



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109300285 B

(45) 授权公告日 2021. 07. 16

(21) 申请号 201811457374.0

(22) 申请日 2018.11.30

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109300285 A

(43) 申请公布日 2019.02.01

(73) 专利权人 联想(北京)有限公司
地址 100085 北京市海淀区上地信息产业
基地创业路6号

(72) 发明人 杨帆 金继民 王耀晖 张成松

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
代理人 薛娇 王宝筠

(51) Int.Cl.
G08B 21/18 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 107391341 A, 2017.11.24
CN 104295373 A, 2015.01.21
CN 105550943 A, 2016.05.04
CN 107832896 A, 2018.03.23
CN 108803576 A, 2018.11.13
CN 108376299 A, 2018.08.07
CN 108334033 A, 2018.07.27
CN 103793601 A, 2014.05.14

审查员 李海龙

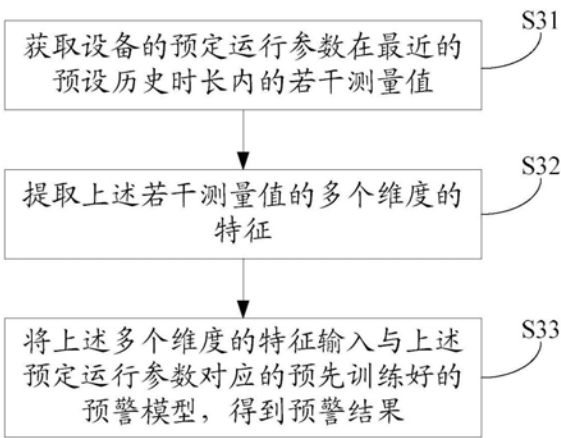
权利要求书2页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

预警方法及装置

(57) 摘要

本申请实施例公开了一种预警方法及装置, 获取设备的预定运行参数在最近的预设历史时长内的若干测量值, 并提取该若干测量值的多个维度的特征; 将所提取的多个维度的特征输入与上述预定运行参数对应的预先训练好的预警模型, 得到表征设备的上述预定运行参数在未来是否发生异常预警结果, 实现了对设备的预定运行参数在未来是否发生异常的预测。



1. 一种预警方法,其特征在于,包括:

获取设备的预定运行参数在最近的预设历史时长内的若干测量值;其中,所述预定运行参数指代为基于运行参数的异常类型、异常点附近数据的变化和异常比筛选得到的多个运行参数中的任意一个运行参数;所述异常比为所述设备的运行参数的测量值高于安全值上限值或低于安全值下限值的次数与测量次数的比值;

提取所述若干测量值的多个维度的特征;

将所述多个维度的特征输入与所述预定运行参数对应的预先训练好的预警模型,得到预警结果,所述预警结果表征所述设备的所述预定运行参数在未来是否发生异常;

其中,所述预警模型是基于筛选得到的每一个预定运行参数的历史测量值训练得到的。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述提取所述若干测量值的多个维度的特征包括:

将所述预设历史时长划分为多个时间区间;

在每一个时间区间内的测量值中均提取所述多个维度的特征;或者,

在所述预设历史时长内的测量值中提取部分维度的特征,在每一个时间区间内的测量值中均提取其它维度的特征。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述将所述预设历史时长划分为多个时间区间,包括:

将所述预设历史时长划分为多个时长不等的时间区间;其中,

时间区间的长度越短,该时间区间的较晚时间端点距离所述预设历史时长的较晚时间端点越近,相邻时间区间有部分重叠区间;或者,

各个时间区间的较晚时间端点均与所述预设历史时长的较晚时间端点相同。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述提取所述若干测量值的多个维度的特征,包括:

提取所述若干测量值的状态特征,统计特征和趋势特征;其中,

所述状态特征包括:各测量值的取值;

所述统计特征包括:测量值的最大值,最小值和均值;

所述趋势特征包括:表征测量值的变化趋势的参数。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述预定运行参数为所述设备的运行参数中在第一历史时长内满足预设条件的运行参数,其中,第一运行参数满足预设条件包括:

所述第一运行参数的异常比在预置的区间内;所述异常比是指:在所述第一历史时长内,所述第一运行参数的测量值发生异常的次数与所述第一运行参数的测量次数的比值;

在所述第一历史时长内,所述第一运行参数在大多数异常点附近的数据呈渐变式变化。

6. 一种预警装置,其特征在于,包括:

获取模块,用于获取设备的预定运行参数在最近的预设历史时长内的若干测量值;其中,所述预定运行参数指代为基于运行参数的异常类型、异常点附近数据的变化和异常比筛选得到的多个运行参数中的任意一个运行参数;所述异常比为所述设备的运行参数的测量值高于安全值上限值或低于安全值下限值的次数与测量次数的比值;

提取模块,用于提取所述若干测量值的多个维度的特征;

预警模块,用于将所述多个维度的特征输入与所述预定运行参数对应的预先训练好的预警模型,得到预警结果,所述预警结果表征所述设备的所述预定运行参数在未来是否发生异常;

