



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117521871 A

(43) 申请公布日 2024. 02. 06

(21) 申请号 202310949076.8

G06F 18/27 (2023.01)

(22) 申请日 2023.07.31

(30) 优先权数据

17/878,344 2022.08.01 US

(71) 申请人 霍尼韦尔国际公司

地址 美国北卡罗来纳州

(72) 发明人 N·库马尔 A·达马拉扬

A·拉伊 D·桑迪普

A·V·M·钱德拉莫汉 H·M·张

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

专利代理师 陈岚

(51) Int. Cl.

G06Q 10/04 (2023.01)

G01N 15/075 (2024.01)

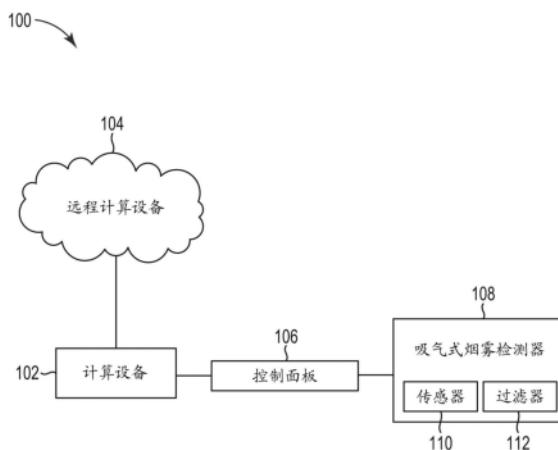
权利要求书1页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

吸气式烟雾检测器的过滤器寿命预测

(57) 摘要

本文描述了用于吸气式烟雾检测器的过滤器寿命预测的设备、系统和方法。在一些示例中,一个或多个实施方案包括计算设备,该计算设备包括存储器和处理器,该处理器执行存储在存储器中的指令,以记录吸气式烟雾检测器在第一时间段内的操作数据以生成初始数据集,将机器学习模型拟合到该初始数据集,并且基于该机器学习模型确定过滤器的剩余使用寿命。



1. 一种用于吸气式烟雾检测器(108)的过滤器寿命预测的计算设备(102,402),包括:
存储器(462);和
处理器(460),所述处理器被配置为执行存储在所述存储器(462)中的可执行指令以:
记录所述吸气式烟雾检测器(108)在第一时间段内的操作数据以生成初始数据集,其中所述吸气式烟雾检测器(108)包括过滤器(112);
将机器学习模型拟合到所述初始数据集;以及
基于所述机器学习模型确定所述过滤器(112)的剩余使用寿命。
2. 根据权利要求1所述的计算设备(102,402),其中所述处理器(460)被配置为执行所述指令以:
记录所述吸气式烟雾检测器(108)在第二时间段内的另外的操作数据;以及
将所述另外的操作数据附加到所述初始数据集中以生成附加数据集。
3. 根据权利要求2所述的计算设备(102,402),其中所述处理器(460)被配置为执行所述指令以:
将所述机器学习模型重新拟合到所述附加数据集;以及
基于重新拟合的机器学习模型确定所述过滤器(112)的经修正的剩余使用寿命。
4. 根据权利要求2所述的计算设备(102,402),其中所述第二时间段比所述第一时间段短。
5. 根据权利要求1所述的计算设备(102,402),其中所述机器学习模型是线性多项式模型。
6. 根据权利要求5所述的计算设备(102,402),其中所述处理器(460)被配置为执行所述指令以确定所述线性多项式模型的斜率值。
7. 根据权利要求6所述的计算设备(102,402),其中所述处理器(460)被配置为执行所述指令以使用所述斜率值来确定所述过滤器(112)的剩余使用寿命确定中的误差。
8. 根据权利要求1所述的计算设备(102,402),其中所述机器学习模型是二次多项式模型。
9. 根据权利要求8所述的计算设备(102,402),其中所述处理器(460)被配置为执行所述指令以确定所述二次多项式模型的恒定值。
10. 根据权利要求9所述的计算设备(102,402),其中所述处理器(460)被配置为执行所述指令以使用所述恒定值来确定所述过滤器(112)的剩余使用寿命中的误差。

吸气式烟雾检测器的过滤器寿命预测

技术领域

[0001] 本公开涉及用于吸气式烟雾检测器的过滤器寿命预测的设备、系统和方法。

背景技术

[0002] 设施(例如,建筑物),诸如商业设施、办公楼、医院等,可能具有可在紧急情况(例如,火灾)期间被触发以警告居住者撤离的警报系统。例如,警报系统可以包括控制面板(例如,火灾控制面板)和多个吸气式烟雾检测器,该多个吸气式烟雾检测器位于整个设施中(例如,在设施的不同楼层上和/或不同房间中),检测危险事件,诸如(例如,由于火灾或其他原因)产生的烟雾。吸气式烟雾检测器可以将信号传输到控制面板,以便经由警报或其他机制向建筑物管理者、设施的居住者、紧急服务等通知危险事件。

