



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112524077 A

(43) 申请公布日 2021.03.19

(21) 申请号 202011429865.1

(22) 申请日 2020.12.09

(71) 申请人 国家电网有限公司

地址 100031 北京市西城区西长安街86号

申请人 国网青海省电力公司

国网青海省电力公司信息通信公司

(72) 发明人 李海龙 王若谷 全生明 王东方

王国强 范克威 郭树锋 张宇

马文珍 隆文喜 苟晓侃 许显青

耿琴兰

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 董文倩

(51) Int. Cl.

F04D 27/00 (2006.01)

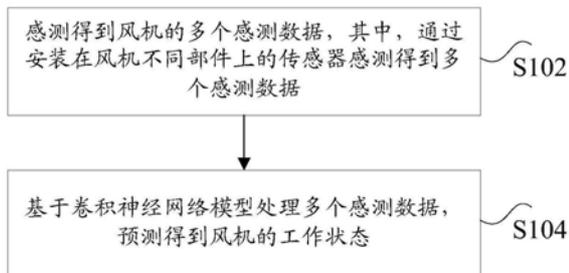
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

检测风机故障的方法及装置、系统

(57) 摘要

本申请公开了一种检测风机故障的方法及装置、系统。其中,该方法包括:感测得到风机的多个感测数据,其中,通过安装在风机不同部件上的传感器感测得到多个感测数据;基于卷积神经网络模型处理多个感测数据,预测得到风机的工作状态。本申请解决了现有技术中风机安全的运行解决方案多以在故障发生后进行检测并报警,或者采用人工诊断方式预测风机的故障,导致故障预测的准确性差的技术问题。



1. 一种检测风机故障的方法,其特征在于,包括:

感测得到风机的多个感测数据,其中,通过安装在所述风机不同部件上的传感器感测得到所述多个感测数据;

基于卷积神经网络模型处理所述多个感测数据,预测得到所述风机的工作状态。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,基于卷积神经网络模型处理所述多个感测数据,预测得到所述风机的工作状态,包括:

获取所述多个感测数据,其中,所述感测数据记录了对应部件在预定时间发生的事件信息;

提取每个感测数据中包含的事件信息;

判断每个感测数据中包含的事件信息是否都与对应的目标信息匹配,如果匹配,则确定所述风机的工作状态为正常状态;

如果任意一个感测数据中包含的事件信息与对应的目标信息不匹配,则确定所述工作状态为故障状态。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述卷积神经网络模型至少包括:输入层,卷积层,池化层以及全连接层,其中,通过所述输入层获取所述多个感测数据。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,提取每个感测数据中包含的事件信息,包括:

通过所述卷积层中的每个卷积核扫描对应的感测数据,得到对应的部件的特征图层;

通过所述池化层对所述对应的部件的特征图层进行去冗余处理;

通过至少一个所述全连接层将所述去冗余处理后的多个特征图层进行转换,得到所述部件的事件信息。

5. 根据权利要求1至4中任意一项所述的方法,其特征在于,在基于卷积神经网络模型处理所述多个感测数据,预测得到所述风机的工作情况之前,所述方法还包括:

获取训练样本集,其中,所述训练样本集包括多种类型的风机的历史工作数据;

标注所述训练样本集中每个历史工作数据的风机故障信息,其中,所述风机故障信息包括:故障种类以及故障特征;

将标注后的训练样本集输入至初始化的卷积神经网络进行训练,得到所述卷积神经网络模型。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,在基于卷积神经网络模型处理所述多个感测数据,预测得到所述风机的工作状态之后,所述方法还包括:

统计预定时间内预测得到的不同工作状态的数量,其中,所述工作状态至少包括:正常状态和故障状态;

基于统计结果,获取所述风机处于所述正常状态的概率值和/或处于所述故障状态的概率值。

7. 一种检测风机故障的装置,其特征在于,包括:

感测模块,用于感测得到风机的多个感测数据,其中,通过安装在所述风机不同部件上的传感器感测得到所述多个感测数据;

预测模块,用于基于卷积神经网络模型处理所述多个感测数据,预测得到所述风机的工作状态。

8. 一种检测风机故障的系统,其特征在于,包括:  
传感器,设置在风机的不同部件,用于感测得到风机的多个感测数据;  
处理器,与所述传感器通信连接,用于基于卷积神经网络模型处理所述多个感测数据,  
预测得到所述风机的工作状态。

