



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110648480 B

(45) 授权公告日 2021.01.01

(21) 申请号 201910969211.9

审查员 马邺晨

(22) 申请日 2019.10.12

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110648480 A

(43) 申请公布日 2020.01.03

(73) 专利权人 山东科技大学
地址 266590 山东省青岛市黄岛区前湾港
路579号

(72) 发明人 王建东 曲俊潇 王振 白星振

(74) 专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221

代理人 李琳

(51) Int. Cl.

G08B 7/06 (2006.01)

G08B 21/18 (2006.01)

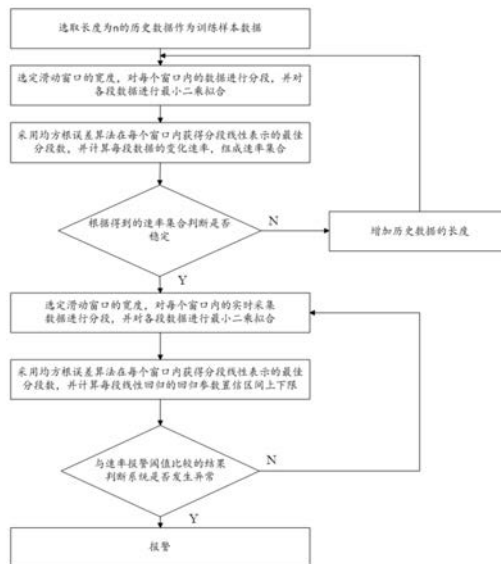
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于变化速率的单变量报警系统及方法

(57) 摘要

本公开提供了一种基于变化速率的单变量报警系统及方法,根据分布稳定的历史变化速率样本集合,确定速率信号的报警阈值;实时采集被监测的单变量数据,利用等长时间窗口,对窗口内的单变量数据进行线性分段表示,计算窗口内数据的最小二乘拟合结果及斜率的置信区间,并与所述离线单元的速率报警阈值相比较,判断信号的速率变化是否超出正常的速率变化范围,超出时生成报警指令,并发出报警信号。克服了传统的单变量报警系统大多通过监测模拟信号的幅值变化来判断系统是否发生异常,当信号幅值超出报警阈值则触发报警的问题。



1. 一种基于变化速率的单变量报警系统,其特征是:包括在线单元、离线单元和报警单元,其中:

所述离线单元,被配置为根据分布稳定的历史变化速率样本集合,确定速率信号的报警阈值;

所述在线单元,被配置为实时采集被监测的单变量数据,利用等长时间窗口,对窗口内的单变量数据进行线性分段表示,计算窗口内数据的最小二乘拟合结果及斜率的置信区间,并与所述离线单元的速率报警阈值相比较,判断信号的速率变化是否超出正常的速率变化范围,超出时生成报警指令;

所述报警单元,被配置为接收所述报警指令,并发出报警信号;

所述离线单元包括:

初步选择模块,被配置为选取一定长度历史数据作为训练样本数据;

分段模块,被配置为选定滑动窗口宽度,对每个窗口内的数据采用自底向上法进行分段,并对各段数据进行最小二乘拟合;

计算模块,被配置为采用均方根误差算法在每个窗口内获得分段线性表示的最佳分段数,并计算每段数据的变化速率,组成速率集合;

处理模块,被配置为判断速率集合是否稳定,若稳定,通过分位数确定速率报警阈值,若不稳定,逐步增加训练样本的选取长度,直到稳定;

所述计算模块,还被配置为每个窗口内的最优分段数采用均方根误差算法进行确定,表示各窗口内分段数与加权均方根误差所构成的损失函数,当所述损失函数最小时,得到对应窗口内数据的最优分段数;计算每段数据的变化速率的具体过程是,根据最优分段数结果,对每段数据进行一阶最小二乘拟合,每段数据拟合直线的斜率即为的该段的变化速率。

2. 如权利要求1所述的一种基于变化速率的单变量报警系统,其特征是:所述在线单元,包括:

采集模块,被配置为实时采集被监测的单变量数据;

计算模块,被配置为利用等长时间窗口,对窗口内的单变量数据进行线性分段表示,计算窗口内数据的最小二乘拟合结果及斜率的置信区间;

比较判断模块,被配置为将置信区间上下限与所述离线单元的速率报警阈值相比较,判断信号的速率变化是否超出正常的速率变化范围,超出时生成报警指令。

3. 一种基于变化速率的单变量报警方法,其特征是:包括以下步骤:

实时采集被监测的单变量数据,利用等长时间窗口,对窗口内的单变量数据进行线性分段表示,计算窗口内数据的最小二乘拟合结果及斜率的置信区间,并与预先设定的速率报警阈值相比较,判断信号的速率变化是否超出正常的速率变化范围,超出时生成报警信号;

预先设定的速率报警阈值通过以下过程得到:

(1) 选取一定长度的历史数据作为训练样本数据;

(2) 选定滑动窗口的宽度,对每个窗口内的数据采用自底向上法进行分段,并对各段数据进行最小二乘拟合;

(3) 采用均方根误差算法在每个窗口内获得分段线性表示的最佳分段数,并计算每段

数据的变化速率,组成速率集合;

(4) 根据得到的速率集合判断是否稳定,若稳定,通过分位数确定速率报警阈值,若不稳定,则增加样本长度,重复步骤(2)-(4);

所述步骤(3)中,每个窗口内的最优分段数采用均方根误差算法进行确定,表示各窗口内分段数与加权均方根误差所构成的损失函数,当所述损失函数最小时,得到对应窗口内数据的最优分段数;计算每段数据的变化速率的具体过程是,根据最优分段数结果,对每段数据进行一阶最小二乘拟合,每段数据拟合直线的斜率即为的该段的变化速率。

