MN2。通过先验标注MN2制作初始学习数据DT3。

[0039] 接着,使判定器DE1学习制作出的初始学习数据DT3(初始学习MN3)。如上所述,执行初始基准学习来制作判定器DE1。

[0040] (STEP3)

[0041] 接着,在作为劣化诊断的对象器材HW2上安装谐波传感器,定期地或在任意的事件发生时测定谐波数据(AM1)。将测定出的测定数据DT4施加给判定器DE1而获得预测劣化度标签数据及未知度数据DT5。之后,该预测劣化度标签数据及未知度数据DT5被输出到显示器或打印机等来进行可视化(AM3)。

[0042] 在本实施方式中,除了由谐波传感器始终监视以外,还获取通过基于人工作业进

行的定期或不定期的维护作业MN4而获得的教师劣化度标签数据DT6。教师劣化度标签数据是指被赋予用于将判定或评价所需的信息与其它信息进行区分的标签而得到的数据。

[0043] 接着,根据获取到的教师劣化度标签数据DT6和上述的测定数据DT4,通过人工作业进行用于对判定监视对象器材HW2的劣化所需的数据进行区别的现场标注MN5。此时,对于获取到的教师劣化度标签数据DT6和测定数据DT4,能够通过彼此的时间戳来进行对照。通过现场标注MN5制作出追加数据DT7,并暂时保存到数据仓库DT8。此外,在数据仓库DT8中还包含有初始学习数据DT3等所有的过去的的数据。

[0044] 接着,使用判定器DE1对从数据仓库DT8取出的、包含过去数据在内的所有学习数据DT9进行判定,并挑选出新的追加学习数据DT10(挑选处理AM4)。此外,使用图2在后面记述挑选处理AM4的详细内容。

[0045] 接着,将挑选出的追加学习数据DT10用于判定器DE1的重新学习AM5,从而使判定器DE1成长。其中,在大致完成对所有学习数据DT9的数据的挑选处理AM4之后进行重新学习AM5。通过这样,能够防止由于判定器DE1在中途被更新而引起的过去数据中的错误判定率的上升。

[0046] 接着,参照图2来说明挑选处理AM4。图2是示出图1的劣化诊断系统中的挑选工序的流程图。此外,在图2及其以后的附图中,对与图1中示出的结构要素相同的结构要素标注相同的标记,由此省略其说明。

[0047] 如图2所示,在步骤ST01中,针对包含过去数据在内的所有学习数据DT9进行下面的处理。

[0048] 即,在接下来的步骤ST02中,通过判定器DE1逐个数据地判定监视对象器材HW2的劣化度。通过该判定处理,将与现有的学习数据相比在其波形中包含未知的模式的数据(在此称为“包含未知度的数据”)DT13保存为中间数据。同时,将预测劣化度标签数据DT14保存为中间数据。

[0049] 在接下来的步骤ST03中,在中间数据的包含未知度的数据DT13的未知度为高于预先设置的阈值的值的情况下,作为未知数据而在接下来的步骤ST05中被挑选为追加学习数据。另一方面,在步骤ST03中,在不符合未知数据、即为已知的数据的可能性高的情况下,进入接下来的步骤ST04。

[0050] 在接下来的步骤ST04中,作为劣化判定的结果,在没能获得期望的输出值的情况下,在接下来的步骤ST05中,挑选为追加学习数据。具体地说,在步骤ST04中,在中间数据中的预测劣化度标签数据DT14与学习数据中包含的教师劣化度标签数据DT6之间的差异为高于预先设置的阈值的值的情况下,将判定中的数据在接下来的步骤ST05中挑选为追加学习数据DT10。

[0051] 针对包含过去数据在内的所有学习数据重复进行以上的挑选处理。

[0052] 像这样,在本实施方式中,在STEP3中,能够使在现场获取的作为非连续的劣化数据的教师劣化度标签数据DT6适合作为连续基准数据的预测劣化度标签数据DT14。由此,能够提高监视对象器材HW2中的劣化的判定基准的准确度。

[0053] 图3是表示本发明的实施方式所涉及的劣化诊断系统中的判定器的学习定时的概要处理流程图。如图3所示,首先,作为事例A:[不进行学习的情况],由判定器DE1例如对使用谐波传感器始终监视所得到的测定数据进行判定AM2,从而仅进行该数据的可视化AM3。

因此,不进行判定器DE1的学习。如图1所示,该情况的测定数据被储存于DT4,并且被保存到数据仓库DT8。

[0054] 与此相对地,作为事例B:[进行学习的情况],在使判定器DE1进行学习的情况下,通过人工来实施维护作业。在该情况下,如上述那样,根据维护数据来获取教师劣化度标签数据DT6。接着,将获取到的教师劣化度标签数据DT6与测定数据进行对照而进行现场标注MN5,从而制作出追加数据DT7。通过挑选处理AM4来挑选出追加学习所需的追加学习数据DT10,并实施判定器DE1的重新学习。

[0055] 像这样,使判定器DE1实施重新学习的第一条件是实施维护。

[0056] 此外,在下面的情况下,即使实施了维护也不进行判定器DE1的学习。即,根据图2的流程图可知,在判定对象的数据的未知度低的情况以及在判定结果与期望的输出值不存在显著性的差的情况下,具体地说在预测劣化度标签数据DT14与教师劣化度标签数据DT6之间的差异小的情况下,不实施判定器DE1的重新学习。

