



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109325692 A

(43)申请公布日 2019.02.12

(21)申请号 201811133354.8

G06Q 50/06(2012.01)

(22)申请日 2018.09.27

(71)申请人 清华大学合肥公共安全研究院

地址 230000 安徽省合肥市经济技术开发区  
翡翠路398号2108室

申请人 合肥市城市生命线工程安全运行监  
测中心

(72)发明人 袁宏永 汪正兴 付明 苏国锋

许令顺 汪炜昊 王鹏

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事  
务所(普通合伙) 11201

代理人 张润

(51)Int.Cl.

G06Q 10/06(2012.01)

G06K 9/62(2006.01)

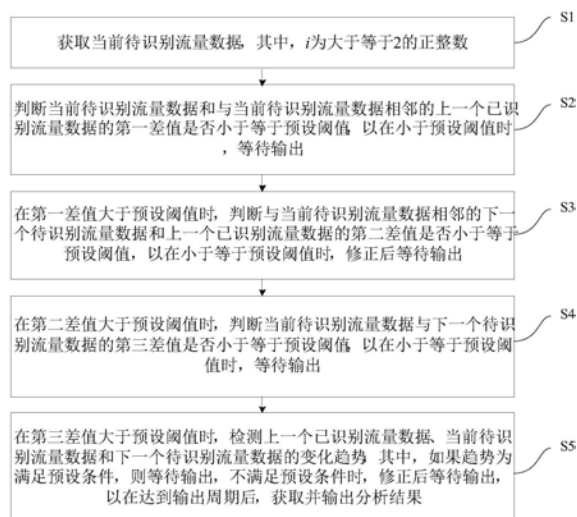
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

## (54)发明名称

水管网的数据实时分析方法及装置

## (57)摘要

本发明公开了一种水管网的数据实时分析方法及装置,其中,方法包括以下步骤:获取当前待识别流量数据 $x_i$ ;判断 $x_i$ 和上一个已识别流量数据 $x_{i-1}$ 的第一差值是否小于等于预设阈值,如果是,等待输出;否则,判断下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 和 $x_{i-1}$ 的第二差值是否小于等于预设阈值,如果是,修正后等待输出;否则,判断 $x_i$ 与 $x_{i+1}$ 的第三差值是否小于等于预设阈值,如果是,等待输出;否则,检测 $x_{i-1}$ 、 $x_i$ 和 $x_{i+1}$ 的变化趋势,如果趋势为满足预设条件,则等待输出,否则修正后等待输出,并达到输出周期后,获取并输出分析结果。该方法通过流量的实时变化规律快速准确识别任何水管网运行状态的异常情况,从而有效提高了数据分析的准确性和实时性,进而有效保证水管网运行安全,简单易实现。



1. 一种水管网的数据实时分析方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤S1:获取当前待识别流量数据 $x_i$ ,其中, $i$ 为大于等于2的正整数;

步骤S2:判断所述当前待识别流量数据 $x_i$ 和与所述当前待识别流量数据 $x_i$ 相邻的上一个已识别流量数据 $x_{i-1}$ 的第一差值是否小于等于预设阈值,以在小于所述预设阈值时,等待输出;

步骤S3:在所述第一差值大于所述预设阈值时,判断与所述当前待识别流量数据 $x_i$ 相邻的下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 和所述上一个已识别流量数据 $x_{i-1}$ 的第二差值是否小于等于预设阈值,以在小于等于所述预设阈值时,修正后等待输出;

步骤S4:在所述第二差值大于所述预设阈值时,判断所述当前待识别流量数据 $x_i$ 与所述下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 的第三差值是否小于等于预设阈值,以在小于等于所述预设阈值时,等待输出;

步骤S5:在所述第三差值大于所述预设阈值时,检测所述上一个已识别流量数据 $x_{i-1}$ 、所述当前待识别流量数据 $x_i$ 和所述下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 的变化趋势,其中,如果所述趋势为满足预设条件,则等待输出,不满足所述预设条件时,修正后等待输出,以在达到输出周期后,获取并输出分析结果。