附图说明

[0003] 图1是根据本公开的一个或多个实施方案的用于吸气式烟雾检测器的过滤器寿命预测的系统的示例。

[0004] 图2是根据本公开的一个或多个实施方案的使用机器学习模型的用于吸气式烟雾检测器的过滤器寿命预测的方法的流程图示例。

[0005] 图3是根据本公开的一个或多个实施方案的使用数字孪生模型的用于吸气式烟雾检测器的过滤器寿命预测的方法的流程图示例。

[0006] 图4是根据本公开的一个或多个实施方案的用于吸气式烟雾检测器的过滤器寿命预测的计算设备的示例。

具体实施方式

[0007] 本文描述了用于吸气式烟雾检测器的过滤器寿命预测的设备、系统和方法。在一些示例中,一个或多个实施方案包括计算设备,该计算设备包括存储器和处理器,该处理器执行存储在存储器中的指令,以记录吸气式烟雾检测器在第一时间段内的操作数据以生成初始数据集,将机器学习模型拟合到该初始数据集,并且基于该机器学习模型确定过滤器的剩余使用寿命。

[0008] 可以在设施中利用吸气式烟雾检测器来通过检测烟雾的存在而检测危险事件。吸气式烟雾检测器可以通过整个设施的管道网络将气体(例如,空气,经由鼓风机)从设施抽吸到传感器中。管道网络可包括管道采样网络。传感器可对管道采样网络中的气体进行采样,以便确定从设施中采样的气体是否包括烟雾颗粒。响应于检测到烟雾颗粒,吸气式烟雾检测器可向设施中的控制面板传输信号,以发信号通知在吸气式烟雾检测器正在进行监测并且对其中的气体进行采样的设施区域中检测到烟雾颗粒。

[0009] 在吸气式烟雾检测器的操作期间,包括在吸气式烟雾检测器中的过滤器可以为采样模块和检测室提供清洁的气体,以对气体进行烟雾颗粒采样。过滤器可以为吸气式烟雾检测器的采样模块/检测室内的光学表面提供保护以免受污染。

[0010] 当随时间使用吸气式烟雾检测器时,过滤器在清洁用于烟雾颗粒采样的气体方面可能变得不太有效。因此,了解何时更换过滤器以提供准确测试可能是重要的。

[0011] 然而,吸气式烟雾检测器的操作条件可以在不同的设施之间变化。例如,环境条件可以随设施而不同,诸如天气、空气条件(例如,其可以随着来自不同建筑物/工业厂房/办公楼的输出可以改变吸气式烟雾检测器在其中操作的空气条件而变化)和/或烟雾检测事件。由于这种变化的条件,过滤器寿命可能因设施而异,因为在相对肮脏的环境中的吸气式烟雾检测器中的过滤器可能比在相对清洁的环境中的吸气式烟雾检测器更快地堵塞。因此,确定何时更换过滤器可能是具有挑战性的,因为过早地更换过滤器可能浪费宝贵的过滤器寿命,但是过晚地更换过滤器可能导致吸气式烟雾检测器的错误警报和/或故障。

[0012] 因此,根据本公开的吸气式烟雾检测器的过滤器寿命预测可以允许对过滤器寿命的准确预测,而不管设施位置(例如,和环境条件)如何。这种方法可以允许更准确地确定何时应当更换过滤器,与先前的方法相比,这可以减少吸气式烟雾检测器的维护访问、错误警报和/或故障。因此,与先前的方法相比,可以降低吸气式烟雾检测器的维护成本。

[0013] 在以下具体实施方式中,参考形成其一部分的附图。附图以举例说明的方式示出了可以实践本公开的一个或多个实施方案的方式。

[0014] 这些实施方案被描述得足够详细,以使得本领域普通技术人员能够实践本公开的一个或多个实施方案。应当理解,可以利用其他实施方案并且可以作出过程、电气和/或结构改变而不脱离本公开的范围。

[0015] 应当理解,可添加、交换、组合和/或消除本文各实施方案中所示的元件,以便提供本公开的多个另外实施方案。附图中提供的元件的比例和相对尺寸旨在示出本公开的实施方案,并且不应该是限制性的。

[0016] 本文的附图遵循如下编号惯例:一个或多个第一数字对应于附图编号,而其余数字标识附图中的元件或部件。在不同附图之间的类似元件或部件可通过使用类似的数字来标识。例如,102可以引用图1中的元素“02”,并且图4中的类似元素可以引用为402。

[0017] 如本文所用,“一个”或“几个”事物可指一个或多个这样的事物,而“多个”事物可指多于一个这样的事物。例如,“诸多部件”可指一个或多个部件,而“多个部件”可指多于一个部件。

[0018] 图1是根据本公开的一个或多个实施方案的用于吸气式烟雾检测器108的过滤器寿命预测的系统100的示例。系统100可包括计算设备102、远程计算设备104、控制面板106和吸气式烟雾检测器108。

[0019] 如上所述,系统100可被包括在设施、设施中的空间等中。系统100可包括警报系统。警报系统可包括多个设备,以便检测事件并且/或者处理和/或分析所检测到的事件,以确定是否为设施的居住者生成警报,诸如吸气式烟雾检测器108。