[0057] 并且,在即使进行维护也无法获取教师劣化度标签数据DT6的情况下以及在本次的维护与上次的维护之间没有足够的期间间隔的情况下,不实施重新学习。在此,能够根据监视对象器材HW2所具有的设备、或其运行率等任意地决定本次的维护与上次的维护之间的足够的期间。

[0058] 在此,对本实施方式中的机械学习的概要进行说明。本实施方式中使用的神经网络是数据从输入层向中间层和输出层依次传播的前馈神经网络。如公知的那样,神经网络的学习是指构建如下系统:对该神经网络的将乘积累加运算和非线性函数(激活函数)以分层的方式组合而成的数值运算模型使用误差反向传播(Back propagation)法,来使该神经网络学习其输入层与输出层之间的误差最小的参数(连接权(日语:結合荷重)),从而能够使该神经网络针对任意的输入估计出适当的输出。

[0059] 图4是表示构成本发明的实施方式所涉及的劣化诊断系统的判定器DE1的结构图。如图4所示,判定器DE1具有特征滤波器100、正常/劣化度判定器110以及未知度判定器120。

[0060] 特征滤波器100包括输入测定数据的波形剪切部101和对剪切出的测定数据进行频率分析等的频率分析部102。

[0061] 正常/劣化度判定器110包括四层全连接神经网络111以及第一整合处理部112和第二整合处理部113,其中,四层全连接神经网络111接受来自特征滤波器100的输出,并输出二维的数据,第一整合处理部112和第二整合处理部113分别接受来自四层全连接神经网络111的输出。第一整合处理部112向外部输出正常度。第二整合处理部113向外部输出劣化度。

[0062] 未知度判定器120包括三层全连接自动编码器121、比较处理部122以及整合处理部123。三层全连接自动编码器121接受来自特征滤波器100的输出并进行编码。比较处理部122将来自三层全连接自动编码器121的输出与来自特征滤波器100的输出进行比较。整合处理部123接受来自比较处理部122的输出,并向外部输出未知度。

[0063] 波形剪切部101和频率分析部102例如指定336个维度来作为特征量,关于帧数,剪切规定数。

[0064] 四层全连接神经网络111使来自特征滤波器100的336维的输入数据成为2维,从而输出第一输出和第二输出。接受第一输出的第一整合处理部112将与剪切出的帧数对应的

数据整合,例如输出正常度。接受第二输出的第二整合处理部113将与剪切出的帧数对应的数据整合,例如输出劣化度。

[0065] 三层全连接自动编码器121针对来自特征滤波器100的336维的输入数据进行规定的编码,并输出336维的输出数据。比较处理部122将由三层全连接自动编码器121编码得到的数据与由特征滤波器100进行频率分析等得到的数据进行比较。即,比较处理部122进行三层全连接自动编码器121中的输入数据与输出数据之间的归一化和范数计算(日语:ノルム計算)来进行比较处理。整合处理部123将与剪切出的帧数对应的数据整合,输出未知度。

[0066] 此外,在本实施方式中,如用图2的流程图所说明的那样,在步骤ST03中,在图4的未知度判定器120的输出数据的未知度高的情况下,能够挑选该输出数据来作为追加学习数据。

[0067] 在图2的步骤ST04中,在图4的正常/劣化度判定器110的输出数据中的正常度以及劣化度与期望的输出值不同的情况下,也能够挑选该输出数据来作为追加学习数据。

[0068] 像这样,在始终对监视对象器材HW2进行监视时,无论是难以估计出期望的正常度或期望的劣化度的测定数据、或是未知度高的测定数据,都能够使本实施方式所涉及的劣化诊断系统、即判定器DE1中的学习度成长。

[0069] 如以上那样,本实施方式的劣化诊断系统追加学习方法包括以下步骤:初始学习步骤,制作学习了加速测定数据DT1和先验标签数据DT2的判定器DE1,其中,加速测定数据DT1是通过劣化加速实验获取到的、从设备正常到劣化的连续的数据,先验标签数据DT2是对加速测定数据DT1中的、表示劣化的特征的数据赋予标签而得到的数据;从运行中的设备获取劣化诊断的测定数据DT4;根据设备中的维护记录求出教师劣化度标签数据DT6;根据测定数据DT4和教师劣化度标签数据DT6来获取追加数据DT7;在由判定器DE1对包含追加数据DT7的所有学习数据DT9进行判定得到的预测劣化度标签数据DT14与所有学习数据DT9中包含的教师劣化度标签数据DT6的差异比规定值大的情况下,挑选学习数据来作为追加学习数据DT10;以及学习追加学习数据DT10,从而更新判定器DE1。

[0070] 由此,使用根据来自运行中的设备的劣化诊断的测定数据DT4和基于维护记录求出的教师劣化度标签数据DT6而获取到的追加学习数据DT10,来更新判定器DE1。由此,能够在现场获取的作为非连续的学习数据的追加数据DT7适合作为连续基准数据的初始学习数据。其结果,能够提高监视对象的设备中的劣化的判定基准的准确度。因而,能够在适当地选择追加学习所需的学习数据量的同时实现学习效果的增加。

[0071] 另外,也可以是,在每次实施维护时都重复进行以下步骤:获取追加数据DT7;挑选学习数据来作为追加学习数据DT10;以及更新判定器DE1。

[0072] 由此,能够在每次实施维护时都更新判定器的学习度。

[0073] 另外,也可以是,挑选学习数据来作为追加学习数据DT10的步骤包括以下步骤:在由判定器DE1对包含追加数据DT7的所有学习数据DT9进行判定时,在判定出的数据是对于学习数据而言为未知的程度高于规定的阈值的数据的情况下,将判定出的数据判定为未知数据;以及挑选未知数据来作为学习数据的追加学习数据DT10。