其中,所述预警模型是基于筛选得到的每一个预定运行参数的历史测量值训练得到的。

7.一种预警装置,其特征在于,包括:

存储器,用于至少存储一组指令集;

处理器,用于调用并执行所述存储器中的所述指令集,通过执行所述指令集进行以下操作:

获取设备的预定运行参数在最近的预设历史时长内的若干测量值;其中,所述预定运行参数指代为基于运行参数的异常类型、异常点附近数据的变化和异常比筛选得到的多个运行参数中的任意一个运行参数;所述异常比为所述设备的运行参数的测量值高于安全值上限值或低于安全值下限值的次数与测量次数的比值;

提取所述若干测量值的多个维度的特征;

将所述多个维度的特征输入与所述预定运行参数对应的预先训练好的预警模型,得到预警结果,所述预警结果表征所述设备的所述预定运行参数在未来是否发生异常;

其中,所述预警模型是基于筛选得到的每一个预定运行参数的历史测量值训练得到的。

8.根据权利要求7所述的预警装置,其特征在于,所述处理器提取所述若干测量值的多个维度的特征时,具体用于:

将所述预设历史时长划分为多个时间区间;

在每一个时间区间内的测量值中均提取所述多个维度的特征;或者,

在所述预设历史时长内的测量值中提取部分维度的特征,在每一个时间区间内的测量值中均提取其它维度的特征。

9.根据权利要求8所述的预警装置,其特征在于,所述处理器将所述预设历史时长划分为多个时间区间时,具体用于:

将所述预设历史时长划分为多个时长不等的时间区间;其中,

时间区间的长度越短,该时间区间的较晚时间端点距离所述预设历史时长的较晚时间端点越近,相邻时间区间有部分重叠区间;或者,

各个时间区间的较晚时间端点均与所述预设历史时长的较晚时间端点相同。

10.根据权利要求7所述的预警装置,其特征在于,所述处理器提取所述若干测量值的多个维度的特征时,具体用于:

提取所述若干测量值的状态特征,统计特征和趋势特征;其中,

所述状态特征包括:各测量值的取值;

所述统计特征包括:测量值的最大值,最小值和均值;

所述趋势特征包括:表征测量值的变化趋势的参数。

预警方法及装置

技术领域

[0001] 本申请涉及信息处理技术领域,更具体地说,涉及一种预警方法及装置。

背景技术

[0002] 在实际的设备运行过程(如,工业生产过程,计算机运行过程等)中,由于设备结构复杂,任何因素的异常都可能致使设备进入非正常工况,严重的可能会引发重大事故,造成巨大的经济损失。

[0003] 因此,如何预测设备未来是否会发生异常成为亟待解决的技术问题。

发明内容

[0004] 本申请的目的是提供一种预警方法及装置,以至少部分的克服现有技术中存在的技术问题。

[0005] 为实现上述目的,本申请提供了如下技术方案:

[0006] 一种预警方法,包括:

[0007] 获取设备的预定运行参数在最近的预设历史时长内的若干测量值;

[0008] 提取所述若干测量值的多个维度的特征;

[0009] 将所述多个维度的特征输入与所述预定运行参数对应的预先训练好的预警模型,得到预警结果,所述预警结果表征所述设备的所述预定运行参数在未来是否发生异常。

[0010] 上述方法,优选的,所述提取所述若干测量值的多个维度的特征包括:

[0011] 将所述预设历史时长划分为多个时间区间;

[0012] 在每一个时间区间内的测量值中均提取所述多个维度的特征;或者,

[0013] 在所述预设历史时长内的测量值中提取部分维度的特征,在每一个时间区间内的测量值中均提取其它维度的特征。

[0014] 上述方法,优选的,所述将所述预设历史时长划分为多个时间区间,包括:

[0015] 将所述预设历史时长划分为多个时长不等的时间区间;其中,

[0016] 时间区间的长度越短,该时间区间的较晚时间端点距离所述预设历史时长的较晚时间端点越近,相邻时间区间有部分重叠区间;或者,

[0017] 各个时间区间的较晚时间端点均与所述预设历史时长的较晚时间端点相同。

[0018] 上述方法,优选的,所述提取所述若干测量值的多个维度的特征,包括:

[0019] 提取所述若干测量值的状态特征,统计特征和趋势特征;其中,

[0020] 所述状态特征包括:各测量值的取值;

[0021] 所述统计特征包括:测量值的最大值,最小值和均值;

[0022] 所述趋势特征包括:表征测量值的变化趋势的参数。

[0023] 上述方法,优选的,所述预定运行参数为所述设备的运行参数中在第一历史时长内满足预设条件的运行参数,其中,第一运行参数满足预设条件包括:

[0024] 所述第一运行参数的异常比在预置的区间内;所述异常比是指:在所述第一历史

时长内,所述第一运行参数的测量值发生异常的次数与所述第一运行参数的测量次数的比值;