9. 一种存储介质,其特征在于,所述存储介质包括存储的程序,其中,所述程序运行时控制存储介质所在的设备执行权利要求1至6中任意一项所述的检测风机故障的方法。

10. 一种处理器,其特征在于,所述处理器用于运行程序,其中,所述程序运行时执行权利要求1至6中任意一项所述的检测风机故障的方法。

## 检测风机故障的方法及装置、系统

### 技术领域

[0001] 本申请涉及风机故障预测领域,具体而言,涉及一种检测风机故障的方法及装置、系统。

### 背景技术

[0002] 风机安全运行的早期故障诊断,即在风机中故障实际发生前对其预警,是风机运行维护技术上的难点,也是空白。一般的,风机复杂,检测的模拟量的数量多,故障种类多。数据量巨大的特点使得传统的根据物理原理建模和统计建模方法,无法有效的对故障进行提前预警。

[0003] 现有的风机安全运行解决方案多以故障检测为基础。无论是数据采集与监视控制系统(Supervisory Control And Data Acquisition,SCADA),叶片健康监测系统,油液金属颗粒监测等均只能在故障发生后报警。传动链振动监测系统所提供的月度报告中包含了一定程度的对故障的预测,有助于规避机械类故障的发生。然而,由于传动链振动监测系统不包含由计算机自动进行的智能诊断系统,对故障的预测需要由诊断工程师完成,传动链振动监测系统所提供的故障预测质量与准确率极大的依赖于诊断工程师的水平。由于诊断工程师数量相对稀少且水平并不稳定,传动链振动监测系统所提供的故障预测可靠性无法得到保证。

[0004] 针对上述的问题,目前尚未提出有效的解决方案。

### 发明内容

[0005] 本申请实施例提供了一种检测风机故障的方法及装置、系统,以至少解决现有技术中风机安全的运行解决方案多以在故障发生后进行检测并报警,或者采用人工诊断方式预测风机的故障,导致故障预测的准确性差的技术问题。

[0006] 根据本申请实施例的一个方面,提供了一种检测风机故障的方法,包括:感测得到风机的多个感测数据,其中,通过安装在风机不同部件上的传感器感测得到多个感测数据;基于卷积神经网络模型处理多个感测数据,预测得到风机的工作状态。

[0007] 可选地,基于卷积神经网络模型处理多个感测数据,预测得到风机的工作状态,包括:获取多个感测数据,其中,感测数据记录了对应部件在预定时间发生的事件信息;提取每个感测数据中包含的事件信息;判断每个感测数据中包含的事件信息是否都与对应的目标信息匹配,如果匹配,则确定风机的工作状态为正常状态;如果任意一个感测数据中包含的事件信息与对应的目标信息不匹配,则确定工作状态为故障状态。

[0008] 可选地,卷积神经网络模型至少包括:输入层,卷积层,池化层以及全连接层,其中,通过输入层获取多个感测数据。

[0009] 可选地,提取每个感测数据中包含的事件信息,包括:通过卷积层中的每个卷积核扫描对应的感测数据,得到对应的部件的特征图层;通过池化层对对应的部件的特征图层进行去冗余处理;通过至少一个全连接层将去冗余处理后的多个特征图层进行转换,得到

部件的事件信息。

[0010] 可选地,在基于卷积神经网络模型处理多个感测数据,预测得到风机的工作情况之前,上述方法还包括:获取训练样本集,其中,训练样本集包括多种类型的风机的历史工作数据;标注训练样本集中每个历史工作数据的风机故障信息,其中,风机故障信息包括:故障种类以及故障特征;将标注后的训练样本集输入至初始化的卷积神经网络进行训练,得到卷积神经网络模型。

[0011] 可选地,在基于卷积神经网络模型处理多个感测数据,预测得到风机的工作状态之后,上述方法还包括:统计预定时间内预测得到的不同工作状态的数量,其中,工作状态至少包括:正常状态和故障状态;基于统计结果,获取风机处于正常状态的概率值和/或处于故障状态的概率值。

[0012] 根据本申请实施例的另一方面,还提供了一种检测风机故障的装置,包括:感测模块,用于感测得到风机的多个感测数据,其中,通过安装在风机不同部件上的传感器感测得到多个感测数据;预测模块,用于基于卷积神经网络模型处理多个感测数据,预测得到风机的工作状态。

