



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112836867 A

(43) 申请公布日 2021.05.25

(21) 申请号 202110084629.9

G06Q 50/06 (2012.01)

(22) 申请日 2021.01.21

G08C 17/02 (2006.01)

H04L 29/08 (2006.01)

(71) 申请人 上海电机学院

地址 200240 上海市闵行区江川路690号

(72) 发明人 王鸿 刘衡 王致杰 梅晓娟

许斌斌 王和尧 姚钦徽

(74) 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限

公司 31225

代理人 赵继明

(51) Int. Cl.

G06Q 10/04 (2012.01)

G06F 16/2458 (2019.01)

G06F 16/215 (2019.01)

G06N 3/04 (2006.01)

G06N 3/08 (2006.01)

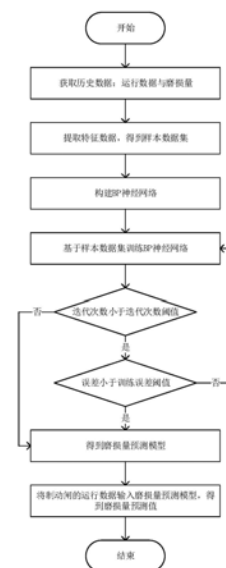
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种海上风力发电机组制动闸磨损量的检测方法

(57) 摘要

本发明涉及一种海上风力发电机组制动闸磨损量的检测方法... 获取制动闸的运行数据和制动闸的磨损量;自运行数据中提取特征数据,得到由特征数据和磨损量构成的样本数据集;构建BP神经网络,包括输入层、隐藏层和输出层;基于样本数据集,对BP神经网络进行训练,得到磨损量预测模型;获取海上风力发电机组制动闸的运行数据,自运行数据中提取特征数据,输入磨损量预测模型,得到制动闸的磨损量预测值。与现有技术相比,本发明获取制动闸的运行数据,通过BP神经网络预测制动闸的磨损量,可以在日常运行中了解海上风力发电机制动闸的磨损情况,进而在制动闸产生故障之前进行主动维修,提高了整机的运行可靠性。



1. 一种海上风力发电机组制动闸磨损量的检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1: 获取历史数据,所述历史数据包括制动闸的运行数据和制动闸的磨损量;

S2: 自运行数据中提取 $n(n>0)$ 个特征数据,对特征数据进行预处理,得到由特征数据和磨损量构成的样本数据集;

S3: 构建三层BP神经网络,包括输入层、隐藏层和输出层,输入层神经元的数量为 n ,隐藏层神经元的数量为 $2n+1$,输出层神经元的数量为1;

S4: 基于样本数据集,对BP神经网络进行训练,在训练过程中按照以下公式更新BP神经网络的权重:

$$\Delta w_{kj}(q+1) = -\alpha(1-\gamma) \frac{\partial E}{\partial w_{kj}} + \gamma \Delta w_{kj}(q)$$

$$\Delta v_{ik}(q+1) = -\beta(1-\gamma) \frac{\partial E}{\partial w_{ik}} + \gamma \Delta v_{ik}(q)$$

其中, Δw_{kj} 表示输入层与隐藏层的连接权重; Δv_{ik} 表示隐藏层与输出层的连接权重; q 表示训练过程中的迭代次数; α 和 β 表示学习率, γ 表示动量因子, E 表示期望输出与输出神经元的实际输出之间的误差;

S5: 重复步骤S4,直至迭代次数等于预设置的迭代次数阈值或BP神经网络的预测误差小于预设置的训练误差阈值,得到磨损量预测模型;

S6: 获取海上风力发电机组制动闸的运行数据,自运行数据中提取特征数据,对特征数据进行预处理,输入磨损量预测模型,得到制动闸的磨损量预测值。

2. 根据权利要求1所述的一种海上风力发电机组制动闸磨损量的检测方法,其特征在于,还包括步骤S7,具体为:经过预设置的时间周期后,执行步骤S6,并同时获取制动闸的实际磨损量,若实际磨损量与磨损量预测值之间的误差大于预设置的模型误差阈值,则重复步骤S1。