[0025] 在所述第一历史时长内,所述第一运行参数在大多数异常点附近的数据呈渐变式变化。

[0026] 一种预警装置,包括:

[0027] 获取模块,用于获取设备的预定运行参数在最近的预设历史时长内的若干测量值;

[0028] 提取模块,用于提取所述若干测量值的多个维度的特征;

[0029] 预警模块,用于将所述多个维度的特征输入与所述预定运行参数对应的预先训练好的预警模型,得到预警结果,所述预警结果表征所述设备的所述预定运行参数在未来是否发生异常。

[0030] 一种预警装置,包括:

[0031] 存储器,用于至少存储一组指令集;

[0032] 处理器,用于调用并执行所述存储器中的所述指令集,通过执行所述指令集进行以下操作:

[0033] 获取设备的预定运行参数在最近的预设历史时长内的若干测量值;

[0034] 提取所述若干测量值的多个维度的特征;

[0035] 将所述多个维度的特征输入与所述预定运行参数对应的预先训练好的预警模型,得到预警结果,所述预警结果表征所述设备的所述预定运行参数在未来是否发生异常。

[0036] 上述装置,优选的,所述处理器提取所述若干测量值的多个维度的特征时,具体用于:

[0037] 将所述预设历史时长划分为多个时间区间;

[0038] 在每一个时间区间内的测量值中均提取所述多个维度的特征;或者,

[0039] 在所述预设历史时长内的测量值中提取部分维度的特征,在每一个时间区间内的测量值中均提取其它维度的特征。

[0040] 上述装置,优选的,所述处理器将所述预设历史时长划分为多个时间区间时,具体用于:

[0041] 将所述预设历史时长划分为多个时长不等的时间区间;其中,

[0042] 时间区间的长度越短,该时间区间的较晚时间端点距离所述预设历史时长的较晚时间端点越近,相邻时间区间有部分重叠区间;或者,

[0043] 各个时间区间的较晚时间端点均与所述预设历史时长的较晚时间端点相同。

[0044] 上述装置,优选的,所述处理器提取所述若干测量值的多个维度的特征时,具体用于:

[0045] 提取所述若干测量值的状态特征,统计特征和趋势特征;其中,

[0046] 所述状态特征包括:各测量值的取值;

[0047] 所述统计特征包括:测量值的最大值,最小值和均值;

[0048] 所述趋势特征包括:表征测量值的变化趋势的参数。

[0049] 通过以上方案可知,本申请提供一种预警方法及装置,获取设备的预定运行参数在最近的预设历史时长内的若干测量值,并提取该若干测量值的多个维度的特征;将所

提取的多个维度的特征输入与上述预定运行参数对应的预先训练好的预警模型,得到表征设备的上述预定运行参数在未来是否发生异常预警结果,实现了对设备的预定运行参数在未来是否发生异常的预测。

附图说明

[0050] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0051] 图1为本申请实施例提供的设备运行参数突变时的一种示例图;

[0052] 图2为本申请实施例提供的设备运行参数渐变时的一种示例图;

[0053] 图3为本申请实施例提供的预警方法的一种实现流程图;

[0054] 图4为本申请实施例提供的提取若干测量值的多个维度的特征的一种实现流程图;

[0055] 图5为本申请实施例提供的提取若干测量值的多个维度的特征的另一种实现流程图;

[0056] 图6为本申请实施例提供的预警装置的一种结构示意图;

[0057] 图7为本申请实施例提供的预警装置的另一种结构示意图。

[0058] 说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”、“第三”“第四”等(如果存在)是用于区别类似的部分,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本申请的实施例能够以除了在这里图示的以外的顺序实施。

具体实施方式

[0059] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有付出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0060] 本申请的基本思想是:预先通过设备的历史运行数据筛选可以用于预警的运行参数并根据筛选的每个运行参数的历史测量值训练每个参数对应的预警模型,之后,在设备的运行过程中,通过该预警模型预测设备在未来是否会发生异常。

[0061] 上述设备可以是工业生产用设备,如油气生产与加工过程中的催化裂化装置,或者,可以是计算机、服务器等非工业生产中的电子设备。为了进行运行参数筛选,本申请定义了异常类型、异常点附近数据变化形式和异常比三个概念,其中,

[0062] 根据设备运行参数异常类型的不同,将设备异常划分为两种类型,分别为高于安全值上限异常和低于安全值下限异常。当设备运行参数的测量值超过其安全值上限阈值,此时设备运行参数发生的异常为高于安全值上限异常;当设备运行参数的测量值低于其安全值下限阈值,设备运行参数发生的异常为低于安全值下限异常。

[0063] 根据异常点附近数据变化的不同,本方案定义两种数据变化形式,分别为突变式

和渐变式。突变式是指设备运行参数的测量值在极短时间内突然上升或下降至阈值以外，设备运行参数从正常状态进入异常状态过程中，缺少渐变过程。对于这种情况，设备运行参数发生异常的可预测性较低，如图1所示，为本申请提供的设备运行参数突变时的一种示例图。设备运行参数测量值在极短的时间内超出其安全值范围。渐变式是指设备运行参数的测量值逐渐升高或下降至阈值以外，设备运行参数从正常状态逐步演变为异常状态，设备运行参数发生异常的可预测性较高，如图2所示，为本申请提供的设备运行参数渐变时的一种示例图。