2. 根据权利要求1所述的水管网的数据实时分析方法,其特征在于,还包括:

检测当前时间,如果所述当前时间满足预设时长,则将所述当前待识别流量数据作为新的所述上一个已识别流量数据,并将所述下一个待识别流量数据作为新的当前待识别流量数据,继续执行所述步骤S1。

3. 根据权利要求2所述的水管网的数据实时分析方法,其特征在于,还包括:

检测所述分析结果是否达到报警条件;

如果达到所述报警条件,则生成报警信号。

4. 根据权利要求3所述的水管网的数据实时分析方法,其特征在于,还包括:

根据所述报警信号控制声学提醒装置和/或光学显示装置进行报警。

5. 根据权利要求1所述的水管网的数据实时分析方法,其特征在于,其中,所述已识别流量数据 $x_1$ 为预设值。

6. 根据权利要求1所述的水管网的数据实时分析方法,其特征在于,所述预设条件为所述已识别流量数据 $x_{i-1}$ 、所述当前待识别流量数据 $x_i$ 和所述下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 的持续上升或持续下降。

7. 一种水管网的数据实时分析装置,其特征在于,包括:

获取模块,用于获取当前待识别流量数据 $x_i$ ,其中, $i$ 为大于等于2的正整数;

第一判断模块,用于判断所述当前待识别流量数据 $x_i$ 和与所述当前待识别流量数据 $x_i$ 相邻的上一个已识别流量数据 $x_{i-1}$ 的第一差值是否小于等于预设阈值,以在小于所述预设阈值时,等待输出;

第二判断模块,用于在所述第一差值大于所述预设阈值时,判断与所述当前待识别流量数据 $x_i$ 相邻的下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 和所述上一个已识别流量数据 $x_{i-1}$ 的第二差值是否小于等于预设阈值,以在小于等于所述预设阈值时,修正后等待输出;

第三判断模块,用于在所述第二差值大于所述预设阈值时,判断所述当前待识别流量数据 $x_i$ 与所述下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 的第三差值是否小于等于预设阈值,以在小于等

于所述预设阈值时,等待输出;

检测模块,用于在所述第三差值大于所述预设阈值时,检测所述上一个已识别流量数据 $x_{i-1}$ 、所述当前待识别流量数据 $x_i$ 和所述下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 的变化趋势,其中,如果所述趋势为满足预设条件,则等待输出,不满足所述预设条件时,修正后等待输出,以在达到输出周期后,获取并输出分析结果。

8. 根据权利要求1所述的水管网的数据实时分析装置,其特征在于,还包括:

循环执行模块,用于检测当前时间,如果所述当前时间满足预设时长,则将所述当前待识别流量数据作为新的所述上一个已识别流量数据,并将所述下一个待识别流量数据作为新的当前待识别流量数据,继续执行所述获取模块。

9. 根据权利要求8所述的水管网的数据实时分析装置,其特征在于,还包括:

报警模块,用于检测所述分析结果是否达到报警条件,并在达到所述报警条件,则生成报警信号,且根据所述报警信号控制声学提醒装置和/或光学显示装置进行报警。

10. 根据权利要求7所述的水管网的数据实时分析装置,其特征在于,其中,

所述已识别流量数据 $x_1$ 为预设值;

所述预设条件为所述已识别流量数据 $x_{i-1}$ 、所述当前待识别流量数据 $x_i$ 和所述下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 的持续上升或持续下降。

## 水管网的数据实时分析方法及装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及数据分析技术领域，特别涉及一种水管网的数据实时分析方法及装置。

### 背景技术

[0002] 目前，国内外采用前端传感器对管网指标进行监测的技术越来越多，但由于流量指标变化规律复杂，波动范围大，无法通过设置阈值范围来快速识别异常情况。流量的异常波动必然引起管道压力的变化，然而压力波动相对平稳，波动幅度不明显，大部分通过管道压力指标进行实时监测的技术只能监测到由于流量异常所导致的压力明显波动情况，针对微小多频发的异常情况却无法进行监测识别。