[0020] 如上所述,吸气式烟雾检测器108可以通过整个设施的管道网络将气体从设施抽吸到传感器110中。如本文所用,术语“传感器”是指用于检测其环境中的事件和/或改变并传输检测到的事件和/或改变以用于处理和/或分析的设备。例如,传感器110可检测烟雾颗粒是否存在于从设施抽吸的气体中。在一些示例中,传感器110可以是检测由烟雾颗粒散射的光的光学传感器。

[0021] 当气体被抽吸到吸气式烟雾检测器108中时,过滤器112可清洁气体以防止对传感

器110的污染。如本文所用,术语“过滤器”是指用于从通过其的气体中去除颗粒的多孔设备。例如,过滤器112可过滤出通过吸气式烟雾检测器108抽吸的气体中的污染物,但允许烟雾颗粒通过以供传感器110检测。

[0022] 响应于吸气式烟雾检测器108对烟雾颗粒的检测,吸气式烟雾检测器108可以向控制面板106传输信号。控制面板106可用来控制包括在警报系统中的各种设备,包括吸气式烟雾检测器108。

[0023] 如图1所示,控制面板106连接到计算设备102。计算设备102可以是例如消防系统网关设备。消防系统网关设备可以是在控制面板106(例如,和吸气式烟雾检测器108)与远程计算设备104之间提供通信链路的设备。例如,消防系统网关设备可以使得能够将来自设施的控制面板106的(例如,从吸气式烟雾检测器108接收的)数据传输到云计算平台(例如,远程计算设备104),以及使得能够通过任何外围设备(例如,为了清楚起见而未在图1中示出,以便不混淆本公开的实施方案)访问控制面板106。另外,消防系统网关设备可允许远程计算设备104和/或任何外围设备访问和/或确定关于吸气式烟雾检测器108的信息。

[0024] 如结合图2和图3进一步描述的,计算设备102可以确定过滤器112的预测剩余使用寿命。例如,在第一方法中,计算设备102可以基于机器学习模型来确定过滤器112的第一预测剩余使用寿命。另外,在第二方法中,计算设备102可以通过使用吸气式烟雾检测器108的实时操作数据运行校准的数字孪生模型来确定过滤器112的第二预测剩余使用寿命。计算设备102可以利用第一预测剩余使用寿命和/或第二预测剩余使用寿命来生成过滤器112的预测剩余使用寿命。例如,计算设备102可以确定过滤器112的剩余使用寿命是10天(例如,根据预测的过滤器寿命和从安装过滤器112以来经过的天数)。例如,计算设备102可以确定预测的过滤器寿命是100天并且自从安装过滤器112以来已经过去90天。

[0025] 如上所述,在一些示例中,计算设备102可以利用第一预测剩余使用寿命和第二预测剩余使用寿命来生成过滤器112的预测剩余使用寿命。例如,第一预测剩余使用寿命可以是12天,并且第二预测剩余使用寿命可以被确定为10天。计算设备102可以通过确定第一预测剩余使用寿命与第二预测剩余使用寿命之间的平均值来确定过滤器的剩余使用寿命。例如,计算设备102可以将过滤器的剩余使用寿命确定为11天。

[0026] 如上所述,计算设备102可以基于机器学习模型来确定过滤器112的第一预测剩余使用寿命。结合图2进一步描述这种方法。另外,计算设备102可以通过使用吸气式烟雾检测器108的实时操作数据运行校准的数字孪生模型来确定过滤器112的第二预测剩余使用寿命。结合图3进一步描述这种方法。

[0027] 图2是根据本公开的一个或多个实施方案的使用机器学习模型的用于吸气式烟雾检测器的过滤器寿命预测的方法220的流程图的示例。方法220可以由计算设备和吸气式烟雾检测器(例如,先前结合图1所描述的计算设备102和吸气式烟雾检测器108)执行。

[0028] 在222处,计算设备可以记录吸气式烟雾检测器在第一时间段内的操作数据。例如,计算设备可以记录包括来自吸气式烟雾检测器中所包括的传感器的光散射数据的操作数据。在一些示例中,这种记录的操作数据可以是可视化工作室代码(VSC)文件格式。计算设备可以将这种数据(例如,从VSC文件格式或任何其他类型的文件格式)转换成逗号分隔值(CSV)文件格式。

[0029] 基于包括在所记录的操作数据中的光散射量,计算设备可以确定过滤器的使用

量。例如,基于第一光散射量,计算设备可以确定过滤器已经用尽其过滤器功效的5% (例如,对应于特定的天数,诸如3天),并且基于(例如,根据进一步记录的操作数据所确定的)第二光散射量,计算设备可以确定过滤器已经用尽其过滤器功效的7% (例如,对应于特定的天数,诸如5天)。可以记录在第一时间段(例如,7天)内的这种操作数据并且计算设备可以在224处使用所记录的操作数据来生成初始数据集。

[0030] 尽管第一时间段在上文中被描述为7天,但本公开的实施方案不限于此。例如,第一时间段可以短于7天(例如,6天)或长于7天。

[0031] 在226处,计算设备可以将机器学习模型拟合到初始数据集。如本文所用,术语“机器学习模型”是指使用回归方程的系统的描述。机器学习模型可以是数学模型,诸如,例如,线性回归模型或多项式模型。例如,计算设备可以将线性多项式模型拟合到初始数据集。这种机器学习模型可以由下面的公式1描述:

[0032] $y = ax + b$

[0033] 公式1

[0034] 其中 y 是过滤器已经活动的时间段, x 是过滤器使用,并且 a 和 b 是常数,其中 b 是误差。

[0035] 例如,计算设备可以将线性多项式模型拟合到初始数据集,以使公式1的第一型式生成为 $y = 0.936x - 1.452$ 。在228处,计算设备可以确定过滤器的剩余使用寿命。利用公式1的第一型式,计算设备可以使用线性多项式模型(例如,基于拟合的线性多项式模型的系数)外推过滤器的剩余使用寿命预测,其中线性多项式模型的斜率值(例如,公式1中的0.936)提供误差确定。基于公式1的第一型式,这种预测可以是例如80天剩余使用寿命。另外,在一些示例中,计算设备可以确定过滤器的剩余使用寿命以包括过滤器的剩余使用寿命的时间范围(例如,70天-90天)。

[0036] 尽管机器学习模型在上文中被描述为线性多项式模型,但本公开的实施方案不限于此。例如,机器学习模型可以是二次多项式模型。例如,计算设备可以将二次多项式模型拟合到初始数据集。这种机器学习模型可以由下面的公式2描述:

[0037] $y = ax^2 + bx + c$

[0038] 公式2

[0039] 其中 a 、 b 和 c 是常数。

[0040] 例如,计算设备可以将二次多项式模型拟合到初始数据集,以使公式2生成为 $y = 0.00032x^2 + 0.97480x - 1.10791$ 。在228处,计算设备可以确定过滤器的剩余使用寿命。利用公式2,计算设备可以使用二次多项式模型(例如,基于拟合的二次多项式模型的系数)外推过滤器的剩余使用寿命预测,其中二次多项式模型的恒定值(例如,公式2中的0.97480)提供误差确定。基于公式2的第一型式,这种预测可以是例如80天剩余使用寿命。另外,在一些示例中,计算设备可以确定过滤器的剩余使用寿命以包括过滤器的剩余使用寿命的时间范围(例如,70天-90天)。

[0041] 尽管计算设备在上文中被描述为将线性多项式模型或二次多项式模型拟合到初始数据集,但本公开的实施方案不限于此。例如,计算设备可以拟合其他类型的机器学习模型中的其他机器学习模型,诸如半对数模型。

[0042] 虽然初始数据集在上文中被描述为具有7天的数据,但本公开的实施方案不限于

此。例如,7天的数据可以是训练数据以生成对过滤器的剩余使用寿命的初始预测。然而,可以包括另外的数据以生成对过滤器的剩余使用寿命的更准确预测,如本文进一步描述的。

[0043] 在230处,计算设备可以记录吸气式烟雾检测器在第二时间段内的另外的操作数据。第二时间段可以比第一时间段短。例如,第二时间段可以是例如一天。另外的操作数据可以再次包括来自吸气式烟雾检测器中所包括的传感器的光散射数据。如果需要,可以将这种数据转换成CSV文件格式。

[0044] 在232处,计算设备可以将另外的操作数据附加到初始数据集。计算设备然后可以生成包括所记录的操作数据和另外的操作数据的附加数据集。

[0045] 在234处,计算设备可以将机器学习模型重新拟合到附加数据集。计算设备可以将如上所述的线性多项式模型(例如,公式1)或二次多项式模型(例如,公式2)重新拟合到附加数据集。

[0046] 例如,计算设备可以将线性多项式模型拟合到附加数据集,以使公式1的第二型式生成成为 $y=1.00634x-1.6429$ 。利用公式1的第二型式,计算设备可以使用线性多项式模型(例如,基于拟合的线性多项式模型的系数)外推过滤器的剩余使用寿命预测,其中线性多项式模型的斜率值(例如,公式1中的1.00634)提供误差确定。基于公式1的第一型式,这种预测可以是例如83天剩余使用寿命。另外,在一些示例中,计算设备可以确定过滤器的剩余使用寿命以包括过滤器的剩余使用寿命的时间范围(例如,75天-87天)。

[0047] 另外,计算设备可以重复步骤230、232、234和236,以随着从吸气式烟雾检测器记录另外的数据而连续地修正过滤器的预测剩余使用寿命。因此,如上文所示,随着过滤器的预测剩余使用寿命被连续地修正,预测可以变得更准确。

[0048] 响应于剩余使用寿命超过阈值量,计算设备可以生成警告。例如,如果剩余使用寿命被确定为10天(例如,其超过阈值量15天),则计算设备可以生成警告。这种警告可以被传输到控制面板、外围设备(例如,移动设备)等,以便通知用户更换吸气式烟雾检测器中的过滤器。

[0049] 图3是根据本公开的一个或多个实施方案的使用数字孪生模型的用于吸气式烟雾检测器的过滤器寿命预测的方法340的流程图的示例。方法340可以由计算设备和吸气式烟雾检测器(例如,先前结合图1所描述的计算设备102和吸气式烟雾检测器108)执行。