[0064] 异常比即设备运行参数的测量值高于其安全值上限值或低于安全值下限值的次数与测量次数的比值，表示装置参数在一定时间范围内发生异常的频率。当设备运行参数异常比过低，即设备运行参数发生异常的次数相对较少，算法无法从数据中挖掘设备运行参数发生异常的规律，对于此种情况，根据对设备的理解，设定异常比最小值，当设备运行参数异常比低于最小值时，装置参数不具有可预警性。例如设定最小值为0.001，当一个运行参数(假设为第一运行参数)的异常比的值低于0.001时，认为该第一运行参数不具有可预警性。

[0065] 由于某些客观原因，设备运行参数异常比非常高，其表现为装置参数的测量值频繁或全部超出其安全值范围。对于这种情况，根据实际情况，设定异常比最大值，当异常比高于最大值时，认为设备运行参数不具有可预警性。例如设定异常比最大值为0.5，当第一运行参数的异常比高于0.5时，认为该第一运行参数不具有可预警性。也就是说，异常比在0.001到0.5之间的运行参数具有可预警性，可以用于训练预警模型。

[0066] 第一运行参数可能会有多种异常类型，则针对每一种异常类型，分别计算第一运行参数的异常比，即Q种异常类型，需要计算Q个异常比，只要有一种异常类型的异常比在预置的区间内，则确定该第一运行参数的异常比在预置的区间内。

[0067] 基于上述分析，本申请从异常类型、异常点附近数据的变化和异常比三个方面，分析设备的运行参数能否建立预警模型，对设备的运行参数进行筛选。具体筛选过程可以为：可以先根据设备运行过程中运行参数的安全值范围和异常类型，计算异常比，选择异常比在指定区间(例如，上述[0.001, 0.5])内的运行参数；然后，分析该运行参数的异常点附近数据变人工排除突变式异常点过多(突变式异常点的数量大于预设阈值)的运行参数，即保留在大多数异常点附近的数据呈渐变式变化运行参数。最后，为了便于训练模型，确定保留的运行参数的异常类型。以一催化裂化装置为例，筛选出的运行参数如下表所示：

[0068]

运行参数标识	中文描述
X1	热原料流量
x2	塔-301上塔上中段回流流量控制
x3	容-602分离柱液面
x4	透平入口蒸汽压力
x5	输送风总管
x6	2#机入口流量
x7	蜡油罐区蒸汽温压补偿流量
x8	塔-501下液位控制
x9	烟机出口烟气压力

x10	二再密相温度
x11	容201入口温度
x12	一再脱气罐料位

[0069] 从筛选出的各个运行参数的历史数据中提取特征,可以包括如下几个维度的特征:

[0070] 状态特征:即运行参数在过去时刻的测量值。对于运行参数的测量值,测量时间越晚,历史状态对当前状态的影响越小。基于此,可以截取一定时间内的历史测量值作为状态特征,例如 $t-30\text{min}$ 至 t 时刻之间的历史测量值作为相对于 t 时刻而言的历史测量值的状态特征。

[0071] 统计特征:即过去时刻运行参数的测量值的最大值,最小值和均值。对于运行参数的历史状态,测量时间距离时刻 t 越近,运行参数的统计信息对模型预测设备在 t 时刻之后是否发生异常的影响越大。基于此,可以选择一段历史时间区间作为提取统计特征的时间范围,例如 $t-30\text{min}$ 至 t 时刻之间的历史测量值的最大值,最小值和均值作为相对于 t 时刻而言的历史测量值的统计特征。

[0072] 趋势特征:即表征运行参数的测量值在过去时刻的变化趋势的参数。表征变化趋势的参数可以包括但不限于以下列举的几种参数中的至少一种:一阶差分,二阶差分,斜率,测量值与安全值阈值的差,测量值高于均值的频数。

[0073] 为了提高预警模型预测的准确度,可以将历史时间区间细分为几个子区间,该多个子区间的长度可以相同,也可以不同。优选的,

[0074] 该多个子区间的长度可以互不相同,相邻两个子区间可以存在重叠部分。其中:子区间的长度越短,该子区间的较晚时间端点距离上述历史时间区间的较晚时间端点越近,相邻时间区间有部分重叠区间;或者,各个子区间的较晚时间端点均与上述历史时间区间的较晚时间端点相同。具体的子区间的数量,以及子区间的长度可以通过测试确定。

[0075] 下面说明模型训练相关过程:

[0076] 预警模型的任务是基于设备的运行参数时间序列数据,采用人工智能算法构建模型,使用模型预测设备的运行参数在未来是否发生异常,因此,可以将设备运行参数的预测转化为二分类(即是否发生异常)问题,选择解决二分类任务的算法构建模型,例如随机森林、梯度提升决策树(Gradient Boosting Decision Tree,GBDT)等二分类模型。