[0074] 由此,即使是未知度高于规定的阈值的数据,也能够作为学习数据追加给判定器,因此对于在各个现场有可能不同的未知的数据也能够对应。

[0075] 另外,也可以是,作为劣化诊断的对象设备具备具有旋转体的电动机。



[0076] 由此,通过由谐波传感器获取电动机的电流变动分量,能够检测设备的劣化。

[0077] 实施例

[0078] 图5是示出本发明的实施例所涉及的劣化诊断系统的利用方法的流程图。首先,在步骤ST10中,通过加速劣化试验来收集初始基准数据。接着,在步骤ST11中,使判定器DE1进行初始学习。到此为止与上述的STEP1和STEP2对应。

[0079] 接着,在步骤ST12中,将本劣化诊断系统配置于顾客的监视对象器材HW2。

[0080] 接着,在步骤ST13中,使本劣化诊断系统运行。即,由谐波传感器针对运行中的监视对象器材HW2连续测定监视对象器材HW2所产生的谐波,并由判定器DE1对测定出的数据进行判定。将此时连续测定出的波形数据和判定结果保存于波形及判定结果数据DT11。

[0081] 在步骤ST14中判定为监视对象器材HW2没有异常的情况下,返回到步骤ST13。另一方面,在步骤ST14中判定为监视对象器材HW2存在异常的情况下,在步骤ST15中针对监视对象器材HW2实施临时的维护。之后,在步骤ST17中,使用因特网(WEB或云计算等)将监视对象器材HW2的维护结果保存于维护结果数据DT12。

[0082] 在与步骤ST14并行的步骤ST16中,顾客对监视对象器材HW2实施定期的维护。在步骤ST17中,使用WEB等将步骤ST16中的监视对象器材HW2的维护结果输入到因特网上的维护结果数据DT12。

[0083] 接着,在步骤ST18中,根据连续测定出的波形及判定结果数据DT11以及输入的维护结果数据DT12,来对波形数据实施标注(现场标注),并保存于包含过去数据在内的所有学习数据DT9。

[0084] 接着,在步骤ST19中,使用判定器DE1从包含被标注过的过去数据在内的所有学习数据DT9中提取学习数据,并作为被提取过的追加学习数据保存于DT10。该工序与图1和图2所示的挑选处理AM4对应。

[0085] 接着,在步骤ST20中,使用被提取过的追加学习数据DT10来使判定器DE1进行重新学习,从而使判定器DE1成长。

[0086] 在此,参照图6来说明顾客对本实施例所涉及的劣化诊断系统的利用方式。图6是示出顾客利用本发明的实施例所涉及的劣化诊断系统的利用方式的示意图。

[0087] (1) 在监视对象器材HW2的规定的部位配置谐波传感器。谐波传感器与作为能够同因特网连接的终端的边界设备(edge device)ED连接,并且边界设备ED与因特网连接。

[0088] (2) 如果监视对象器材HW2处于运行中,则通过谐波传感器和边界设备ED,作为测定数据DT4例如登记到WEB上,并由判定器DE1进行上述的分析和判定。

[0089] (3) 能够利用智能手机和个人电脑来通过WEB浏览器等随时阅览判定器DE1的判定结果。

[0090] (4) 与上述的(2)并行地,在定期维护的期间或判定器DE1的判定结果为不良时,通过人工作业来进行维护检查。

[0091] (5) 将维护检查时得到的测定数据作为上述的教师劣化度标签数据DT6登记到WEB上。

[0092] (6) 包含基于现场标注的追加数据在内,从包含过去数据在内的所有学习数据DT9中挑选重新学习用的数据,并用挑选出的数据来使判定器DE1进行重新学习。

[0093] 下面,对如下情况进行说明:在关于在线始终监视的测定数据或定期维护时的测

定数据,连续输出了被判定为异常的数据的情况下,也通过人工作业的维护来使监视对象器材HW2进行了正常运行。参照图7来说明该情况下的来自维护数据的波形提取处理和标注处理。图7是示出利用本发明的实施例所涉及的劣化诊断系统的情况下的、来自维护时的测定数据的波形的提取处理和标注处理的概要的示意图。

[0094] 如图7所示,在判定器DE1例如针对由谐波传感器和边界设备ED得到的测定波形连续多次(在图7中为两次)输出异常的情况下,通过人工作业来进行维护。在图7中,在上面的行示出边界设备的测定波形。在边界设备的测定波形的下面示出判定器DE1的与各个测定波形对应的输出。在维护时,当观察到图7所示的波形B的数据时,如果满足下面五个条件中的至少一个条件,则将维护时获取到的波形B的数据以及波形B的数据的前后的数据的、测定结果的标签从“异常”更换为“正常”。同时,更新包含被标注过的过去数据在内的所有学习数据DT9。

[0095] 在此,将多个测定结果的标签一同进行更换的五个条件如下。

[0096] i) 时间戳接近。

[0097] ii) 波形的形状相似。

[0098] iii) 波形之间的欧几里得距离小于预先设置的阈值。

[0099] iv) 提取出某个特征后的特征参数之间的欧几里得距离小于预先设置的阈值。

[0100] v) 来自判定器DE1的输出值(劣化度或未知度)之间的欧几里得距离小于预先设置的阈值。

[0101] 像这样,关于实施方式和实施例所涉及的劣化诊断系统中的追加学习方法,即使在在线始终监视的测定数据或定期维护时的测定数据中连续地检测到表示劣化度高的异常,也能够通过紧急维护来使这些异常恢复正常。而且,能够再次在线地始终进行监视。