[0013] 根据本申请实施例的另一方面,还提供了一种检测风机故障的系统,包括:传感器,设置在风机的不同部件,用于感测得到风机的多个感测数据;处理器,与传感器通信连接,用于基于卷积神经网络模型处理多个感测数据,预测得到风机的工作状态。

[0014] 根据本申请实施例的再一方面,还提供了一种存储介质,存储介质包括存储的程序,其中,程序运行时控制存储介质所在的设备执行以上的检测风机故障的方法。

[0015] 根据本申请实施例的再一方面,还提供了一种处理器,处理器用于运行程序,其中,程序运行时执行以上的检测风机故障的方法。

[0016] 在本申请实施例中,采用感测得到风机的多个感测数据,其中,通过安装在风机不同部件上的传感器感测得到多个感测数据;基于卷积神经网络模型处理多个感测数据,预测得到风机的工作状态的方式,通过利用传感器采集风机的多个感测数据,将多个感测数据输入至训练好的神经网络模型进行预测,得到风机正常工作概率及故障概率,从而实现了提高风机故障预测准确性的技术效果,进而解决了现有技术中风机安全的运行解决方案多以在故障发生后进行检测并报警,或者采用人工诊断方式预测风机的故障,导致故障预测的准确性差的技术问题。

## 附图说明

[0017] 此处所说明的附图用来提供对本申请的进一步理解,构成本申请的一部分,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。在附图中:

[0018] 图1是根据本申请实施例的一种检测风机故障的方法的流程图;

[0019] 图2是根据本申请实施例的一种利用卷积神经网络模型预测风机故障的示意图;

[0020] 图3是根据本申请实施例的一种检测风机故障的装置的结构图;

[0021] 图4是根据本申请实施例的一种检测风机故障的系统的结构图。

## 具体实施方式

[0022] 为了使本技术领域的人员更好地理解本申请方案,下面将结合本申请实施例中的

附图,对本申请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申请一部分的实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本申请保护的范围。

[0023] 需要说明的是,本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,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或描述的那些以外的顺序实施。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0024] 根据本申请实施例,提供了一种检测风机故障的方法实施例,需要说明的是,在附图的流程图示出的步骤可以在诸如一组计算机可执行指令的计算机系统中执行,并且,虽然在流程图中示出了逻辑顺序,但是在某些情况下,可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤。

[0025] 图1是根据本申请实施例的一种检测风机故障的方法的流程图,如图1所示,该方法包括如下步骤:

[0026] 步骤S102,感测得到风机的多个感测数据,其中,通过安装在风机不同部件上的传感器感测得到多个感测数据。

[0027] 根据本申请的一个可选的实施例,上述风机为用于进行风力发电的风机。步骤S102是通过安装在风机上的100-200个传感器采集的数据。

[0028] 步骤S104,基于卷积神经网络模型处理多个感测数据,预测得到风机的工作状态。

[0029] 根据本申请的一个可选的实施例,步骤S104中的卷积神经网络模型至少包括:输入层,卷积层,池化层以及全连接层,其中,通过输入层获取多个感测数据。每一个传感器的数据被作为整体输入至卷积神经网络模型的一个频道。

[0030] 通过上述步骤,通过利用传感器采集风机的多个感测数据,将多个感测数据输入至训练好的神经网络模型进行预测,得到风机正常工作概率及故障概率,从而实现了提高风机故障预测准确性的技术效果。

[0031] 在本申请的一些可选的实施例中,步骤S104通过以下方法实现:获取多个感测数据,其中,感测数据记录了对应部件在预定时间发生的事件信息;提取每个感测数据中包含的事件信息;判断每个感测数据中包含的事件信息是否都与对应的目标信息匹配,如果匹配,则确定风机的工作状态为正常状态;如果任意一个感测数据中包含的事件信息与对应的目标信息不匹配,则确定工作状态为故障状态。

[0032] 上述时间信息是传感器实时采集的风机部件发生的事件信息,目标信息是该风机部件在正常工作时发生的事件信息,如果传感器实时采集的风机部件发生的事件信息与该部件在正常工作时发生的事件信息匹配,说明该部件处于正常运行的工作状态;反之,则说明该部件处于故障状态。