[0077] 在构建初始模型后,将在 $t-a$ 时刻至 t 时刻这一历史区间的历史数据中提取的第一运行参数的特征值作为模型的输入,模型的输出为第一运行参数在 t 时刻至 $t+b$ 时刻是否发生异常,在训练过程中,根据 t 时刻至 $t+b$ 时刻的历史数据中第一运行参数是否发生异常来对模型的参数进行修正。其中,用于训练预警模型的训练集中存储有大量的训练样本,每个样本中均包括在第一历史区间的历史数据中提取的第一运行参数的特征值,以及第二历史区间中第一运行参数是否发生异常,其中,第一历史区间的较晚时间端点与第二历史区间的较早时间端点相同。除了训练集,还可以设置测试集,通过测试集对训练好的模型进行测试,从而可以验证模型的准确性和稳定性。为了更好的验证模型的准确性和稳定性,可以将测试集划分为多份,通过每一份测试集分别对模型进行验证,从而可以更好的验证模型的准确性和稳定性。若通过测试集测试得到预警模型的准确性和/或稳定性低,可以重新训练预警模型,直至模型的准确性和稳定性均达到预设要求。 a 和 b 可以相同,也可以不同。

[0078] 下面说明通过训练好的预警模型进行预警的实现方法。

[0079] 请参阅图3,图3为本申请提供的预警方法的一种实现流程图,可以包括:

[0080] 步骤S31:获取设备的预定运行参数在最近的预设历史时长内的若干测量值。

[0081] 本申请实施例中,上述预定运行参数是指前述筛选得到的多个运行参数中的任意一个运行参数。也就是说,对于筛选得到的每一个运行参数,均可以通过本申请提供的预警方法进行预警。

[0082] 可以在设备运行过程中按一定的采集频率持续采集该预定运行参数的测量值,从而可以实时对该设备的上述预定运行参数进行预警,或者,在需要的时候可以立即对上述预定参数进行预警。

[0083] 步骤S32:提取上述若干测量值的多个维度的特征。

[0084] 本申请实施例中,从至少两个维度提取上述若干个测量值的特征。

[0085] 可选的,提取若干测量值的多个维度的特征的一种实现方式可以为:

[0086] 提取上述若干测量值的状态特征,统计特征和趋势特征;其中,

[0087] 状态特征包括:各测量值的取值,即测量值本身;

[0088] 统计特征包括:测量值的最大值,最小值和均值;

[0089] 趋势特征包括:表征测量值的变化趋势的参数。可选的,表征测量值的变化趋势的参数可以为如下参数中的至少一个:一阶差分,二阶差分,斜率,测量值与安全值阈值的差,测量值高于均值的频数。

[0090] 步骤S33:将上述多个维度的特征输入与上述预定运行参数对应的预先训练好的预警模型,得到预警结果,该预警结果表征上述设备的上述预定运行参数在未来是否发生异常。

[0091] 对于筛选得到的每一个预定运行参数,均预先通过该预定运行参数的历史测量值训练得到一个预警模型,该预警模型用于预测对应的预定运行参数在未来一段时间内是否会发生异常。

[0092] 本申请提供的预警方法,获取设备的预定运行参数在最近的预设历史时长内的若干测量值,并提取该若干测量值的多个维度的特征;将所提取的多个维度的特征输入与上述预定运行参数对应的预先训练好的预警模型,得到表征设备的上述预定运行参数在未来是否发生异常预警结果,实现了对设备的预定运行参数在未来是否发生异常的预测。

[0093] 在一可选的实施例中,提取上述若干测量值的多个维度的特征的一种实现流程图如图4所述,可以包括:

[0094] 步骤S41:将上述最近的预设历史时长划分为多个时间区间。

[0095] 该多个时间区间中,不同的时间区间的长度可以相同,也可以不同。

[0096] 步骤S42:在每一个时间区间内的测量值中均提取上述多个维度的特征。

[0097] 假设将上述最近的预设历史时长划分为N个时间区间,上述多个维度的特征具体为M个维度的特征,则本实施例中,提取N组特征,每一组特征均包括M个维度的特征。N和M均为大于1的正整数。

[0098] 在另一可选的实施例中,提取上述若干测量值的多个维度的特征的一种实现流程图如图5所述,可以包括:

[0099] 步骤S51:将上述最近的预设历史时长划分为多个时间区间。

[0100] 该多个时间区间的长度可以相同,也可以不同。每个时间区间为上述最近的预设历史时长的一个子区间。

[0101] 步骤S52:在上述最近的预设历史时长内的测量值中提取部分维度的特征,在每一个时间区间内的测量值中均提取其它维度的特征。

[0102] 假设将上述最近的预设历史时长划分为N个时间区间,上述多个维度的特征具体为M个维度的特征,则本实施例中,在上述最近的预设历史时长内的测量值中提取上述M个维度中的其中m个维度的特征,在每一个时间区间内的测量值中均提取上述M个维度中的其中剩余的n个维度的特征,其中,N和M均为大于1的正整数, $m+n=M$ 。