[0050] 计算设备可以利用数字孪生模型来经由方法340进行过滤器寿命预测,如本文进一步描述的。如本文所用,术语“数字孪生模型”是指实体对象的实时虚拟表示。例如,诸如吸气式烟雾检测器的实体对象可以利用与其功能性相关的各种传感器,这些传感器可以产生关于吸气式烟雾检测器的操作的各方面的数据。来自“实体”吸气式烟雾检测器的数据可以被提供给吸气式烟雾检测器的数字孪生模型,并且数字孪生模型然后可以利用这种数据来模拟实体吸气式烟雾检测器的操作。这种方法可用来确定过滤器的剩余使用寿命,如本文进一步描述的。

[0051] 在342处,计算设备可以将吸气式烟雾检测器的预定义的计算流体动力学(CFD)模型转换成降阶模型。预定义的CFD模型可以是瞬态模型(例如,当操作条件/变量随时间变化时的模型结果)并且在方法340的步骤之前已经被预先创建。例如,预定义的CFD模型可以在吸气式烟雾检测器设备的工程和/或设计阶段期间创建,并且可以被利用以便测试吸气式烟雾检测器的各种性能方面。例如,可以创建预定义的CFD模型来测试吸气式烟雾检测器的

过滤器在不同操作参数下的性能,并预测该性能如何随时间变化。例如,预定义的CFD模型可以模拟在各种流速和烟雾颗粒浓度下过滤器功能如何良好,以及过滤器效率如何随时间变化。这种方法可用来避免昂贵的实体产品测试。由于这种预定义的CFD模型可利用大量处理能力来运行,因此计算设备可以将预定义的CFD模型转换成降阶模型。在344处,计算设备可以根据吸气式烟雾检测器的降阶模型生成吸气式烟雾检测器的数字孪生模型。

[0052] 在346处,计算设备可以使用包括吸气式烟雾检测器的所记录的操作数据的初始数据集来校准数字孪生模型。这种所记录的操作数据可以包括例如穿过/通过过滤器的气体流速、过滤器上的压差和/或在吸气式烟雾检测器中检测到的任何烟雾颗粒。这种操作数据可用来确定过滤器上流动阻力的百分比,并且可用来预测过滤器的剩余使用寿命,如本文进一步描述的。这种操作数据可以在一段时间内被记录,诸如7天,等等。

[0053] 在348处,一旦数字孪生模型被校准,计算设备可以从设施中的实体吸气式烟雾检测器接收实时操作数据。类似于所记录的操作数据,这种实时操作数据可以包括例如穿过/通过过滤器的气体流速、过滤器上的压差和/或在吸气式烟雾检测器中检测到的任何烟雾颗粒。

[0054] 在350处,计算设备可以使用实时操作数据来运行经校准的数字孪生模型。例如,利用穿过过滤器的气体流速、过滤器上的压差和/或在实体吸气式烟雾检测器中检测到的任何烟雾颗粒(例如,以百万分之几 (PPM) 为单位),相同的数据可用在经校准的数字孪生模型中,以便基于穿过过滤器的气体流速、过滤器上的压差和/或检测到的任何烟雾颗粒来确定流动阻力的百分比。

[0055] 因此,在352处,计算设备可以确定过滤器的剩余使用寿命。例如,经校准的数字孪生模型可以基于气体的上游流速、过滤器上的压差以及检测到的任何烟雾颗粒来模拟过滤器下游的流速以确定流动阻力的百分比。流动阻力的百分比基于过滤器上游、过滤器下游的气体流速和任何检测到的烟雾颗粒的PPM。流动阻力的百分比可用来确定吸气式烟雾检测器的过滤器的实时过滤器健康状况。例如,计算设备可以基于使用经校准的数字孪生模型的实时操作数据来将过滤器的剩余使用寿命确定为80天。另外,在一些示例中,计算设备可以确定过滤器的剩余使用寿命以包括过滤器的剩余使用寿命的时间范围(例如,70天-90天)。

[0056] 另外,如图3所示,可以重复方法340的步骤350和352以确定经修正的剩余使用寿命。例如,实时操作数据可以改变(例如,由于设施中的环境条件的改变、过滤器效率的降低等)。因此,实时操作数据也可以改变。计算设备可以使用经改变的实时操作数据运行经校准的数字孪生模型,并且再次确定过滤器的剩余使用寿命。当计算设备从吸气式烟雾检测设备连续接收实时操作数据时,可以连续执行这样的步骤350和352。因此,计算设备可以基于使用经校准的数字孪生模型的连续修正的实时操作数据来将过滤器的剩余使用寿命确定为79天、78天等。

[0057] 响应于剩余使用寿命超过阈值量,计算设备可以生成警告。例如,如果剩余使用寿命被确定为10天(例如,其超过阈值量15天),则计算设备可以生成警告。这种警告可以被传输到控制面板、外围设备(例如,移动设备)等,以便通知用户更换吸气式烟雾检测器中的过滤器。