4. 如权利要求3所述的一种基于变化速率的单变量报警方法,其特征是:所述步骤(4)中,判断速率集合是否稳定的过程包括:将速率集合的最大值和最小值等长度间隔分为多个小区间,通过贝叶斯估计法来估计每个小区间的组频率概率密度,获得组频率的置信区间,若每个小区间的组频率均在稳定区间内,则认为速率集合稳定。

5. 一种计算机可读存储介质,其特征是:其中存储有多条指令,所述指令适于由终端设备的处理器加载并执行权利要求3-4中任一项所述的基于变化速率的单变量报警方法。

6. 一种终端设备,其特征是:包括处理器和计算机可读存储介质,处理器用于实现各指令;计算机可读存储介质用于存储多条指令,所述指令适于由处理器加载并执行权利要求3-4中任一项所述的基于变化速率的单变量报警方法。

一种基于变化速率的单变量报警系统及方法

技术领域

[0001] 本公开属于工业大数据分析技术领域,尤其涉及一种基于变化速率的单变量报警系统及方法。

背景技术

[0002] 本部分的陈述仅仅是提供了与本公开相关的背景技术信息,并不必然构成在先技术。

[0003] 现代工业及电力能源行业在我国的国民生产中占有十分重要的地位,而安全问题则是其中最重要的问题。现代工业设备通常由计算机化的报警系统监控,报警系统对现代工业设施的安全和有效运行至关重要,报警系统的性能越来越受到工业界和学术界的关注。报警系统是一种监视设备运行工况并提醒工作人员及时处理异常状况的系统。

[0004] 发明人在研究中发现,传统的越限报警方式存在报警延迟时间较长、受噪声干扰较大、误报警和漏报警较多等缺点,会导致报警泛滥、报警系统性能低下等问题,严重时可能会造成财产损失、人员伤亡等重大事故的发生。目前,报警系统常用滤波、延时和死区三种方法来减少漏报率、误报率,以提高报警系统性能。但这些方法仍存在一定的局限性:第一,没有对模拟信号的变化速率进行监测,容易导致误报警、漏报警、报警延迟时间较长等问题,严重影响报警系统的性能;第二,无法确定选取多少工业历史数据才能保证统计分布不再发生改变,未能准确判定数据统计分布的稳定性;第三,对于变化速率较为平稳的模拟信号,传统的越限报警方式存在较长的报警延迟时间,并且在噪声的干扰下,易造成误报警和漏报警,灵敏性较差。

发明内容

[0005] 本公开为了解决上述问题,提出了一种基于变化速率的单变量报警系统及方法,本公开通过判断分布稳定的历史变化速率样本集合来确定速率信号的报警阈值,利用基于时间序列的分段线性表示法计算过程信号的变化速率并判断系统是否发生异常,提高了报警系统的性能。

[0006] 根据一些实施例,本公开采用如下技术方案:

[0007] 一种基于变化速率的单变量报警系统,包括在线单元、离线单元和报警单元,其中:

[0008] 所述离线单元,被配置为根据分布稳定的历史变化速率样本集合,确定速率信号的报警阈值;

[0009] 所述在线单元,被配置为实时采集被监测的单变量数据,利用等长时间窗口,对窗口内的单变量数据进行线性分段表示,计算窗口内数据的最小二乘拟合结果及斜率的置信区间,并与所述离线单元的速率报警阈值相比较,判断信号的速率变化是否超出正常的速率变化范围,超出时生成报警指令;

[0010] 所述报警单元,被配置为接收所述报警指令,并发出报警信号。

[0011] 本公开利用上述技术方案,一方面能够充分利用有限的历史数据,判断过程变量的历史速率集合的分布稳定性,并通过稳定的速率集合计算速率报警阈值,合理、灵活、动态设置报警阈值;另一方面利用基于时间序列的分段线性表示法计算过程信号的变化速率并判断系统是否发生异常,提高了报警系统的性能;克服了传统的单变量报警系统大多通过监测模拟信号的幅值变化来判断系统是否发生异常,当信号幅值超出报警阈值则触发报警,容易造成误判的问题。

[0012] 作为可选择的实施方式,所述离线单元包括:

[0013] 初步选择模块,被配置为选取一定长度历史数据作为训练样本数据;

[0014] 分段模块,被配置为选定滑动窗口宽度,对每个窗口内的数据采用自底向上法进行分段,并对各段数据进行最小二乘拟合;

[0015] 计算模块,被配置为采用均方根误差算法在每个窗口内获得分段线性表示的最佳分段数,并计算每段数据的变化速率,组成速率集合;

[0016] 处理模块,被配置为判断速率集合是否稳定,若稳定,通过分位数确定速率报警阈值,若不稳定,逐步增加训练样本的选取长度,直到稳定。

[0017] 作为可选择的实施方式,所述在线单元,包括:

[0018] 采集模块,被配置为实时采集被监测的单变量数据;

[0019] 计算模块,被配置为利用等长时间窗口,对窗口内的单变量数据进行线性分段表示,计算窗口内数据的最小二乘拟合结果及斜率的置信区间;

[0020] 比较判断模块,被配置为将置信区间上下限与所述离线单元的速率报警阈值相比较,判断信号的速率变化是否超出正常的速率变化范围,超出时生成报警指令。

[0021] 作为可选择的实施方式,所述报警单元为声光报警器。

[0022] 一种基于变化速率的单变量报警方法,包括以下步骤:

[0023] 实时采集被监测的单变量数据,利用等长时间窗口,对窗口内的单变量数据进行线性分段表示,计算窗口内数据的最小二乘拟合结果及斜率的置信区间,并与预先设定的速率报警阈值相比较,判断信号的速率变化是否超出正常的速率变化范围,超出时生成报警信号。

[0024] 作为可选择的实施方式,预先设定的速率报警阈值通过以下过程得到:

[0025] (1) 选取一定长度的历史数据作为训练样本数据;

[0026] (2) 选定滑动窗口的宽度,对每个窗口内的数据采用自底向上法进行分段,并对各段数据进行最小二乘拟合;

[0027] (3) 采用均方根误差算法在每个窗口内获得分段线性表示的最佳分段数,并计算每段数据的变化速率,组成速率集合;

[0028] (4) 根据得到的速率集合判断是否稳定,若稳定,通过分位数确定速率报警阈值,若不稳定,则增加样本长度,重复步骤(2)-(4)。

[0029] 作为可选择的实施方式,所述步骤(3)中,每个窗口内的最优分段数采用均方根误差算法进行确定,表示各窗口内分段数与加权均方根误差所构成的损失函数,当所述损失函数最小时,得到对应窗口内数据的最优分段数。

[0030] 作为可选择的实施方式,所述步骤(3)中,计算每段数据的变化速率的具体过程是,根据最优分段数结果,对每段数据进行一阶最小二乘拟合,每段数据拟合直线的斜率即

为的该段的变化速率。

[0031] 作为可选择的实施方式,所述步骤(4)中,判断速率集合是否稳定的过程包括:将速率集合的最大值和最小值等长度间隔分为多个小区间,通过贝叶斯估计法来估计每个小区间的组频率概率密度,获得组频率的置信区间,若每个小区间的组频率均在稳定区间内,则认为速率集合稳定。

[0032] 一种计算机可读存储介质,其中存储有多条指令,所述指令适于由终端设备的处理器加载并执行所述的基于变化速率的单变量报警方法。

[0033] 一种终端设备,包括处理器和计算机可读存储介质,处理器用于实现各指令;计算机可读存储介质用于存储多条指令,所述指令适于由处理器加载并执行所述的基于变化速率的单变量报警方法。

[0034] 与现有技术相比,本公开的有益效果为:

[0035] 本公开提供一种基于信号变化速率的报警装置,通过贝叶斯估计判断历史数据所获得的速率集合分布稳定。根据分布稳定的数据百分位数获得速率报警阈值的上下限,当系统在线运行时,计算窗口内信号速率的置信区间并与报警阈值相比较,判断系统是否发生异常。克服了传统的单变量报警系统大多通过监测模拟信号的幅值变化来判断系统是否发生异常,当信号幅值超出报警阈值则触发报警,容易造成误判的问题。

[0036] 形成的报警系统不再局限于传统报警系统只监测模拟信号幅值变化的模式,对信号速率的变化进行监控,尤其对于速率变化较为平稳的信号,报警系统的性能要明显优于传统报警系统,并且可以得到信号变化趋势。

[0037] 本公开提供的报警系统和报警方法,可以应用至灾情预警、气象预警、工业变量监测预警等诸多方面,在工业上具有很好的应用前景。

附图说明

[0038] 构成本公开的一部分的说明书附图用来提供对本公开的进一步理解,本公开的示意性实施例及其说明用于解释本公开,并不构成对本公开的不当限定。

[0039] 图1为本实施例一中稳定速率分布的组频率及其置信区间;

[0040] 图2为本实施例一中置信区间与组频率;

[0041] 图3为本实施例一中稳定速率分布;

[0042] 图4(a)-(b)为本实施例一中速率报警器结果图;

[0043] 图5是本实施例一种的流程示意图。

具体实施方式:

[0044] 下面结合附图与实施例对本公开作进一步说明。

[0045] 应该指出,以下详细说明都是例示性的,旨在对本公开提供进一步的说明。除非另有指明,本文使用的所有技术和科学术语具有与本公开所属技术领域的普通技术人员通常理解的含义。

[0046] 需要注意的是,这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式,而非意图限制根据本公开的示例性实施方式。如在这里所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式,此外,还应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包

括”时,其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0047] 实施例一

[0048] 首先,进行名词解释:

[0049] 所述分段线性表示,是指将一定长度的时间序列X分割成较短的段,且每段用直线表示。

[0050] 所述报警信号,是指事先给定报警阈值,当模拟信号超过报警阈值时产生数字信号为1,反之为0。

[0051] 在本实施例中,公开了一种基于变化速率的单变量报警方法,旨在根据有限的历史数据,利用基于贝叶斯估计的方法,判断过程变量的历史速率集合的分布稳定性,并通过稳定的速率集合计算速率报警阈值。利用等长时间窗口,对窗口内的数据进行线性分段表示,计算窗口内数据的最小二乘拟合结果及斜率的置信区间,并与速率报警阈值相比较,判断信号的速率变化是否超出正常的速率变化范围。在当前窗口内的数据完成计算后,将时间窗口滑动一个采样时间,以达到在线监测过程信号速率变化是否异常的目的。

[0052] 具体包括离线部分和在线部分,如图5所示;

[0053] 其中离线部分包括:

[0054] (1) 选取长度为n的历史数据 $\{x_{train}(i)\}_{i=1}^n$ 作为训练样本数据;

[0055] (2) 选定滑动窗口的宽度为L,对每个窗口内的数据采用自底向上法进行分段,并对各段数据进行最小二乘拟合;