[0102] 产业上的可利用性

[0103] 本发明所涉及的劣化诊断系统追加学习方法对于电气机器设备中的劣化诊断系统等有用。

[0104] 附图标记说明

[0105] DE1:判定器;ED:边界设备;HW1:加速劣化实验器材;HW2:监视对象器材;100:特征滤波器;101:波形剪切部;102:频率分析部;110:正常/劣化度判定器;111:四层全连接神经网络;112:第一整合处理部;113:第二整合处理部;120:未知度判定器;121:三层全连接自动编码器;122:比较处理部;123:整合处理部。

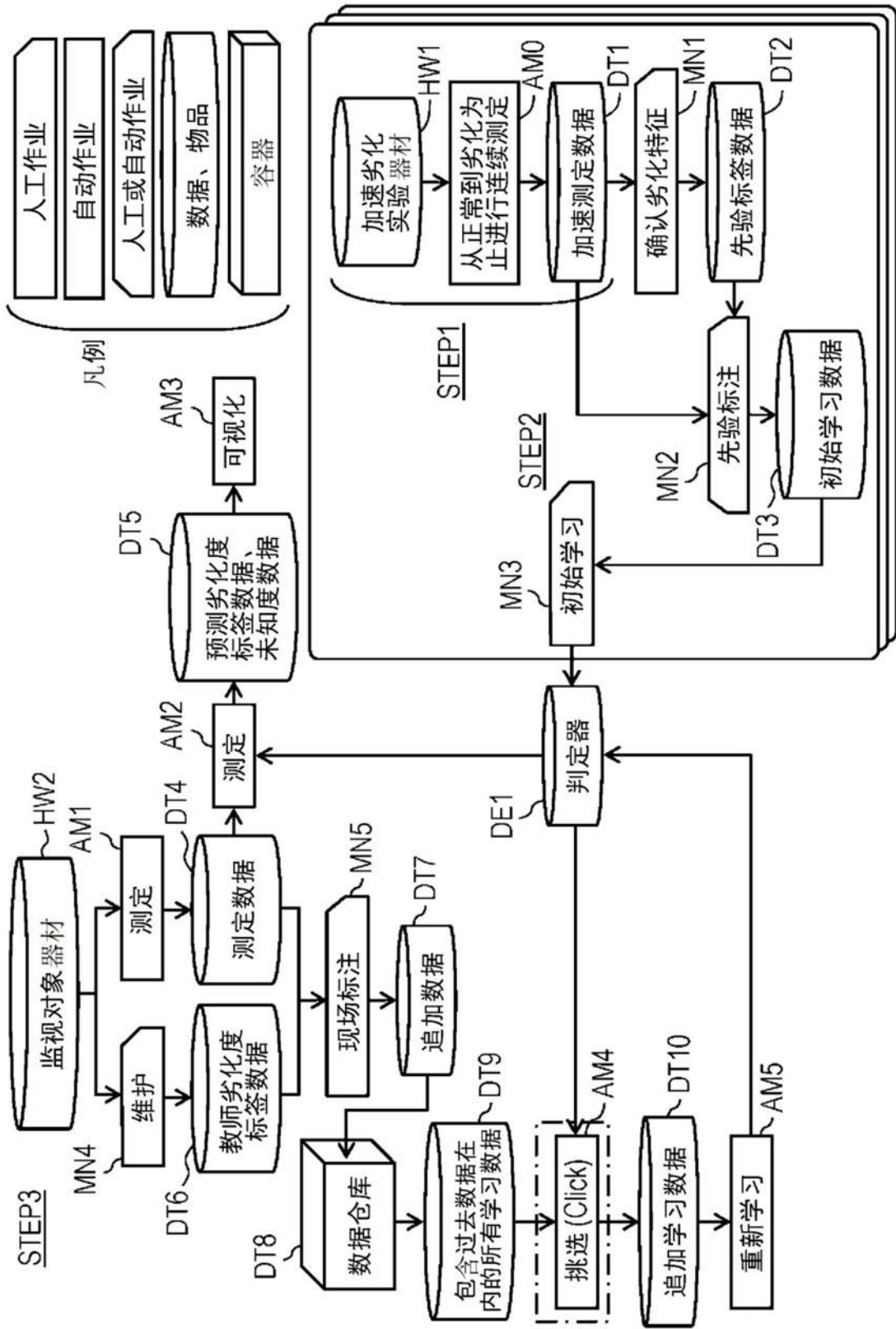


图1

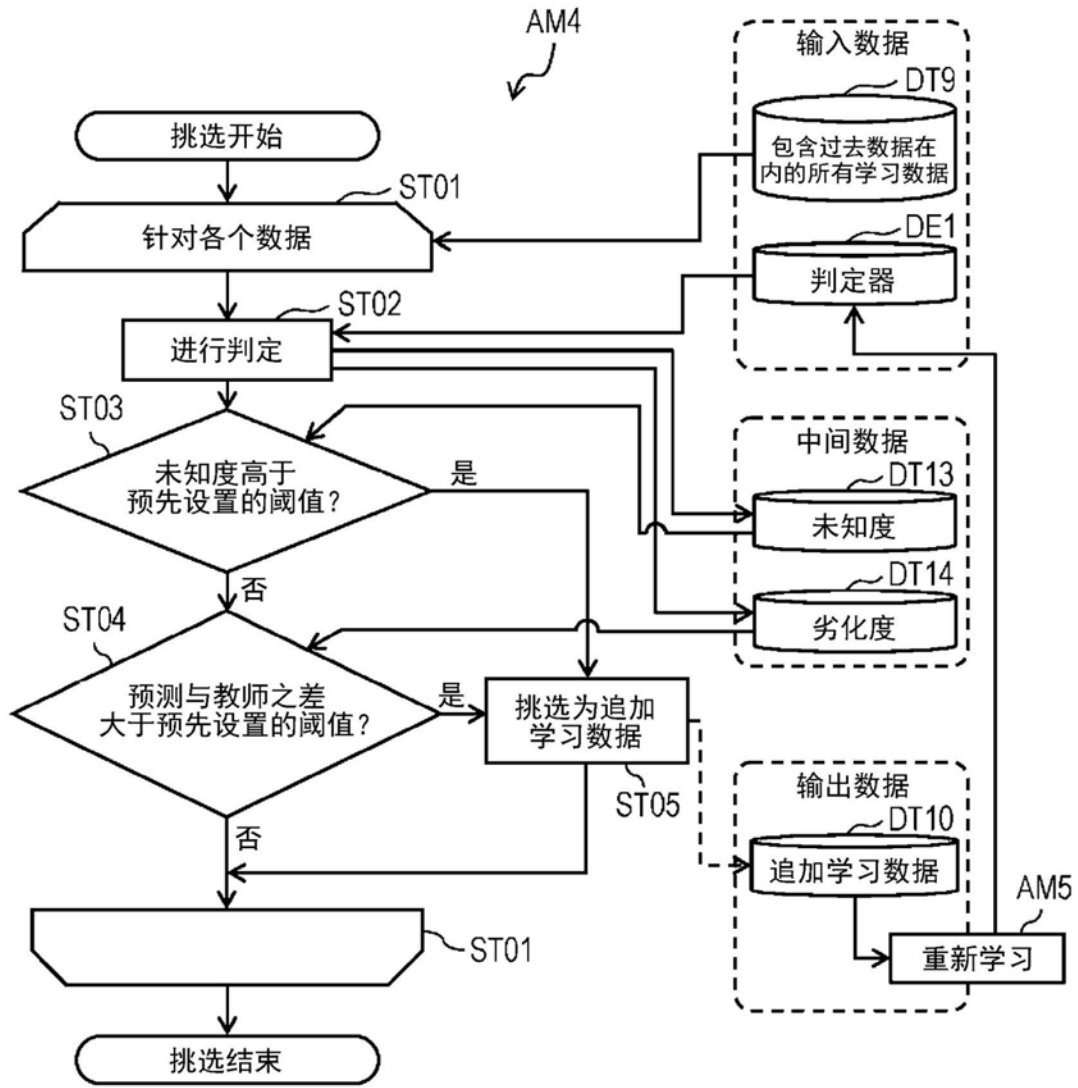


图2