[0058] 如先前结合图2所描述,计算设备可以另外和/或替代地使用机器学习模型来确定

过滤器的剩余使用寿命。为了提供过滤器的稳健且准确的剩余使用寿命确定,计算设备可以提供来自经由机器学习模型的剩余使用寿命确定和经由数字孪生模型的剩余使用寿命确定两者的结果。这种方法可以给予两种方法相同的优先级,以帮助用户理解过滤器的剩余使用寿命以及何时更换过滤器。例如,根据机器学习模型确定的预测剩余使用寿命可以被确定为12天,并且根据数字孪生模型确定的预测剩余使用寿命可以被确定为10天。计算设备可以将这两者之间的平均值确定为11天,并且这种预测剩余使用寿命可以呈现给用户以考虑何时更换吸气式烟雾检测器设备中的过滤器。另外,随着对预测剩余使用寿命的进一步迭代被确定(例如,经由机器学习模型和数字孪生模型两者),这种结果可以收敛/变得更准确。

[0059] 因此,根据本公开的吸气式烟雾检测器的过滤器寿命预测可以允许通过减少这种过滤器的维护访问和/或检查时间来优化过滤器更换过程。另外,这种分析可以在各种位置(例如,在设施中局部地、在云计算网络上等)中执行,使得与先前的方法相比,可减少用以审阅过滤器寿命预测的对设施的实地访问。此外,这种分析可以被连续更新,从而随着收集到更多数据而提供更准确的预测。

[0060] 图4是根据本公开的一个或多个实施方案的用于吸气式烟雾检测器的过滤器寿命预测的计算设备402的示例。如图4所示,计算设备402可以包括存储器462和处理器460以用于根据本公开的吸气式烟雾检测器的过滤器寿命预测。

[0061] 存储器462可以是可由处理器460访问以执行本公开的各种示例的任何类型的存储介质。例如,存储器462可以是非暂时性计算机可读介质,该非暂时性计算机可读介质具有存储在其上的计算机可读指令(例如,可执行指令/计算机程序指令),这些指令能够由处理器460执行以用于根据本公开的吸气式烟雾检测器的过滤器寿命预测。

[0062] 存储器462可以是易失性存储器或非易失性存储器。存储器462还可以是可移动(例如,便携式)存储器或不可移动(例如,内部)存储器。例如,存储器462可以是随机存取存储器(RAM)(例如,动态随机存取存储器(DRAM)和/或相变随机存取存储器(PCRAM))、只读存储器(ROM)(例如,电可擦可编程只读存储器(EEPROM)和/或光盘只读存储器(CD-ROM))、闪存存储器、激光盘、数字多功能光盘(DVD)或其他光学存储设备和/或磁介质(诸如磁带盒、磁带或磁盘)以及其他类型的存储器。

[0063] 另外,尽管存储器462被示出为定位在计算设备402内,但本公开的实施方案不限于此。例如,存储器462还可位于另一计算资源的内部(例如,使得计算机可读指令能够通过互联网或另一个有线或无线连接进行下载)。

[0064] 处理器460可以是中央处理单元(CPU)、基于半导体的微处理器和/或适于检索和执行存储在存储器462中的机器可读指令的其他硬件设备。

[0065] 尽管本文已说明和描述了特定实施方案,但所属领域的技术人员将了解,经计算可以实现相同技术的任何布置可替代所展示的特定实施方案。本公开旨在覆盖本公开的各种实施方案的任何和所有修改或变化。

[0066] 应当理解,以上描述是以说明而不是限制的方式给出的。通过阅读以上描述,上述实施方案的组合以及本文未特别描述的其他实施方案对于本领域技术人员将是显而易见的。

[0067] 本公开的各种实施方案的范围包括使用上述结构和方法的任何其他应用。因此,

应当参考所附权利要求以及这些权利要求所赋予的等价物的全部范围来确定本公开的各种实施方案的范围。

[0068] 在上述具体实施方式中,出于简化本公开的目的,在附图中示出的示例实施方案中将各种特征组合在一起。该公开方法不应被解释为反映本公开的实施方案需要比每个权利要求中明确记载的更多特征的意图。

[0069] 相反,如以下权利要求所反映的,发明主题在于少于单个公开实施方案的所有特征。因此,以下权利要求在此并入到具体实施方式中,其中每条权利要求作为单独的实施方案独立存在。