[0003] 然而，水管网的隐患大多由于这类无法及时监测识别的微小、多频发等异常情况的长期累积所导致，一旦结构强度无法承受管道压力就会出现爆管等事故，甚至导致次生衍生灾害的发生。例如，大用户不规范用水、开关阀门、管道大流量冲洗等引起的流量异常波动，一般持续时间短，影响范围小，现有的压力监测技术无法对所有真实异常进行监测识别，具有准确度低，误差大等缺点。

### 发明内容

[0004] 本申请是基于发明人对以下问题的认识和发现做出的：

[0005] 本发明实施例对历史监测大数据的深入挖掘，分析总结水管网流量变化规律，为相关领域技术研究提供参考；通过实时监测，研究相关算法快速精准地判断介质流量变化异常并进行处理，及时识别水管网运行存在的安全隐患，为管网的安全运行保驾护航。

[0006] 城市地下管网是城市的生命线，是维持人民群众日常生活的重要保障。随着国民经济的不断发展，城市人口密集，地下管网错综复杂。城市地下水管网一旦漏损或爆管，冲刷土壤形成地下空洞，导致路面塌陷，对人民财产安全、经济和社会效益造成巨大影响。为了科学的管理水管网的安全运行，需要研究一种基于流量实时监测的手段快速准确地识别水管网运行异常并作出相应处理，为供水调度和管网安全养护提供技术支持和决策服务。

[0007] 由于压力是导致管网事故的直接指标，目前在水管网安全运行监测领域内，现有的实时监测技术主要是针对管网介质压力指标进行实时监测报警，一般直接通过设置压力阈值范围实施报警提醒功能。管网流量与压力变化息息相关，由于流量指标波动范围大，变化形式复杂，通常只适用于历史监测数据的对比分析，目前没有基于流量实时监测在线判定管网运行异常的技术方法。

[0008] 本发明旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。

[0009] 为此，本发明的一个目的在于提出一种水管网的数据实时分析方法，该方法有效提高了数据分析的准确性和实时性，进而有效保证水管网运行安全，简单易实现。

[0010] 本发明的另一个目的在于提出一种水管网的数据实时分析装置。

[0011] 为达到上述目的，本发明一方面实施例提出了一种水管网的数据实时分析方法，

包括以下步骤:步骤S1:获取当前待识别流量数据 $x_i$ ,其中, $i$ 为大于等于2的正整数;步骤S2:判断所述当前待识别流量数据 $x_i$ 和与所述当前待识别流量数据 $x_i$ 相邻的上一个已识别流量数据 $x_{i-1}$ 的第一差值是否小于等于预设阈值,以在小于所述预设阈值时,等待输出;步骤S3:在所述第一差值大于所述预设阈值时,判断与所述当前待识别流量数据 $x_i$ 相邻的下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 和所述上一个已识别流量数据 $x_{i-1}$ 的第二差值是否小于等于预设阈值,以在小于等于所述预设阈值时,修正后等待输出;步骤S4:在所述第二差值大于所述预设阈值时,判断所述当前待识别流量数据 $x_i$ 与所述下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 的第三差值是否小于等于预设阈值,以在小于等于所述预设阈值时,等待输出;步骤S5:在所述第三差值大于所述预设阈值时,检测所述上一个已识别流量数据 $x_{i-1}$ 、所述当前待识别流量数据 $x_i$ 和所述下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 的变化趋势,其中,如果所述趋势为满足预设条件,则等待输出,不满足所述预设条件时,修正后等待输出,以在达到输出周期后,获取并输出分析结果。

[0012] 本发明实施例的水管网的数据实时分析方法,通过对实时水量数据分析处理得到分析结果,并通过流量的实时变化规律快速准确识别任何水管网运行状态的异常情况,真实反映流量变化规律,为相关部门提供决策服务,及时消除管网的安全隐患,恢复正常安全运行状态,从而有效提高了数据分析的准确性和实时性,进而有效保证水管网运行安全,简单易实现。