[0103] 以多个维度的特征为前述三个维度的特征为例,可以在最近的预设历史时长内的测量值中提取状态特征,而在每个时间区间内均提取剩余的两个维度的特征,即每个时间区间内均提取统计特征和趋势特征。或者,可以在最近的预设历史时长内的测量值中提取状态特征和趋势特征,而在每个时间区间内均提取剩余的一个维度的特征,即每个时间区间内均提取统计特征。

[0104] 在一可选的实施例中,上述将最近的预设历史时长划分为多个时间区间的一种实现方式可以为:

[0105] 将上述最近的预设历史时长划分为多个时长不等的时间区间;其中,

[0106] 时间区间的长度越短,该时间区间的较晚时间端点距离上述最近预设历史时长的较晚时间端点越近,相邻时间区间可以有部分重叠区间;或者,

[0107] 各个时间区间的较晚时间端点均与上述最近的预设历史时长的较晚时间端点相同。

[0108] 例如,假设当前时刻是t时刻,最近的预设历史时长是t-30min至t时刻,将该最近的预设历史时长划分为5个时长不等的时间区间,则:

[0109] 一种划分示例可以为:

[0110] $[t-4min, t)$, $[t-9min, t-3min)$, $[t-15min, t-8min)$, $[t-22min, t-14min)$, $[t-30min, t-21min)$;或者,

[0111] 划分示例可以为:

[0112] $[t-6min, t)$, $[t-12min, t)$, $[t-18min, t)$, $[t-24min, t)$, $[t-30min, t)$ 。

[0113] 当然,本申请对划分为多少个时间区间,以及各个时间区间的长度是多少并不做具体限定,上述划分方式只是示例性说明,还可以划分为6个或更多个时间区间,或者划分为4个或3个或2个时间区间。

[0114] 例如,划分为6个时间区间的一种示例为:

[0115] $[t-5min, t)$, $[t-10min, t)$, $[t-15min, t)$, $[t-20min, t)$, $[t-25min, t)$, $[t-30min, t)$ 。

[0116] 只要时间区间的划分数,以及各个时间区间的长度和预警模型训练过程中的划分方式相同即可。

[0117] 在一可选的实施例中,上述预定运行参数为设备的运行参数中在第一历史时长内满足预设条件的运行参数,其中,设备的第一运行参数满足预设条件可以包括:

[0118] 第一运行参数的异常比在预置的区间内;异常比是指:在第一历史时长内,第一运行参数的测量值发生异常的次数与第一运行参数的测量次数的比值。第一运行参数可能会

有多种异常类型,则针对每一种异常类型,分别计算第一运行参数的异常比,即若有Q种异常类型,需要计算Q个异常比,只要有一种异常类型的异常比在预置的区间内,则确定第一运行参数的异常比在预置的区间内。

[0119] 在第一历史时长内,第一运行参数在大多数异常点附近的数据呈渐变式变化。该大多数异常点的数量与第一历史时长内第一运行参数的总的异常点的数量的比值大于预设的比值阈值。

[0120] 第一运行参数是设备的任意一个运行参数。第一历史时长通常是不包括上述最近的预设历史时长的,也就是说,第一历史时长的最晚时间端点,早于上述最近的预设历史时长的最早时间端点。

[0121] 与方法实施例相对应,本申请还提供一种预警装置,该预警装置的一种结构示意图如图6所示,可以包括:

[0122] 获取模块61,用于获取设备的预定运行参数在最近的预设历史时长内的若干测量值;

[0123] 提取模块62,用于提取所述若干测量值的多个维度的特征;

[0124] 预警模块63,用于将所述多个维度的特征输入与所述预定运行参数对应的预先训练好的预警模型,得到预警结果,所述预警结果表征所述设备的所述预定运行参数在未来是否发生异常。

[0125] 本申请提供的预警装置,获取设备的预定运行参数在最近的预设历史时长内的若干测量值,并提取该若干测量值的多个维度的特征;将所提取的多个维度的特征输入与上述预定运行参数对应的预先训练好的预警模型,得到表征设备的上述预定运行参数在未来是否发生异常预警结果,实现了对设备的预定运行参数在未来是否发生异常的预测。

[0126] 图6所示预警装置的各个模块的具体实现方式可以参看前述实施例,这里不再赘述。

[0127] 与方法实施例相对应,本申请的预警装置的另一种结构示意图如图7所示,可以包括:

[0128] 存储器71,用于至少存储一组指令集;

[0129] 处理器72,用于调用并执行存储器71中的所述指令集,通过执行所述指令集进行以下操作:

[0130] 获取设备的预定运行参数在最近的预设历史时长内的若干测量值;

[0131] 提取所述若干测量值的多个维度的特征;