[0056] (3) 采用均方根误差算法在每个窗口内获得分段线性表示的最佳分段数,并计算每段数据的速率,组成速率集合;

[0057] (4) 根据得到的速率集合判断是否稳定,若稳定,通过分位数确定速率报警阈值,若不稳定增加样本,重复步骤(2)-(4);

[0058] 在线部分包括:

[0059] (1) 选定滑动窗口的宽度为L,对每个窗口内的实时采集的数据采用自底向上法进行分段,并对各段数据进行最小二乘拟合;

[0060] (2) 采用均方根误差算法在每个窗口内获得分段线性表示的最佳分段数,并计算每段线性回归的回归参数置信区间上下限,与速率报警阈值进行比较;

[0061] (3) 根据每段线性回归的回归参数置信区间上下限与速率报警阈值比较的结果判断系统是否发生异常,如果发生异常则报警。

[0062] 本实施例上述方法中离线部分:

[0063] 1. 选定滑动窗口的宽度为L,对每个窗口内的数据采用自底向上法进行分段,并对各段数据进行最小二乘拟合:

[0064] 在窗口SW(i_0) ($1 \leq i_0 \leq n-L+1$)中,即选取数据段

$\{x_{train}(i)\}_{i=i_0}^{i_0+L-1}$ ($i_0 = 1, 2, \dots, n-L+1$), 记 $w = SW(i_0)$, 将该窗口内的长度为N、起始点为 i_s ($i_0 \leq i_s \leq i_0+L-1$) 的第s段数据用线性方程表示:

[0065] $\hat{x}_w^{(s)}(i) = \hat{\beta}_{1,w}^{(s)}i + \hat{\beta}_{0,w}^{(s)}$, 解得系数为: $\hat{\beta}_w^{(s)} = (I_w^T I_w)^{-1} I_w^T X_w^{(s)}$

$$[0066] \quad \text{其中, } I_w = \begin{bmatrix} 1 & i_s \\ 1 & i_s + 1 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & i_s + N - 1 \end{bmatrix}; \quad X_w^s = \begin{bmatrix} x_{train}(i_s) \\ x_{train}(i_s + 1) \\ \vdots \\ x_{train}(i_s + N - 1) \end{bmatrix};$$

$$\hat{\beta}_w^{(s)} = [\hat{\beta}_{0,w}^{(s)}, \hat{\beta}_{1,w}^{(s)}]^T;$$

[0067] 2. 采用均方根误差算法在每个窗口内获得分段线性表示的最佳分段数, 并计算每段数据的速率, 组成速率集合:

[0068] 将窗口 w 内的数据段划分为 K ($1 \leq K \leq K_{\max}()$) 段数据段, 将其表示为

$$\{x_{train}(i)\}_{i=i_0}^{i_1-1}, \{x_{train}(i)\}_{i=i_1}^{i_2-1}, \dots, \{x_{train}(i)\}_{i=i_{K-1}}^{i_0+L-1};$$

[0069] 每段数据的结果用线性方程表示: $\hat{x}(i) = \hat{\beta}_1 i + \hat{\beta}_0$;

[0070] 每个窗口内的最优分段数采用均方根误差算法进行确定, 窗口 w 内分段数 K_w 与加权均方根误差所构成的损失函数可表示为:

$$[0071] \quad J(K_w) = \sum_{g=1}^{K_w} \frac{n_g^{(w)}}{L} \cdot \sqrt{\sigma_g^2(K_w)}$$

$$[0072] \quad \text{其中, } n_g^{(w)} \text{ 为窗口 } w \text{ 内第 } g \text{ 段数据的数据长度; } \sigma_g^2(K_w) = \frac{\sum_{j=i_l}^{i_l+n_g^{(w)}-1} [x(j)-\hat{x}(j)]^2}{n_g^{(w)}-1};$$

[0073] 当均方根误差最小时便可得到窗口 w 内数据的最优分段数 \hat{K}_w , 即:

$$[0074] \quad \hat{K}_w = \underset{K_w}{\operatorname{argmin}} J(K_w)$$

[0075] 根据最优分段数结果, 对每段数据进行一阶最小二乘拟合, 每段数据拟合直线的斜率即为该段的变化速率, 所有速率的集合即为历史速率集合 $\{k_{train}\}$;

[0076] 3. 判断得到的速率集合是否稳定, 若稳定, 通过分位数确定速率报警阈值;

[0077] 通过正常状况下历史数据 $\{x_{train}\}$ 得到的历史速率集合 $K_{train} = \{k_{train}\}$, 将 $\{k_{train}\}$ 的最大值和最小值等长度间隔分为 B 个小区间, 设第 b ($1 \leq b \leq B$) 个小区间内包含 m 个数据, 这里通过贝叶斯估计法来估计每个小区间的组频率概率密度, 获得组频率的置信区间;

[0078] 设第 b 个区间的组频率为: $f_b = \frac{m}{n_k}$, 且 $f_b \sim U(0, 1)$, 即离散概率密度函数为:

$$p_{F_b}(f_b) = \frac{1}{M};$$

[0079] 其中, M 为离散点的个数, 则历史速率集合 $\{k_{train}\}$ 在 f_b 的条件分布下, 似然函数为:

$$[0080] \quad p_{K_{train}|F_b}(k|f_b) = C_{n_k}^k f_b^k (1-f_b)^{n_k-k}$$

[0081] 故联合分布的概率密度函数为:

$$[0082] \quad p_{K_{train}, F_b} = p_{K_{train}|F_b}(k|f_b) \cdot p_{F_b}(f_b)$$