3. 根据权利要求1所述的一种海上风力发电机组制动闸磨损量的检测方法,其特征在于,所述步骤S2和S6中,自运行数据中提取特征数据之前,还包括数据清洗,具体为:对运行数据进行去噪处理,清除运行数据中的异常数据,所述异常数据为字段空缺的运行数据、或字段值不在字段规定区间的运行数据。

4. 根据权利要求1所述的一种海上风力发电机组制动闸磨损量的检测方法,其特征在于,所述步骤S2和S6中,对特征数据进行预处理包括数据归一化,归一化公式为:

$$x_{new} = \frac{x - \min}{\max - \min}$$

其中, x 表示特征数据值, \max 表示特征数据的最大值, \min 表示特征数据的最小值, x_{new} 表示归一化后的特征数据值。

5. 根据权利要求1所述的一种海上风力发电机组制动闸磨损量的检测方法,其特征在于,所述步骤S5中,训练误差阈值的取值为1%。

6. 根据权利要求1所述的一种海上风力发电机组制动闸磨损量的检测方法,其特征在于,所述步骤S6中,得到制动闸的磨损量预测值之后,还包括:根据制动闸的型号和磨损量预测值得到制动闸的寿命预测值。

7. 一种海上风力发电机组制动闸磨损量的检测系统,其特征在于,基于如权利要求1-6中任一所述的海上风力发电机组制动闸磨损量的检测方法,包括:

数据采集装置,用于采集制动闸的运行数据;

数据分析平台,基于磨损量预测模型和制动闸的运行数据,输出制动闸的磨损量预测值;

无线通信装置,分别与数据采集装置和数据分析平台通信连接,用于将制动闸的运行数据传输至数据分析平台;

存储装置,与数据分析平台连接,用于存储制动闸的运行数据和磨损量预测值。

8. 根据权利要求7所述的一种海上风力发电机组制动闸磨损量的检测系统,其特征在在于,所述数据采集装置包括AD转换电路和信号放大电路。

9. 根据权利要求7所述的一种海上风力发电机组制动闸磨损量的检测系统,其特征在在于,所述无线通信装置通过GPRS网络进行数据传输。

10. 根据权利要求7所述的一种海上风力发电机组制动闸磨损量的检测系统,其特征在在于,所述检测系统还包括本地存储装置,与数据采集装置电性连接,用于存储制动闸的运行数据。

一种海上风力发电机组制动闸磨损量的检测方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及风力发电领域,尤其是涉及一种海上风力发电机组制动闸磨损量的检测方法及系统。

背景技术

[0002] 风力发电是水力发电以外的最具有潜力的可再生能源发电技术,近年来,风力发电在我国得到了飞速的发展,陆上发电已经较为普及。为了进一步利用风力资源,海上风力发电正在起步和蓬勃发展,由于海上风速较大,不受障碍物和地表粗糙度的影响,风速风向更加稳定,湍流较小,海上风电开发价值极大。

[0003] 在风机检修维护或者大风状态时,都要通过制动闸来实现停机,制动闸在长期使用过程中的不断磨损,必然会影响到风机的制动性能,从而危及到风机的安全运行,特别是在海上风力发电机组中,对风力发电机制动闸的在线监测和寿命预测的重要性便越来越突出。

[0004] 现有技术中,海上风力发电机组还没有制动闸磨损量检测装置,难以自动测量制动闸的磨损量,只能通过人工定期检查,定期维护,一旦发现损坏,立即更换,不能做到实时监测,一旦制动闸失效,将有可能发生飞车现象,不仅带来了危险,也造成了重大损失。

发明内容

[0005] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种海上风力发电机组制动闸磨损量的检测方法及系统,通过获取制动闸的运行数据,通过BP神经网络预测制动闸的磨损量,可以在日常运行中了解海上风力发电机制动闸的磨损情况,进而在制动闸产生故障之前进行主动维修,提高了整机的运行可靠性。

[0006] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0007] 一种海上风力发电机组制动闸磨损量的检测方法,包括以下步骤:

[0008] S1:获取历史数据,所述历史数据包括制动闸的运行数据和制动闸的磨损量;