[0132] 将所述多个维度的特征输入与所述预定运行参数对应的预先训练好的预警模型,得到预警结果,所述预警结果表征所述设备的所述预定运行参数在未来是否发生异常。

[0133] 存储器71与处理器72之间可以通过通信总线通信。

[0134] 该预警装置还可以包括通信接口,处理器72可以通过该通信接口获取设备的预定运行参数在最近的预设历史时长内的若干测量值。处理器72还可以通过该通信接口与其它设备进行通信。

[0135] 本申请提供的预警装置,获取设备的预定运行参数在最近的预设历史时长内的若干测量值,并提取该若干测量值的多个维度的特征;将所提取的多个维度的特征输入与上述预定运行参数对应的预先训练好的预警模型,得到表征设备的上述预定运行参数在未来

是否发生异常预警结果,实现了对设备的预定运行参数在未来是否发生异常的预测。

[0136] 在一可选的实施例中,处理器72提取所述若干测量值的多个维度的特征时,具体可以用于:

[0137] 将所述预设历史时长划分为多个时间区间;

[0138] 在每一个时间区间内的测量值中均提取所述多个维度的特征;或者,

[0139] 在所述预设历史时长内的测量值中提取部分维度的特征,在每一个时间区间内的测量值中均提取其它维度的特征。

[0140] 在一可选的实施例中,处理器72将所述预设历史时长划分为多个时间区间时,具体可以用于:

[0141] 将所述预设历史时长划分为多个时长不等的时间区间;其中,

[0142] 时间区间的长度越短,该时间区间的较晚时间端点距离所述预设历史时长的较晚时间端点越近,相邻时间区间有部分重叠区间;或者,

[0143] 各个时间区间的较晚时间端点均与所述预设历史时长的较晚时间端点相同。

[0144] 在一可选的实施例中,处理器72提取所述若干测量值的多个维度的特征时,具体可以用于:

[0145] 提取所述若干测量值的状态特征,统计特征和趋势特征;其中,

[0146] 所述状态特征包括:各测量值的取值;

[0147] 所述统计特征包括:测量值的最大值,最小值和均值;

[0148] 所述趋势特征包括:表征测量值的变化趋势的参数。

[0149] 在一可选的实施例中,上述预定运行参数为所述设备的运行参数中在第一历史时长内满足预设条件的运行参数,其中,第一运行参数满足预设条件包括:

[0150] 所述第一运行参数的异常比在预置的区间内;所述异常比是指:在所述第一历史时长内,所述第一运行参数的测量值发生异常的次数与所述第一运行参数的测量次数的比值;

[0151] 在所述第一历史时长内,所述第一运行参数在大多数异常点附近的数据呈渐变式变化。

[0152] 本领域普通技术人员可以意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0153] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的系统、装置和方法,可以通过其它的方式实现。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,装置或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0154] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0155] 另外,在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以

是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

[0156] 应当理解,本申请实施例中,从权、各个实施例、特征可以互相组合结合,都能实现解决前述技术问题。

[0157] 所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0158] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