[0083] 所以,在 $k=m$ 时,根据贝叶斯公式,后验分布的概率密度函数为:

$$p_{F_b|K_{train}}(f_b|k=m) = \frac{p_{K_{train},F_b}(k,f_b)}{p_{K_{train}}(k)} \Big|_{k=m}$$

[0084]

$$= \frac{p_{K_{train},F_b}(k=m,f_b)}{\int p_{K_{train},F_b}(k=m,f_b) df_b}$$

[0085] 求出此时后验分布的 $1-\alpha$ 的置信区间 $[f_{b,low}, f_{b,high}]$,其中 α 为显著性水平。故置信区间的宽度为:

$$[0086] \quad W(b) = f_{b,high} - f_{b,low}$$

[0087] 定义组频率稳定指标:

$$[0088] \quad D(b) = \frac{f_b}{W(b)}$$

[0089] 设 D_{th} 为组频率稳定阈值,当 $D(b) > D_{th}$ 时,则认为第 b 组的组频率稳定;反之,则第 b 组的组频率不稳定。

[0090] 令 $\hat{B} = [\beta \cdot B]$,当 \hat{B} 个区间均满足 $D(b) > D_{th}$,且这 \hat{B} 个区间的概率密度函数所围成的面积 $S \geq \beta$ 时,记为样本 S_0 ,并继续等长度增加速率样本容量 n_{add} ,即样本容量 $n_k = n_k + n_{add}$,构成样本 S_N ,样本 S_N 在 S_0 的置信区间内的组频率之和大于 β ,即可判断分布已稳定,此时选择 S_0 作为稳定分布;反之,则应继续增加样本容量 $n_k = n_k + n_{add}$,直至满足分布稳定条件,如图1-3所示。

[0091] 在线部分:

[0092] 1. 根据离线部分第2步在每个窗口内采用均方根误差算法在每个窗口内获得分段线性表示的最佳分段数,得到每段线性模型:

$$[0093] \quad \hat{x}_q(i) = \hat{k}_q i + \hat{b}_q,$$

[0094] 其中,用 \hat{k}_q 和 \hat{b}_q 来表示线性模型的系数, \hat{x}_q 为数据通过一阶最小二乘拟合所得到的估计值;

[0095] 2. 计算窗口 w 内第 q 段线性回归的回归参数置信区间上下限,并与速率报警阈值相比较,即置信区间上下限为:

$$[0096] \quad k_q^{(U)}(i) = \hat{k}_q(i) + t_{\alpha/2, n_q^{(w)}-2} \times \sqrt{\frac{Err_x}{Err_i}};$$

$$[0097] \quad k_q^{(L)}(i) = \hat{k}_q(i) - t_{\alpha/2, n_q^{(w)}-2} \times \sqrt{\frac{Err_x}{Err_i}}.$$

$$[0098] \quad \text{其中, } Err_x = \frac{\sum_{c=i_l}^{i_l+n_q^{(w)}-1} (x(c) - \hat{x}(c))^2}{(n_q^{(w)}-2)}, \quad Err_i = \sum_{c=i_l}^{i_l+n_q^{(w)}-1} (c - \bar{i}_{q,w})^2;$$

[0099] 其中, i_1 表示窗口 w 内第1段数据的开始位置; $n_q^{(w)}$ 为窗口 w 内第 q 段数据的样本容

量; $\bar{i}_{q,w} = \left(\sum_{a=i_l}^{i_l+n_q^{(w)}-1} a \right) / n_q^{(w)}$, 表示时间常数的平均值; $t_{\alpha/2, n_q^{(w)}-2}$ 则表示显著性水平为 α 、自由度为 $n_q^{(w)} - 2$ 的t统计量;

[0100] 3. 定义报警信号为 x_a , 当系统未发生异常时, $x_a=0$; 当系统发生异常时, $x_a=1$, 表示为:

$$[0101] \quad x_a(i) = \begin{cases} 0, & k_q^{(U)}(i) > k_{tp1} \text{ and } k_q^{(L)}(i) < k_{tp2} \\ 1, & k_q^{(U)}(i) \leq k_{tp1} \text{ or } k_q^{(L)}(i) \geq k_{tp2} \end{cases}.$$

[0102] 并进行报警。如图4(a)、(b)所示。

[0103] 实施例二

[0104] 提供一种基于变化速率的单变量报警系统, 包括在线单元、离线单元和报警单元, 其中:

[0105] 所述离线单元, 被配置为根据分布稳定的历史变化速率样本集合, 确定速率信号的报警阈值;

[0106] 所述在线单元, 被配置为实时采集被监测的单变量数据, 利用等长时间窗口, 对窗口内的单变量数据进行线性分段表示, 计算窗口内数据的最小二乘拟合结果及斜率的置信区间, 并与所述离线单元的速率报警阈值相比较, 判断信号的速率变化是否超出正常的速率变化范围, 超出时生成报警指令;

[0107] 所述报警单元, 被配置为接收所述报警指令, 并发出报警信号。

[0108] 实施例三:

[0109] 一种计算机可读存储介质, 其中存储有多条指令, 所述指令适于由终端设备的处理器加载并执行所述的基于变化速率的单变量报警方法。

[0110] 实施例四:

[0111] 一种终端设备, 包括处理器和计算机可读存储介质, 处理器用于实现各指令; 计算机可读存储介质用于存储多条指令, 所述指令适于由处理器加载并执行所述的基于变化速率的单变量报警方法。

[0112] 实施例五:

[0113] 一种基于变化速率的发电厂磨煤机轴承温度报警系统, 包括在线单元、离线单元和报警单元, 其中:

[0114] 所述离线单元, 被配置为根据无报警情况下分布稳定的历史磨煤机轴承温度数据的变化速率样本集合, 确定速率信号的报警阈值;

[0115] 所述在线单元, 被配置为获取温度传感器实时采集的磨煤机轴承温度信息, 利用等长时间窗口, 对窗口内的单变量数据进行线性分段表示, 计算窗口内数据的最小二乘拟合结果及斜率的置信区间, 并与所述离线单元的变化速率报警阈值相比较, 判断温度信号的速率变化是否超出正常的速率变化范围, 超出时生成报警指令;

[0116] 所述报警单元, 被配置为接收所述报警指令, 并发出报警信号, 提醒工作人员磨煤机可能处于异常工作状态, 如果不及时采取措施处理, 可能会导致磨煤机轴承损坏影响正常生产。

[0117] 一种基于变化速率的磨煤机轴承温度报警方法,包括以下步骤:

[0118] 根据实时采集轴承温度数据,利用等长时间窗口,对窗口内的轴承温度数据进行线性分段表示,计算窗口内数据的最小二乘拟合结果及斜率的置信区间,并与预先设定的速率报警阈值相比较,判断信号的速率变化是否超出正常的速率变化范围,超出时生成报警信号。

[0119] 预先设定的速率报警阈值通过以下过程得到:

[0120] (1) 选取一定长度的无报警情况下磨煤机轴承温度历史数据作为训练样本数据;

[0121] (2) 选定滑动窗口的宽度,对每个窗口内的数据采用自底向上法进行分段,并对各段数据进行最小二乘拟合;

[0122] (3) 采用均方根误差算法在每个窗口内获得分段线性表示的最佳分段数,并计算每段数据的变化速率,组成速率集合;

[0123] (4) 根据得到的速率集合判断是否稳定,若稳定,通过分位数确定速率报警阈值,若不稳定,则增加样本长度,重复步骤(2)-(4)。

[0124] 当然,在其他实施例中,发电厂磨煤机轴承温度报警系统基于的单变量参数可以替换为主蒸汽压力等其他变量。基本过程依据变量的改变可以进行适应性的调整。

[0125] 当然,在其他实施例中,可以根据被监测对象的不同,对单变量参数进行适应性调整,例如,当被监测对象是基坑时,可以替换为水位参数的报警,当被监测对象是火电机组时,可以替换为功率参数的报警等等。在此不再赘述。

[0126] 本领域内的技术人员应明白,本公开的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此,本公开可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本公开可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0127] 本公开是参照根据本公开实施例的方法、设备(系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器,使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0128] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中,使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品,该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

[0129] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上,使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理,从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

[0130] 以上所述仅为本公开的优选实施例而已,并不用于限制本公开,对于本领域的技术人员来说,本公开可以有各种更改和变化。凡在本公开的精神和原则之内,所作的任何修

改、等同替换、改进等,均应包含在本公开的保护范围之内。

[0131] 上述虽然结合附图对本公开的具体实施方式进行了描述,但并非对本公开保护范围的限制,所属领域技术人员应该明白,在本公开的技术方案的基础上,本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本公开的保护范围以内。