[0009] S2:自运行数据中提取n(n>0)个特征数据,对特征数据进行预处理,得到由特征数据和磨损量构成的样本数据集;

[0010] S3:构建三层BP神经网络,包括输入层、隐藏层和输出层,输入层神经元的数量为n,隐藏层神经元的数量为2n+1,输出层神经元的数量为1;

[0011] S4:基于样本数据集,对BP神经网络进行训练,在训练过程中按照以下公式更新BP神经网络的权重:

$$[0012] \quad \Delta w_{kj}(q+1) = -\alpha(1-\gamma) \frac{\partial E}{\partial w_{kj}} + \gamma \Delta w_{kj}(q)$$

$$[0013] \quad \Delta v_{ik}(q+1) = -\beta(1-\gamma) \frac{\partial E}{\partial v_{ik}} + \gamma \Delta v_{ik}(q)$$

[0014] 其中, Δw_{kj} 表示输入层与隐藏层的连接权重; Δv_{ik} 表示隐藏层与输出层的连接权

重; q 表示训练过程中的迭代次数; α 和 β 表示学习率, γ 表示动量因子, 取值为(0,1), 在权值更新时, 可以通过 γ 灵活调整当前迭代中的权值和误差的占比, E 表示期望输出与输出神经元的实际输出之间的误差;

[0015] S5: 重复步骤S4, 直至迭代次数等于预设置的迭代次数阈值或BP神经网络的预测误差小于预设置的训练误差阈值, 得到磨损量预测模型;

[0016] S6: 获取海上风力发电机组制动闸的运行数据, 自运行数据中提取特征数据, 对特征数据进行预处理, 输入磨损量预测模型, 得到制动闸的磨损量预测值。

[0017] 进一步的, 还包括步骤S7, 具体为: 经过预设置的时间周期后, 执行步骤S6, 并同时获取制动闸的实际磨损量, 若实际磨损量与磨损量预测值之间的误差大于预设置的模型误差阈值, 则重复步骤S1。

[0018] 进一步的, 所述步骤S2和S6中, 自运行数据中提取特征数据之前, 还包括数据清洗, 具体为: 对运行数据进行去噪处理, 清除运行数据中的异常数据, 所述异常数据为字段空缺的运行数据、或字段值不在字段规定区间的运行数据。

[0019] 进一步的, 所述步骤S2和S6中, 对特征数据进行预处理包括数据归一化, 归一化公式为:

$$[0020] \quad x_{new} = \frac{x - \min}{\max - \min}$$

[0021] 其中, x 表示特征数据值, \max 表示特征数据的最大值, \min 表示特征数据的最小值, x_{new} 表示归一化后的特征数据值。

[0022] 进一步的, 所述步骤S5中, 训练误差阈值的取值为1%。

[0023] 进一步的, 所述步骤S6中, 得到制动闸的磨损量预测值之后, 还包括: 根据制动闸的型号和磨损量预测值得到制动闸的寿命预测值。

[0024] 一种海上风力发电机组制动闸磨损量的检测系统, 基于如上所述的海上风力发电机组制动闸磨损量的检测方法, 包括:

[0025] 数据采集装置, 用于采集制动闸的运行数据;

[0026] 数据分析平台, 基于磨损量预测模型和制动闸的运行数据, 输出制动闸的磨损量预测值;

[0027] 无线通信装置, 分别与数据采集装置和数据分析平台通信连接, 用于将制动闸的运行数据传输至数据分析平台;

[0028] 存储装置, 与数据分析平台连接, 用于存储制动闸的运行数据和磨损量预测值。

[0029] 进一步的, 所述数据采集装置包括AD转换电路和信号放大电路。

[0030] 进一步的, 所述无线通信装置通过GPRS网络进行数据传输。

[0031] 进一步的, 所述检测系统还包括本地存储装置、显示系统, 本地存储装置与数据采集装置电性连接, 用于存储制动闸的运行数据; 显示系统与数据分析平台连接, 用于显示制动闸的磨损量预测值。

[0032] 与现有技术相比, 本发明具有以下有益效果:

[0033] (1) 通过获取制动闸的运行数据, 通过BP神经网络预测制动闸的磨损量, 可以在日常运行中了解海上风力发电机组制动闸的磨损情况, 进而在制动闸产生故障之前进行主动维修, 提高了整机的运行可靠性。