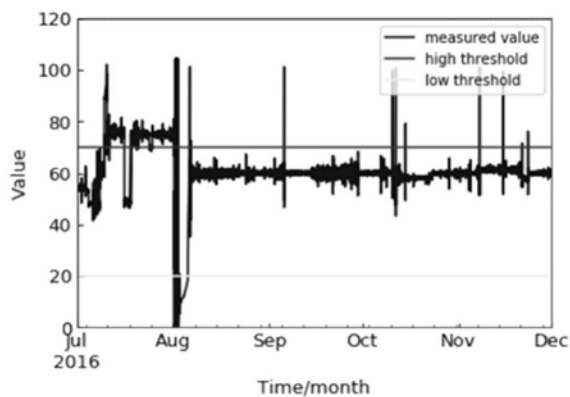


图1

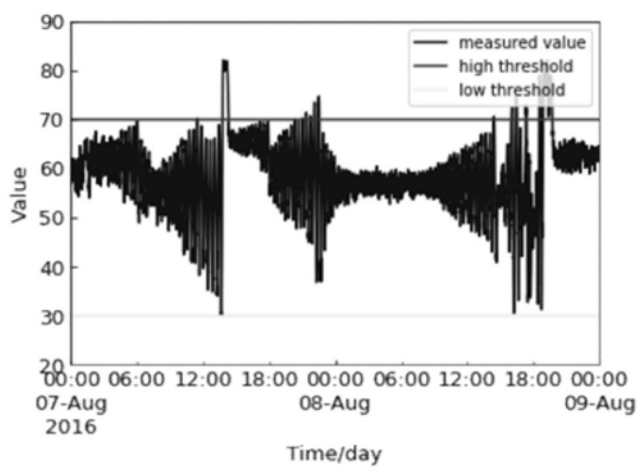


图2

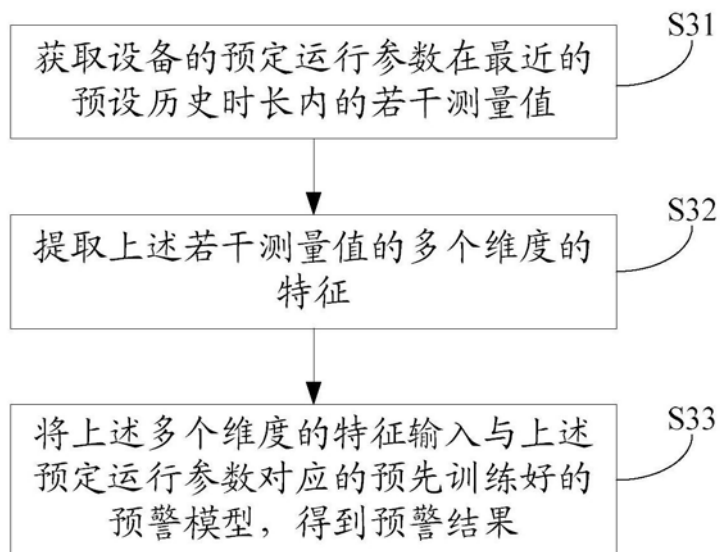


图3

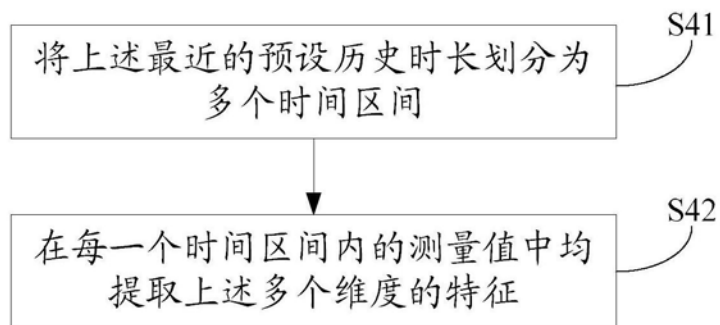


图4

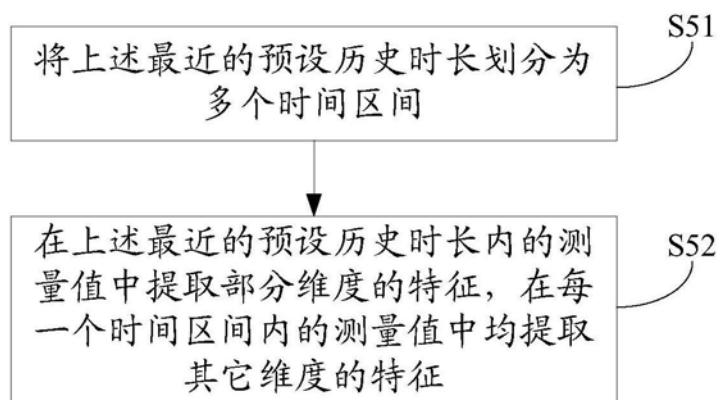


图5

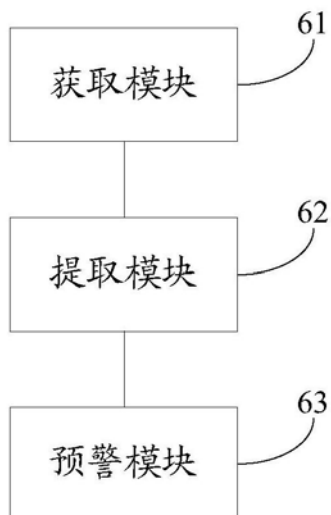


图6

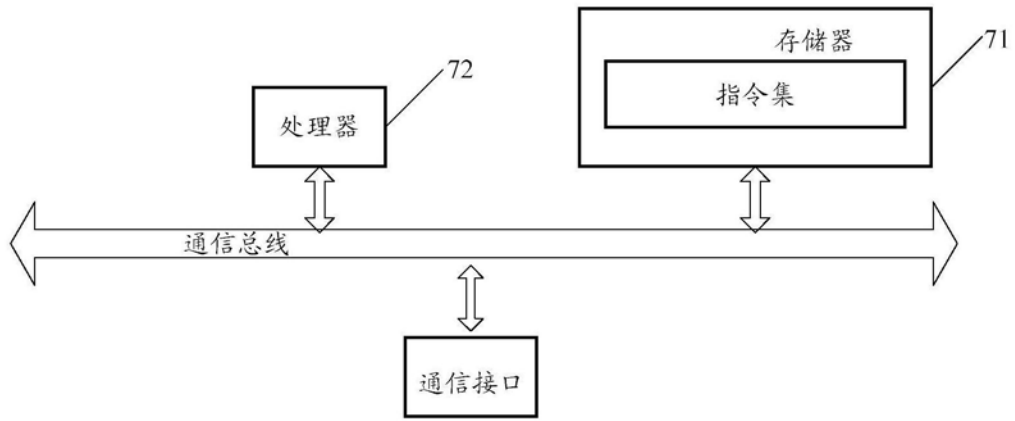


图7