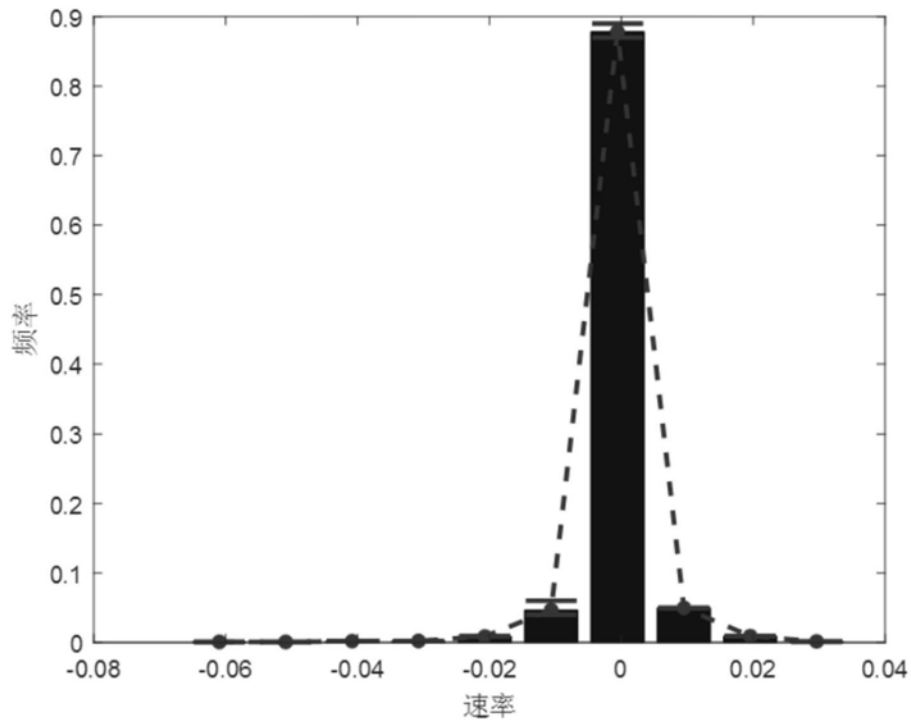


图1

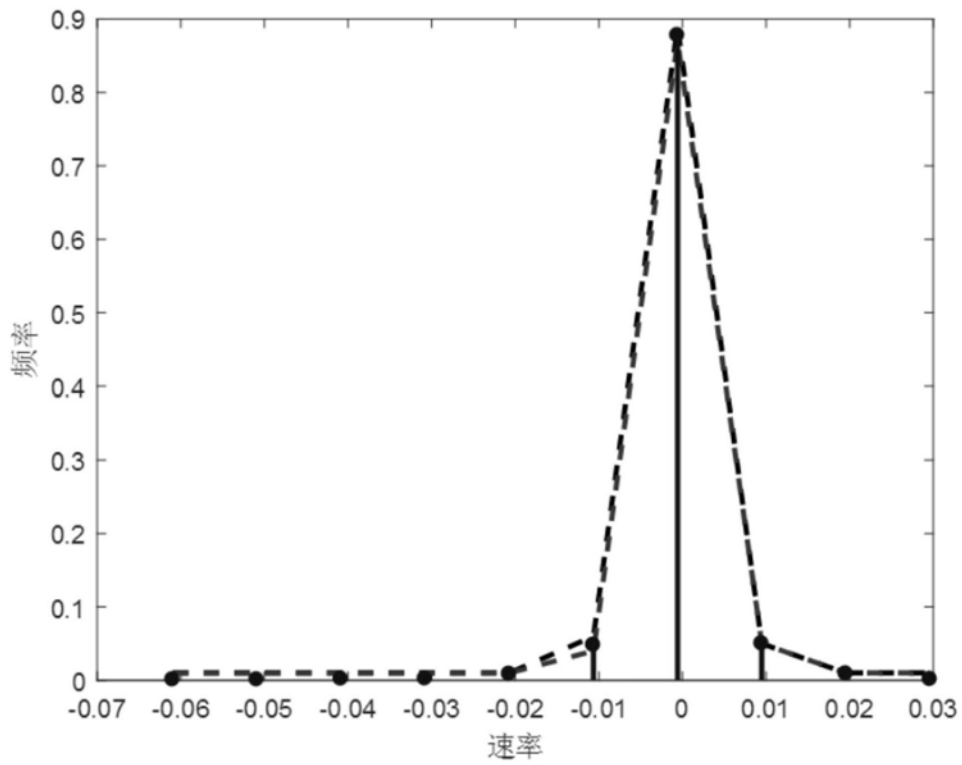


图2

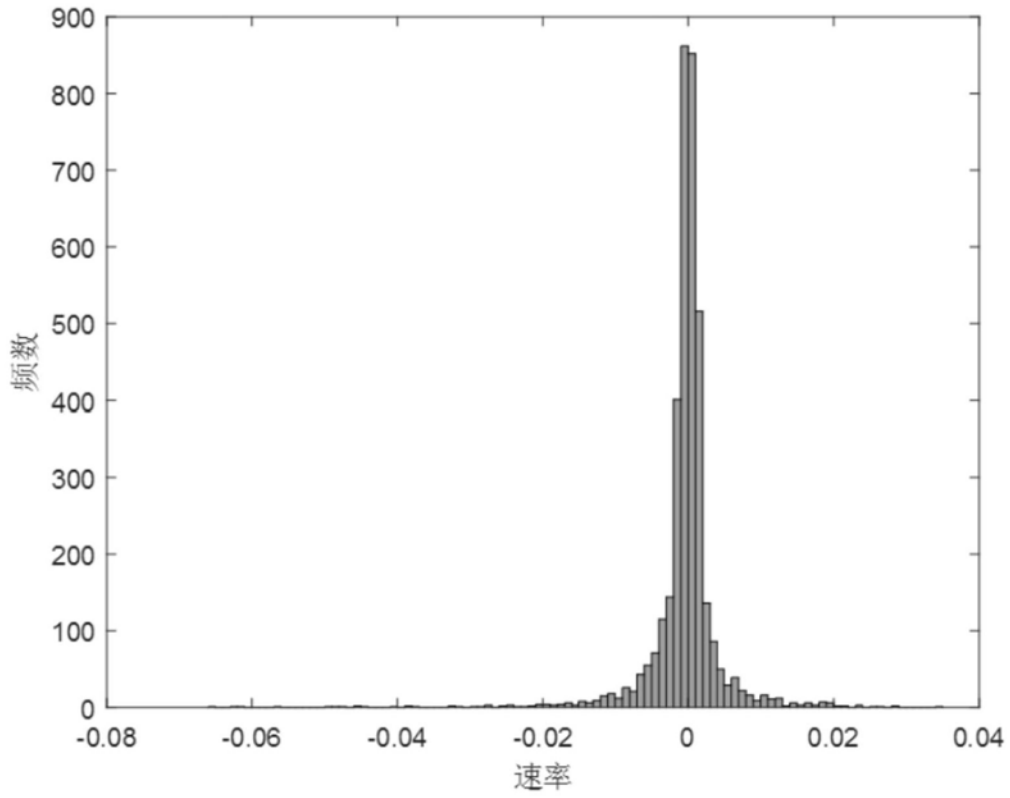