[0033] 根据本申请的一个可选的实施例,通过以下步骤提取每个感测数据中包含的事件信息:通过卷积层中的每个卷积核扫描对应的感测数据,得到对应的部件的特征图层;通过

池化层对对应的部件的特征图层进行去冗余处理;通过至少一个全连接层将去冗余处理后的多个特征图层进行转换,得到部件的事件信息。

[0034] 根据本申请的一个可选的实施例,可以通过神经网络对部件的特征图层进行处理,得到部件发生的事件信息。

[0035] 在本申请的一个可选的实施例中,在执行步骤S104之前,还需要获取训练样本集,其中,训练样本集包括多种类型的风机的历史工作数据;标注训练样本集中每个历史工作数据的风机故障信息,其中,风机故障信息包括:故障种类以及故障特征;将标注后的训练样本集输入至初始化的卷积神经网络进行训练,得到卷积神经网络模型。

[0036] 上述方法是对步骤S104中的卷积神经网络模型进行预测的方法,具体地,首先获取用于对卷积神经网络模型进行预测的训练样本集,该训练样本集包括多种类型风机的历史工作数据;然后对训练样本集进行标注,标注每个历史工作数据的风机故障信息;将标注的训练样本集输入至卷积神经网络进行训练,得到训练好的卷积神经网络模型。该卷积神经网络模型的输入是传感器采集的风机的感测数据,输出为与输入的感测数据对应的风机的工作状态,包括正常运行状态和发生故障的状态。

[0037] 根据本申请的一个可选的实施例,在步骤S104执行之后,还需要统计预定时间内预测得到的不同工作状态的数量,其中,工作状态至少包括:正常状态和故障状态;基于统计结果,获取风机处于正常状态的概率值和/或处于故障状态的概率值。

[0038] 图2是根据本申请实施例的一种利用卷积神经网络模型预测风机故障的示意图,如图2所示,将采集的风机的多个部件发生的120个事件输入至训练好的卷积神经网络模型,通过卷基层、池化层和全连接层的处理,输出风机运行状态的概率分布。

[0039] 通过卷积神经网络模型输出的风机的运行状态分布可以知道风机维护人员对风机进行相应的检修,比如预测结果显示在未来预设时间段内,风机发生故障的概率高于预设阈值,此时相关维护人员需要加快对风机的检修排查工作,尽量在故障发生之前将故障隐患排除。

[0040] 图3是根据本申请实施例的一种检测风机故障的装置的结构图,如图3所示,该装置包括:

[0041] 感测模块30,用于感测得到风机的多个感测数据,其中,通过安装在风机不同部件上的传感器感测得到多个感测数据。

[0042] 根据本申请的一个可选的实施例,上述风机为用于进行风力发电的风机。

[0043] 预测模块32,用于基于卷积神经网络模型处理多个感测数据,预测得到风机的工作状态。

[0044] 根据本申请的一个可选的实施例,预测模块32包括:获取单元,用于获取多个感测数据,其中,感测数据记录了对应部件在预定时间发生的事件信息;提取单元,用于提取每个感测数据中包含的事件信息;判断单元,用于判断每个感测数据中包含的事件信息是否都与对应的目标信息匹配,如果匹配,则确定风机的工作状态为正常状态;如果任意一个感测数据中包含的事件信息与对应的目标信息不匹配,则确定工作状态为故障状态。

[0045] 根据本申请的一个可选的实施例,上述提取单元还用于通过卷积层中的每个卷积核扫描对应的感测数据,得到对应的部件的特征图层;通过池化层对对应的部件的特征图层进行去冗余处理;通过至少一个全连接层将去冗余处理后的多个特征图层进行转换,得

到部件的事件信息。

[0046] 在本申请的一些实施例中,上述装置还包括:训练模块,用于获取训练样本集,其中,训练样本集包括多种类型的风机的历史工作数据;标注训练样本集中每个历史工作数据的风机故障信息,其中,风机故障信息包括:故障种类以及故障特征;将标注后的训练样本集输入至初始化的卷积神经网络进行训练,得到卷积神经网络模型。

[0047] 根据本申请的一个可选的实施例,上述装置还包括:统计模块,用于统计预定时间内预测得到的不同工作状态的数量,其中,工作状态至少包括:正常状态和故障状态;基于统计结果,获取风机处于正常状态的概率值和/或处于故障状态的概率值。