[0034] (2) 改进了BP神经网络训练过程中的权值更新公式,相比于传统的训练算法,在权值更新时,可以灵活调整当前迭代中的权值和误差的占比,算法的性能更高。

[0035] (3) 通过无线通信装置将制动闸的运行数据传输至数据分析平台,在数据分析平台进行磨损量预测,还设置了本地存储装置,当无线通信出现故障时,保障了数据存储的安全性。

附图说明

[0036] 图1为海上风力发电机组制动闸磨损量的检测方法的流程图。

具体实施方式

[0037] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。本实施例以本发明技术方案为前提进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0038] 实施例1:

[0039] 一种海上风力发电机组制动闸磨损量的检测方法,如图1所示,包括以下步骤:

[0040] S1:获取历史数据,历史数据包括制动闸的运行数据和制动闸的磨损量;

[0041] S2:自运行数据中提取 n ($n > 0$) 个特征数据,对特征数据进行预处理,得到由特征数据和磨损量构成的样本数据集;

[0042] S3:构建三层BP神经网络,包括输入层、隐藏层和输出层,输入层神经元的数量为 n ,隐藏层神经元的数量为 $2n+1$,输出层神经元的数量为1;

[0043] S4:基于样本数据集,对BP神经网络进行训练,在训练过程中按照以下公式更新BP神经网络的权重:

$$[0044] \quad \Delta w_{kj}(q+1) = -\alpha(1-\gamma) \frac{\partial E}{\partial w_{kj}} + \gamma \Delta w_{kj}(q)$$

$$[0045] \quad \Delta v_{ik}(q+1) = -\beta(1-\gamma) \frac{\partial E}{\partial v_{ik}} + \gamma \Delta v_{ik}(q)$$

[0046] 其中, Δw_{kj} 表示输入层与隐藏层的连接权重; Δv_{ik} 表示隐藏层与输出层的连接权重; q 表示训练过程中的迭代次数; α 和 β 表示学习率, γ 表示动量因子,取值为 $(0, 1)$, 在权值更新时,可以通过 γ 灵活调整当前迭代中的权值和误差的占比,提升了训练算法的性能, E 表示期望输出与输出神经元的实际输出之间的误差;

[0047] S5:重复步骤S4,直至迭代次数等于预设置的迭代次数阈值或BP神经网络的预测误差小于预设置的训练误差阈值,得到磨损量预测模型;

[0048] S6:获取海上风力发电机组制动闸的运行数据,自运行数据中提取特征数据,对特征数据进行预处理,输入磨损量预测模型,得到制动闸的磨损量预测值。

[0049] S7:经过预设置的时间周期后,执行步骤S6,并同时获取制动闸的实际磨损量,若实际磨损量与磨损量预测值之间的误差大于预设置的模型误差阈值,则重复步骤S1。

[0050] 经过一段时间后,可以检测实际磨损量与磨损量预测值之间的误差,如果误差过大,表明磨损量预测模型的预测效果不理想,则重新获取最新的数据,重新训练磨损量预测模型。

[0051] 制动闸的运行数据包括时间、运行速度、制动信息、电压、电流等多种信息,在步骤S2和S6中,自运行数据中提取特征数据之前,还包括数据清洗,具体为:对运行数据进行去噪处理,清除运行数据中的异常数据,异常数据为字段空缺的运行数据、或字段值不在字段规定区间的运行数据。如时间缺失的运行数据、运行速度缺失的运行数据、时间值为负值的运行数据等。

[0052] 为了消除不同特征数据之间量纲的影响,步骤S2和S6中,对特征数据进行归一化,归一化公式为:

$$[0053] \quad x_{new} = \frac{x - \min}{\max - \min}$$

[0054] 其中,x表示特征数据值,max表示特征数据的最大值,min表示特征数据的最小值, x_{new} 表示归一化后的特征数据值。

[0055] 本实施例中,最大迭代次数为500次,训练误差阈值的取值为1%。

[0056] 步骤S6中,得到制动闸的磨损量预测值之后,还可以根据制动闸的型号和磨损量预测值得到制动闸的寿命预测值。

[0057] 一种海上风力发电机组制动闸磨损量的检测系统,包括:

[0058] 数据采集装置,用于采集制动闸的运行数据;数据采集装置包括AD转换电路和信号放大电路,将接收到的信息转换后组成数据包,通过无线通信装置发送。

[0059] 为了保障数据存储的可靠性,可以设置本地存储装置,本地存储装置与数据采集装置电性连接,用于存储制动闸的运行数据;一旦无线传输出现故障,可以使用本地存储装置中的数据。

[0060] 数据分析平台,基于磨损量预测模型和制动闸的运行数据,输出制动闸的磨损量预测值;数据分析平台接收数据后,对其进行处理,再输入磨损量预测模型,得到制动闸的磨损量预测值。可以设置显示系统,显示制动闸的运行数据、磨损量预测值、以及风力发电机组的一些工作参数。

[0061] 无线通信装置(WTD),分别与数据采集装置和数据分析平台通信连接,用于将制动闸的运行数据传输至数据分析平台;通过GPRS网络进行数据传输,实现数据采集装置与数据分析平台的双向数据传输。

[0062] 存储装置,与数据分析平台连接,用于存储制动闸的运行数据和磨损量预测值。存储装置可以使用云存储平台,在后续工作中,能更加灵活的对存储的数据进行查看和分析。

[0063] 还可以设置报警系统,当得到的磨损量预测值超过预设的安全阈值时发出报警信息,提醒工作人员维护或更换制动闸。

[0064] 以上详细描述了本发明的较佳具体实施例。应当理解,本领域的普通技术人员无需创造性劳动就可以根据本发明的构思作出诸多修改和变化。因此,凡本技术领域技术人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案,皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。

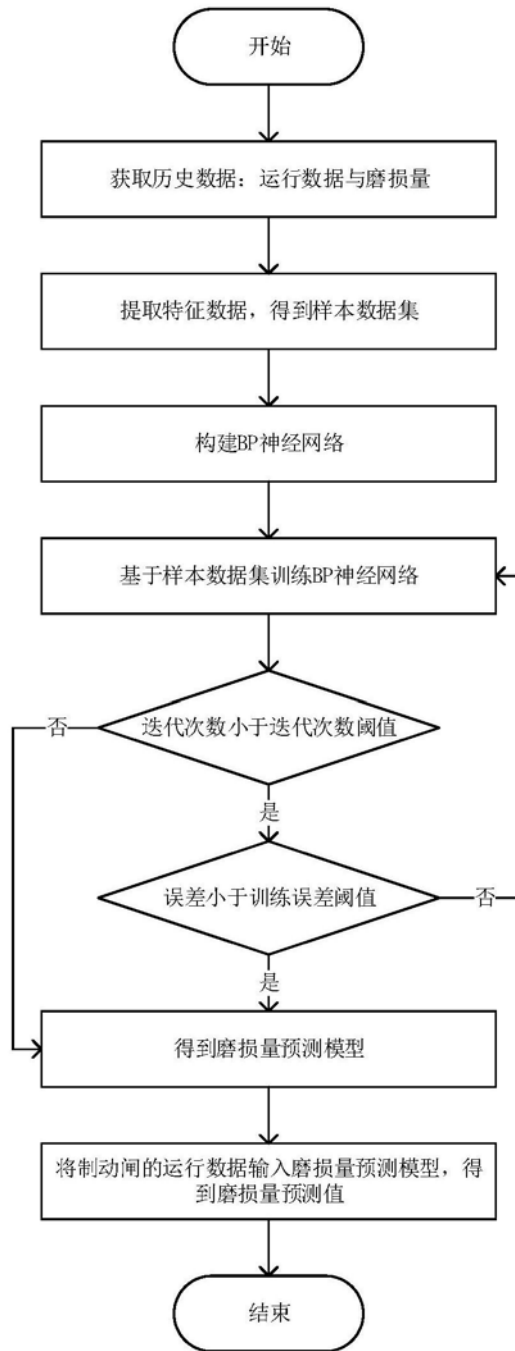


图1