图3

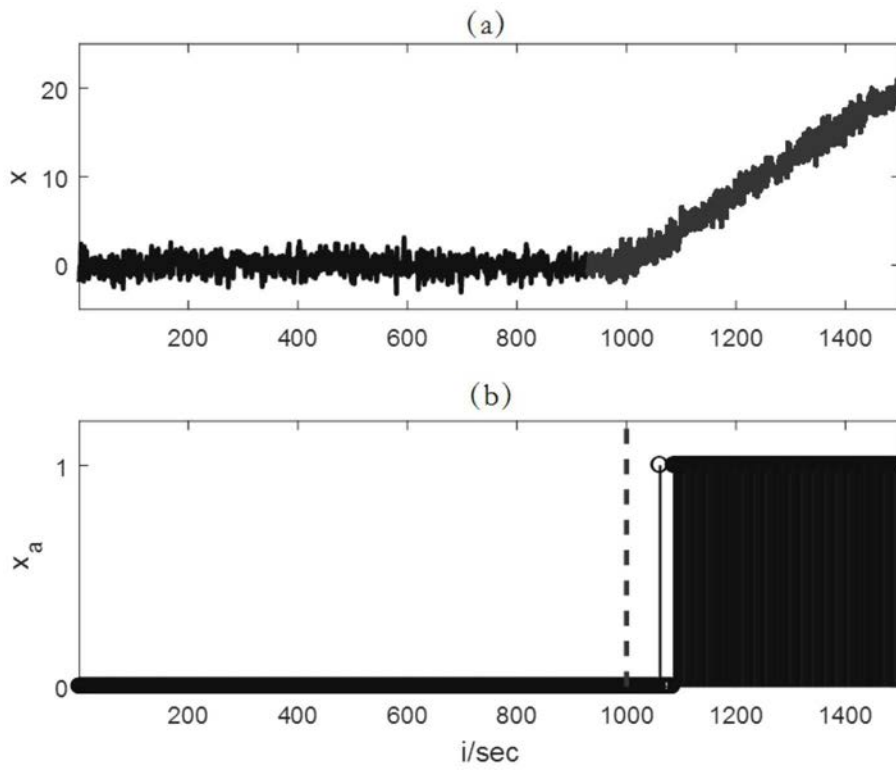


图4

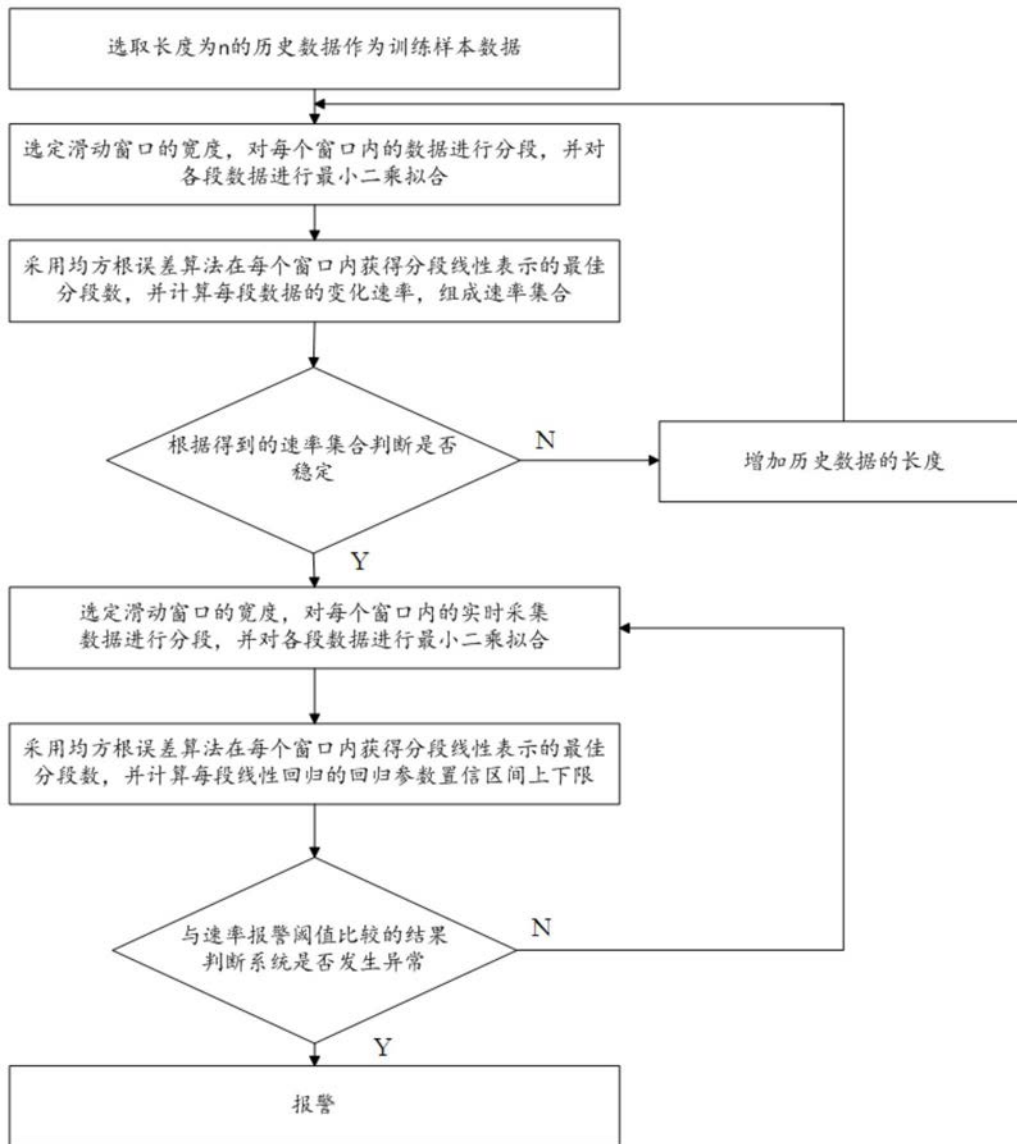


图5