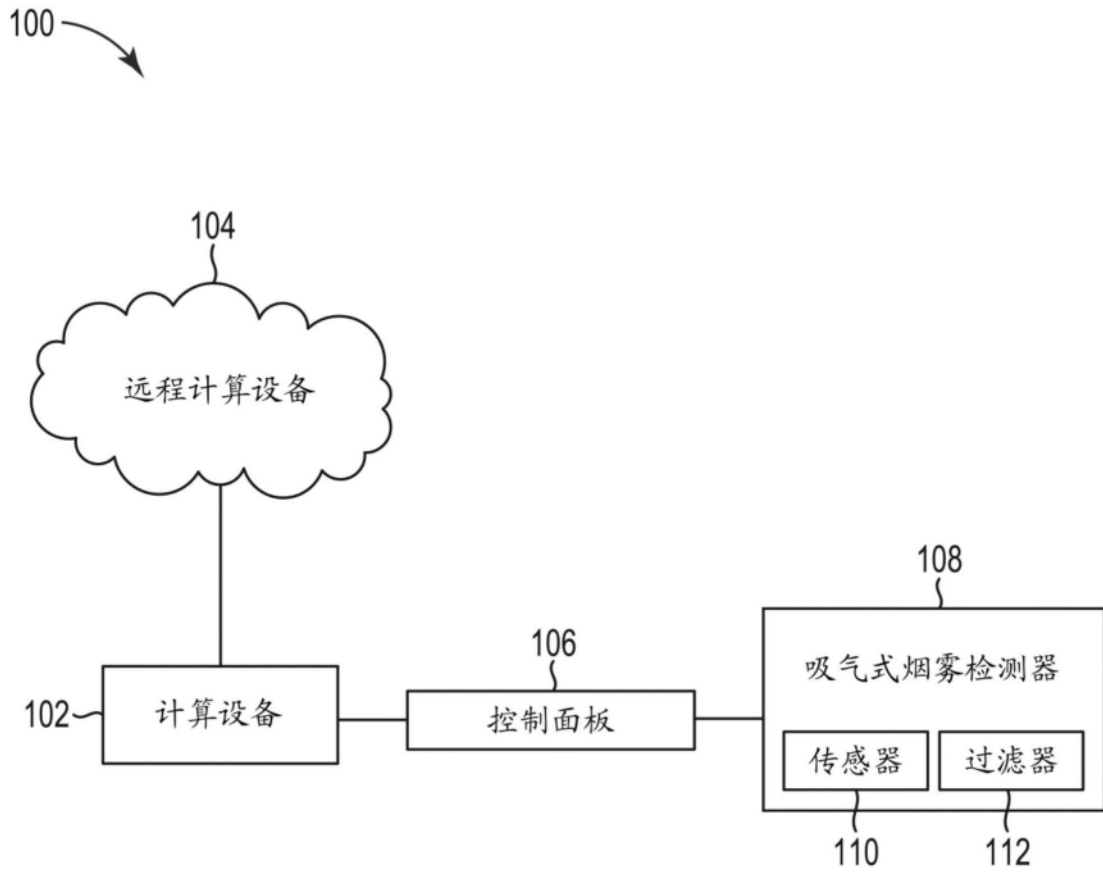


图1

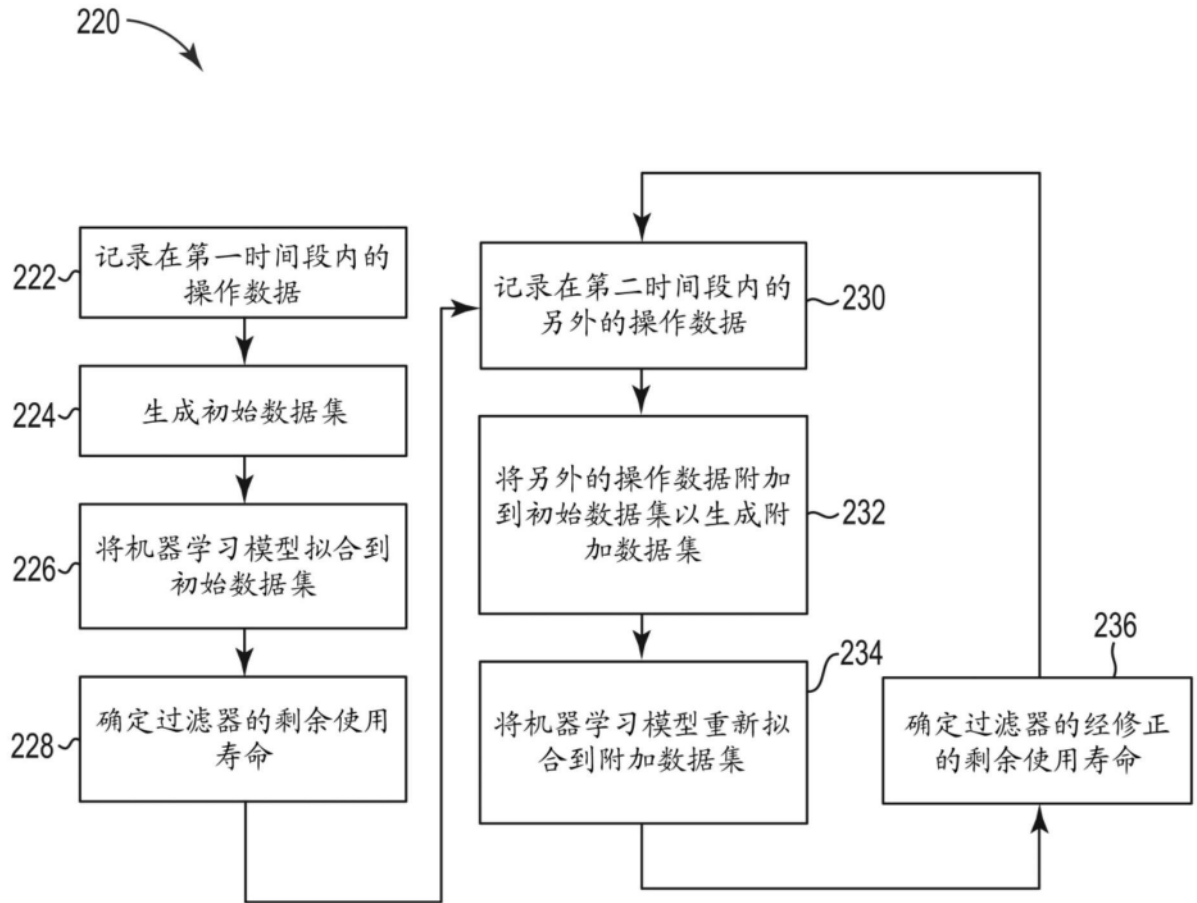


图2