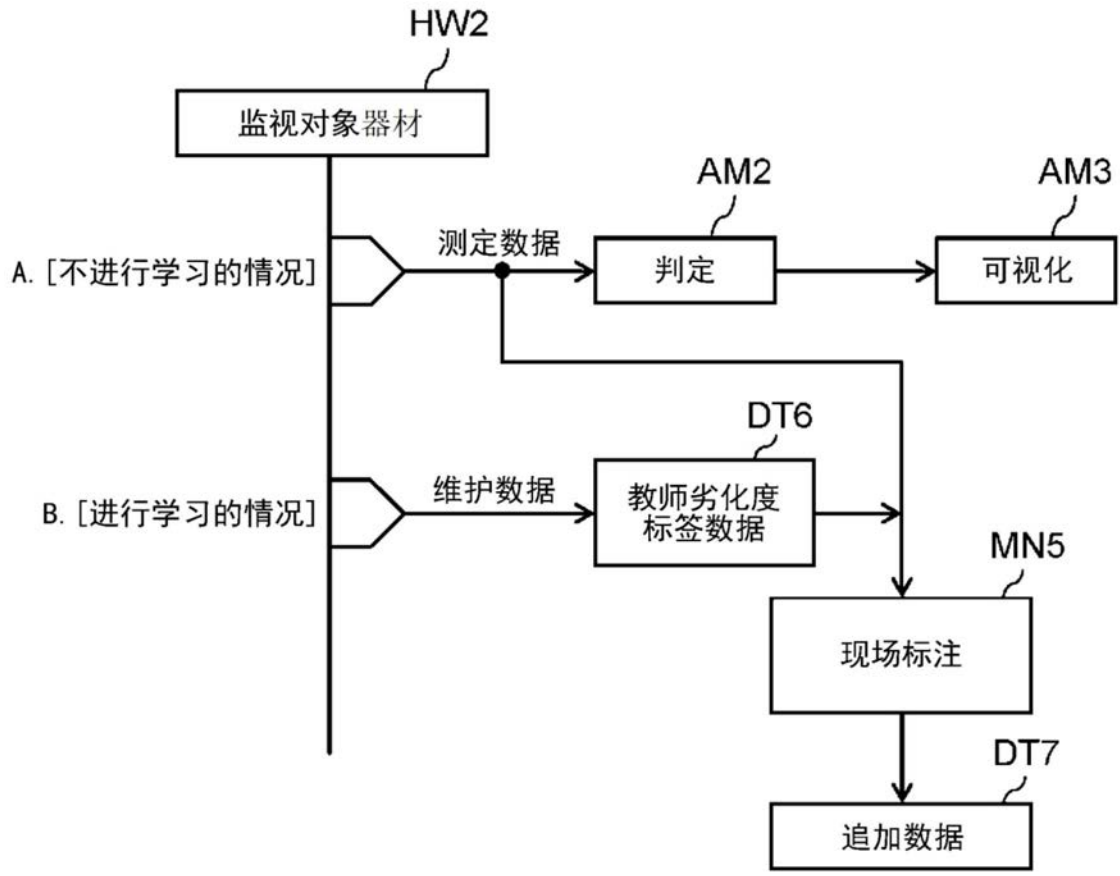


图3

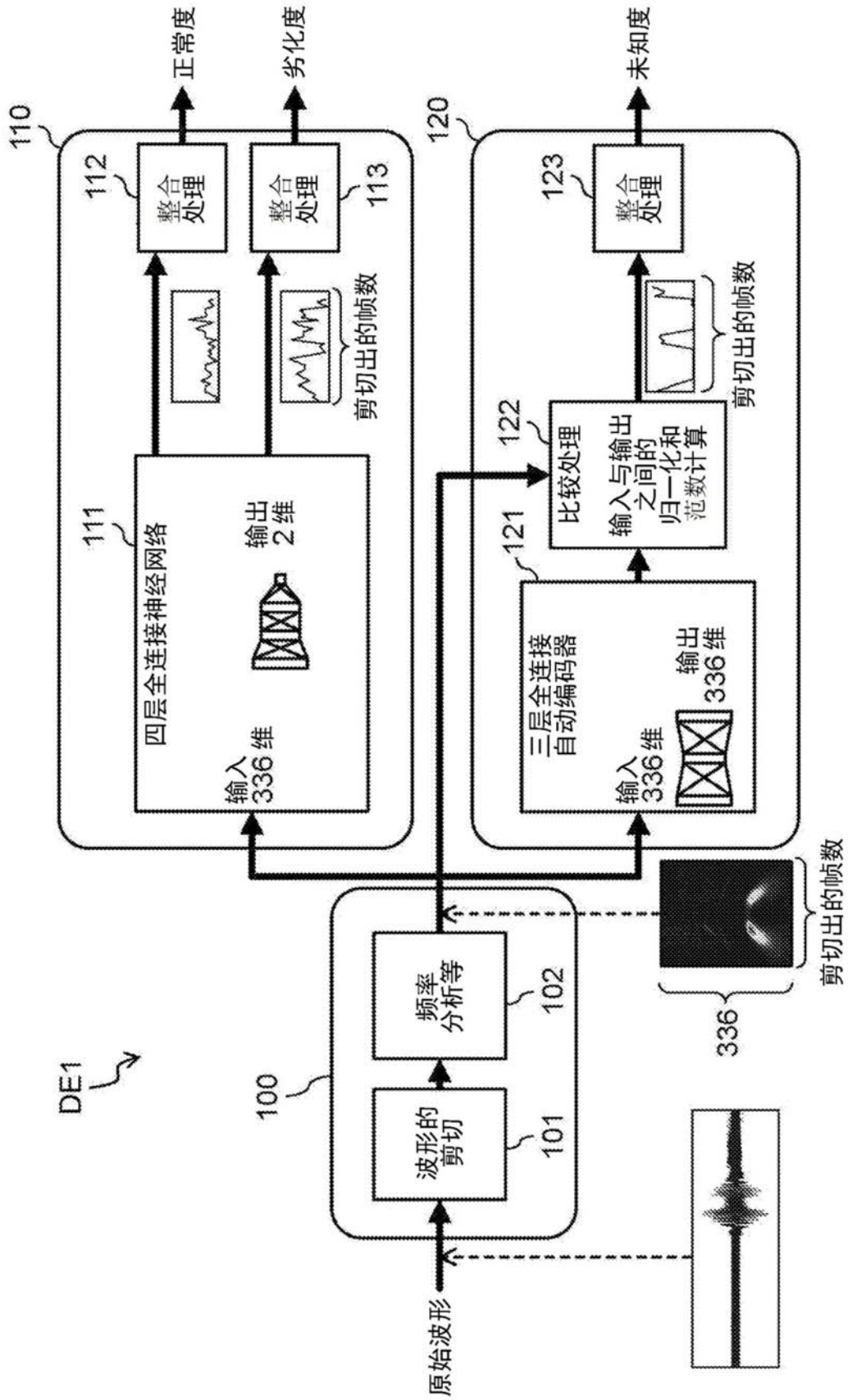


图4

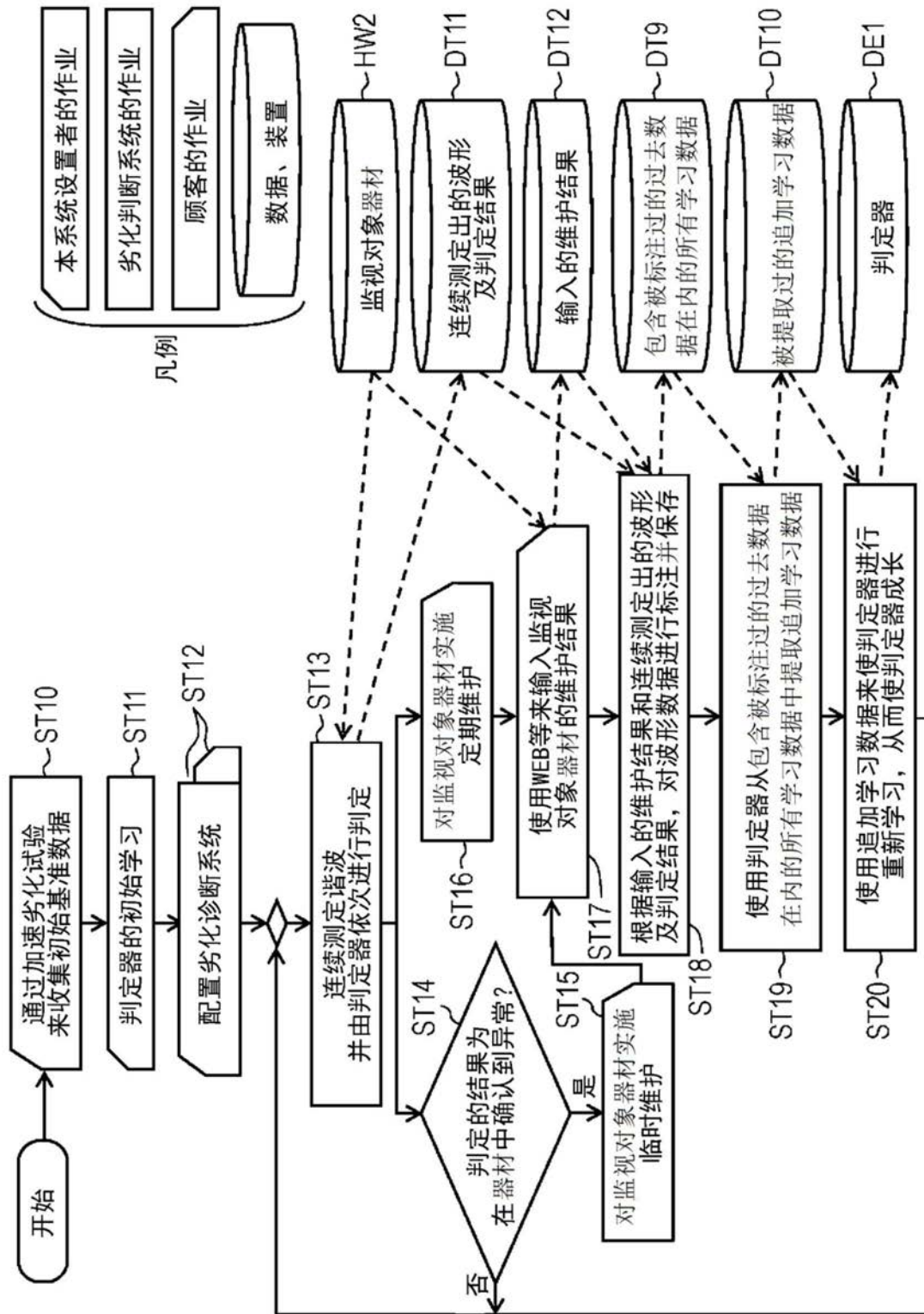