[0048] 需要说明的是,图3所示实施例的优选实施方式可以参见图1所示实施例的相关描述,此处不再赘述。

[0049] 图4是根据本申请实施例的一种检测风机故障的系统的结构图,如图4所示,该系统包括:

[0050] 传感器40,设置在风机的不同部件,用于感测得到风机的多个感测数据。

[0051] 根据本申请的一个可选的实施例,不同的风机部件上安装的传感器的种类不同。在本实施例中,采用100-200个传感器采集风机部件的感测数据。

[0052] 处理器42,与传感器40通信连接,用于基于卷积神经网络模型处理多个感测数据,预测得到风机的工作状态。

[0053] 处理器42可以是服务器,还可以是云端服务器,处理器42用于运行训练好的卷积神经网络模型,利用卷积神经网络模型对传感器40采集的风机部件的感测数据进行预测,得到未来预设时间段内风机的运行状态信息。

[0054] 需要说明的是,图4所示实施例的优选实施方式可以参见图1所示实施例的相关描述,此处不再赘述。

[0055] 本申请实施例还提供了一种存储介质,存储介质包括存储的程序,其中,程序运行时控制存储介质所在的设备执行以上的检测风机故障的方法。

[0056] 存储介质用于存储执行以下功能的程序:感测得到风机的多个感测数据,其中,通过安装在风机不同部件上的传感器感测得到多个感测数据;基于卷积神经网络模型处理多个感测数据,预测得到风机的工作状态。

[0057] 本申请实施例还提供了一种处理器,处理器用于运行程序,其中,程序运行时执行以上的检测风机故障的方法。

[0058] 处理器用于处理执行以下功能的程序:感测得到风机的多个感测数据,其中,通过安装在风机不同部件上的传感器感测得到多个感测数据;基于卷积神经网络模型处理多个感测数据,预测得到风机的工作状态。

[0059] 上述本申请实施例序号仅仅为了描述,不代表实施例的优劣。

[0060] 在本申请的上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中沒有详述的部分,可以参见其他实施例的相关描述。

[0061] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的技术内容,可通过其它的方式实现。其中,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如所述单元的划分,可以为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。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,单元或模块的间接耦合或通信连接,可以是电性或其它的形式。

[0062] 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。

[0063] 另外,在本申请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。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能单元的形式实现。

[0064] 所述集成的单元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时,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,本申请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全部或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(可为个人计算机、服务器或者网络设备等)执行本申请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、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、移动硬盘、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0065] 以上所述仅是本申请的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本申请的保护范围。

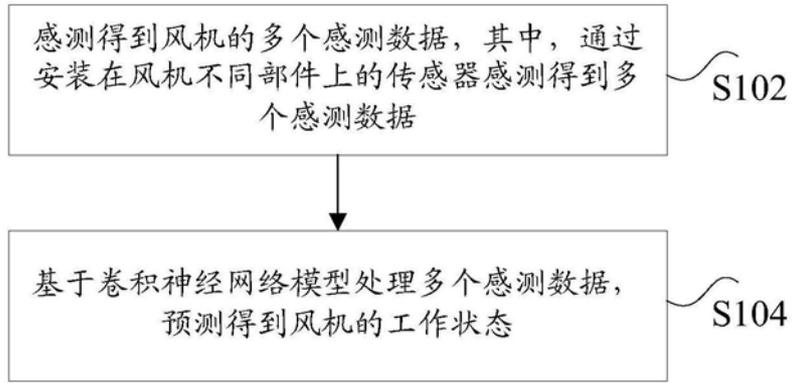


图1

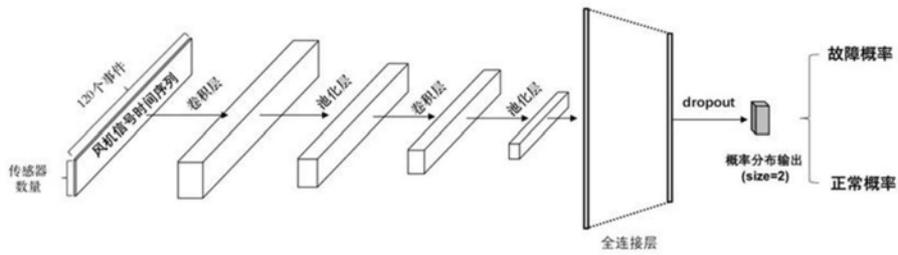


图2



图3



图4