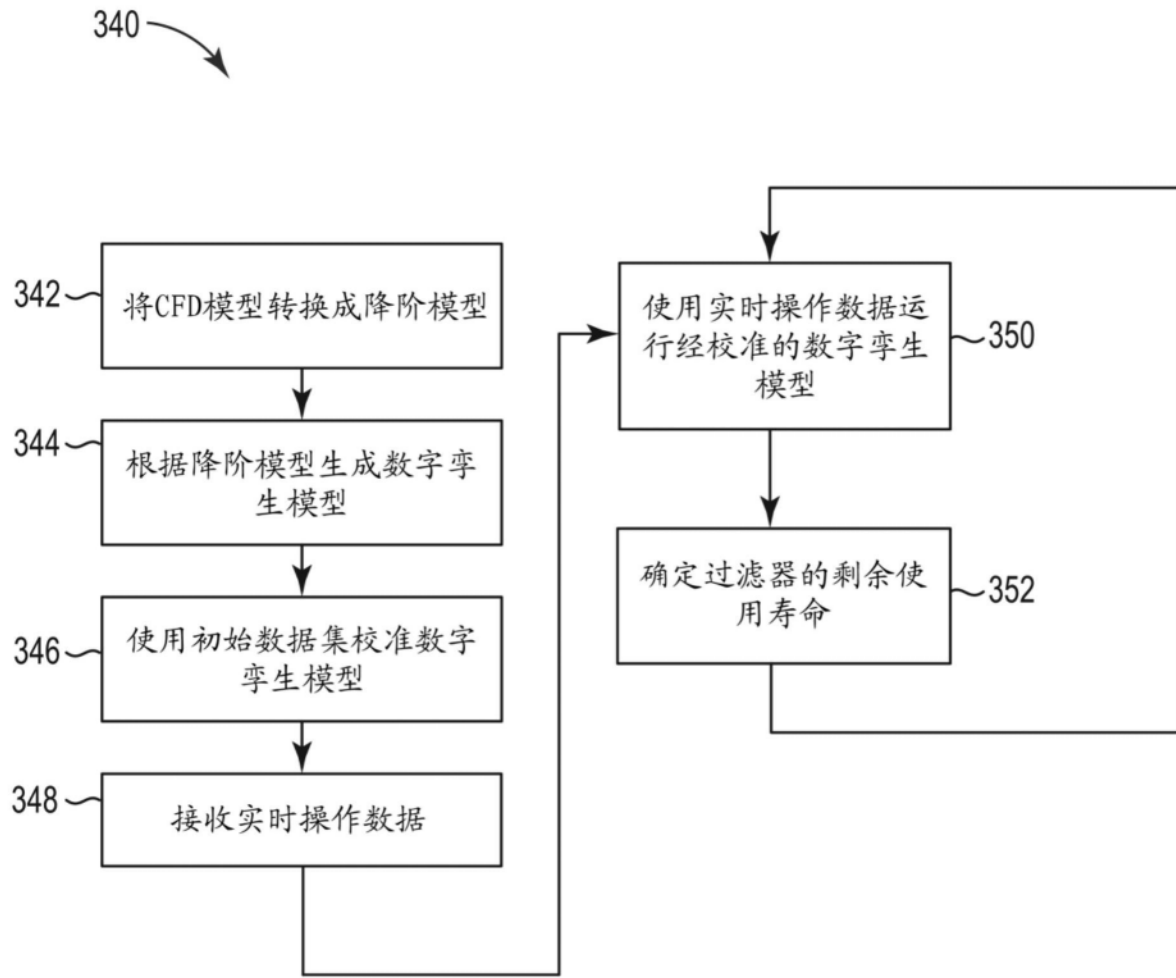


图3

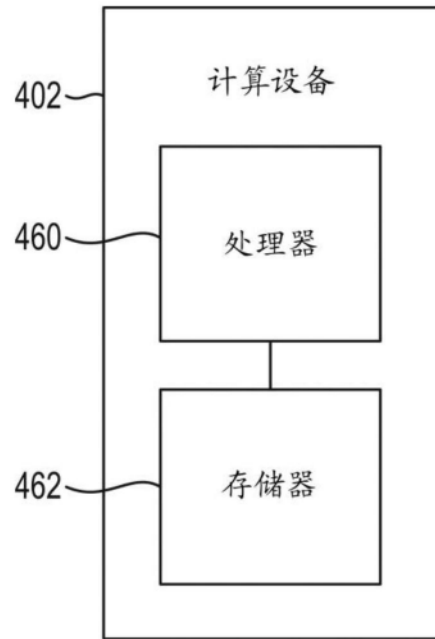


图4