图5



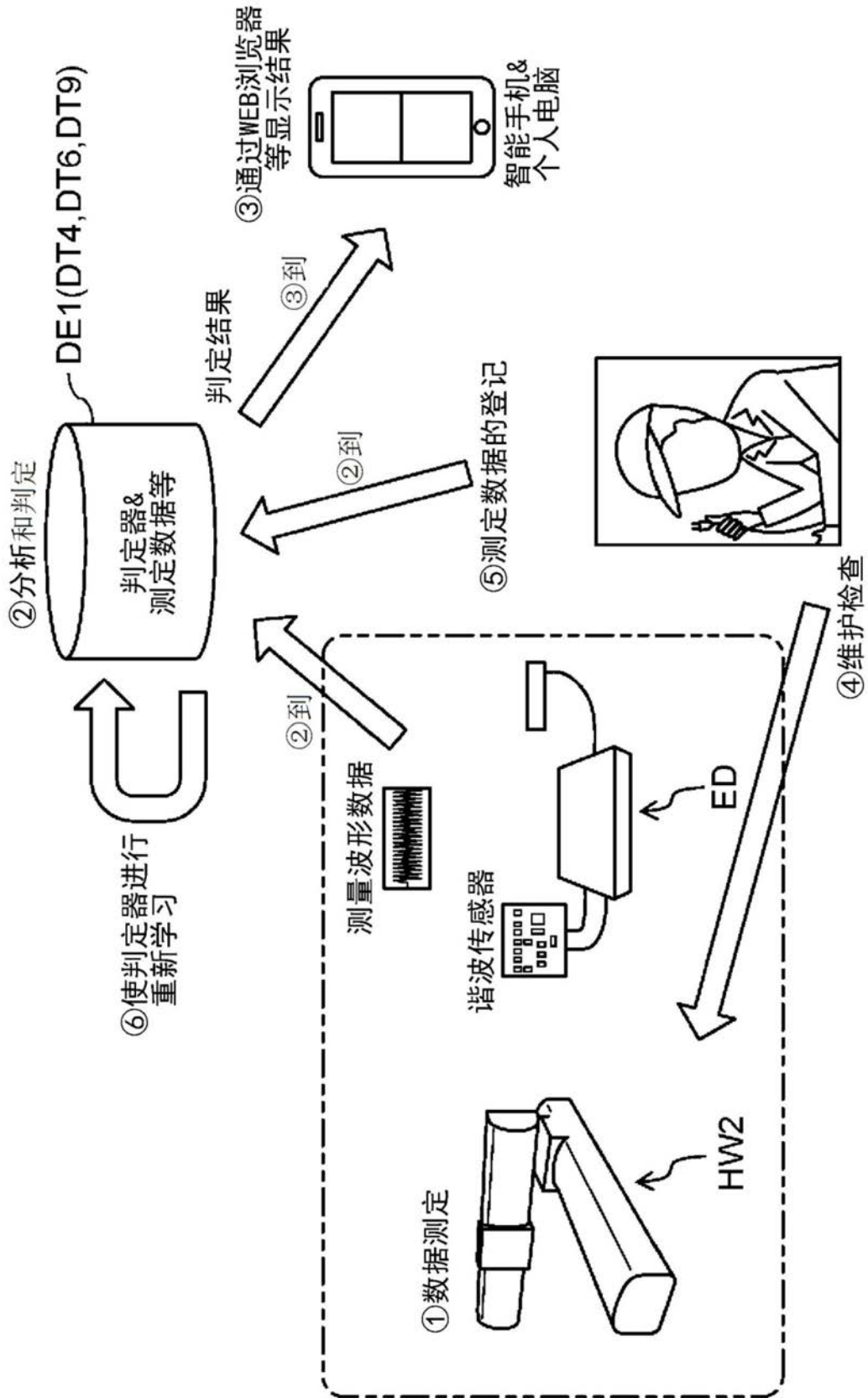


图6



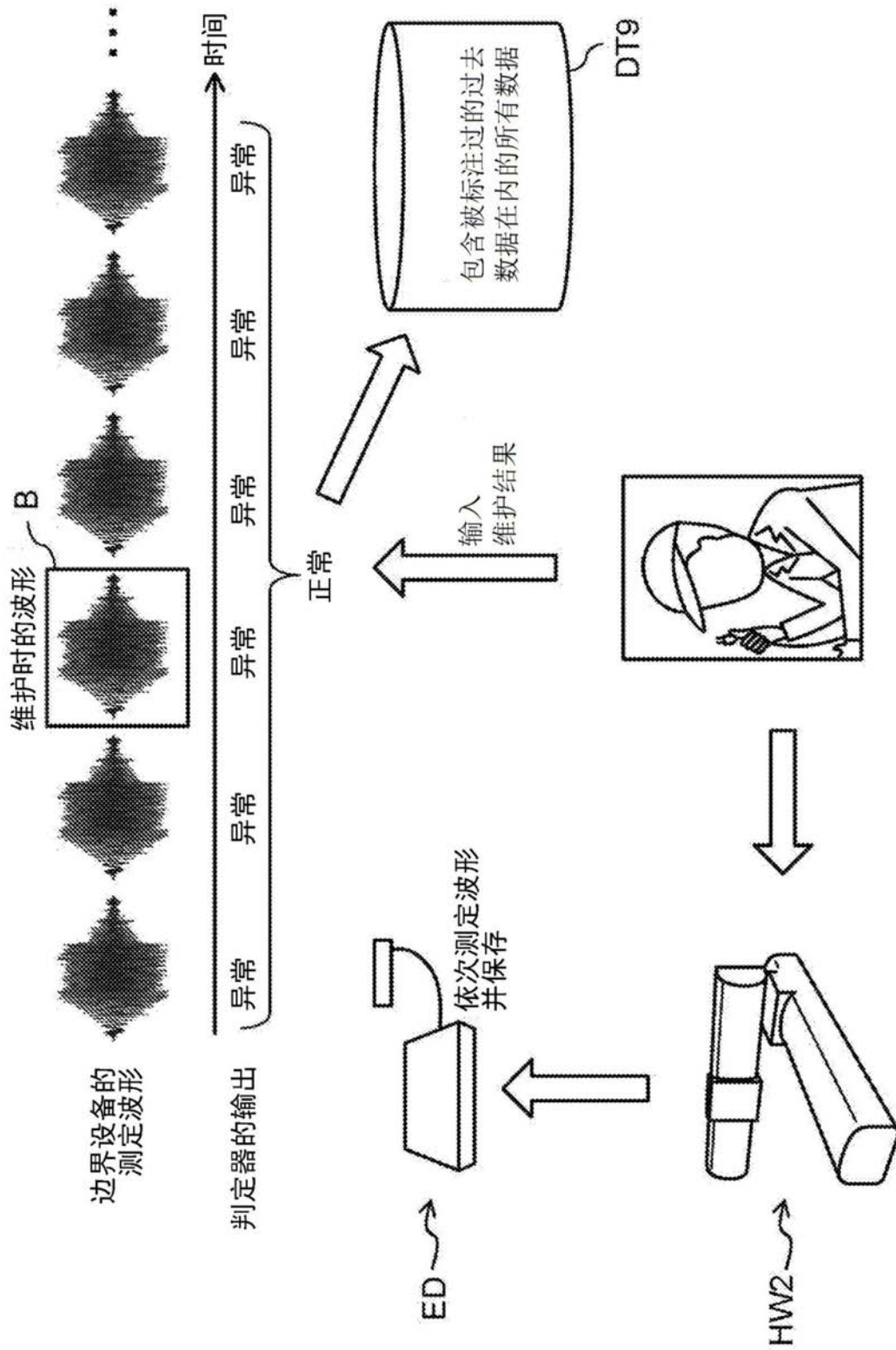


图7