[0013] 另外,根据本发明上述实施例的水管网的数据实时分析方法还可以具有以下附加的技术特征:

[0014] 进一步地,在本发明的一个实施例中,还包括:检测当前时间,如果所述当前时间满足预设时长,则将所述当前待识别流量数据作为新的所述上一个已识别流量数据,并将所述下一个待识别流量数据作为新的当前待识别流量数据,继续执行所述步骤S1。

[0015] 进一步地,在本发明的一个实施例中,还包括:检测所述分析结果是否达到报警条件;如果达到所述报警条件,则生成报警信号。

[0016] 进一步地,在本发明的一个实施例中,还包括:根据所述报警信号控制声学提醒装置和/或光学显示装置进行报警。

[0017] 进一步地,在本发明的一个实施例中,所述已识别流量数据 $x_1$ 为预设值。

[0018] 进一步地,在本发明的一个实施例中,所述预设条件为所述已识别流量数据 $x_{i-1}$ 、所述当前待识别流量数据 $x_i$ 和所述下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 的持续上升或持续下降。

[0019] 为达到上述目的,本发明另一方面实施例提出了一种水管网的数据实时分析装置,包括:获取模块,用于获取当前待识别流量数据 $x_i$ ,其中, $i$ 为大于等于2的正整数;第一判断模块,用于判断所述当前待识别流量数据 $x_i$ 和与所述当前待识别流量数据 $x_i$ 相邻的上一个已识别流量数据 $x_{i-1}$ 的第一差值是否小于等于预设阈值,以在小于所述预设阈值时,等待输出;第二判断模块,用于在所述第一差值大于所述预设阈值时,判断与所述当前待识别流量数据 $x_i$ 相邻的下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 和所述上一个已识别流量数据 $x_{i-1}$ 的第二差值是否小于等于预设阈值,以在小于等于所述预设阈值时,修正后等待输出;第三判断模块,用于在所述第二差值大于所述预设阈值时,判断所述当前待识别流量数据 $x_i$ 与所述下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 的第三差值是否小于等于预设阈值,以在小于等于所述预设阈值时,等待输出;检测模块,用于在所述第三差值大于所述预设阈值时,检测所述上一个已识

别流量数据 $x_{i-1}$ 、所述当前待识别流量数据 $x_i$ 和所述下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 的变化趋势,其中,如果所述趋势为满足预设条件,则等待输出,不满足所述预设条件时,修正后等待输出,以在达到输出周期后,获取并输出分析结果。

[0020] 本发明实施例的水管网的数据实时分析装置,通过对实时水量数据分析处理得到分析结果,并通过流量的实时变化规律快速准确识别任何水管网运行状态的异常情况,真实反映流量变化规律,为相关部门提供决策服务,及时消除管网的安全隐患,恢复正常安全运行状态,从而有效提高了数据分析的准确性和实时性,进而有效保证水管网运行安全,简单易实现。

[0021] 另外,根据本发明上述实施例的水管网的数据实时分析装置还可以具有以下附加的技术特征:

[0022] 进一步地,在本发明的一个实施例中,还包括:循环执行模块,用于检测当前时间,如果所述当前时间满足预设时长,则将所述当前待识别流量数据作为新的所述上一个已识别流量数据,并将所述下一个待识别流量数据作为新的当前待识别流量数据,继续执行所述获取模块。

[0023] 进一步地,在本发明的一个实施例中,还包括:报警模块,用于检测所述分析结果是否达到报警条件,并在达到所述报警条件,则生成报警信号,且根据所述报警信号控制声学提醒装置和/或光学显示装置进行报警。

[0024] 进一步地,在本发明的一个实施例中,其中,所述已识别流量数据 $x_i$ 为预设值;所述预设条件为所述已识别流量数据 $x_{i-1}$ 、所述当前待识别流量数据 $x_i$ 和所述下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 的持续上升或持续下降。

[0025] 本发明附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

## 附图说明

[0026] 本发明上述的和/或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0027] 图1为根据本发明一个实施例的水管网的数据实时分析方法的流程图;

[0028] 图2为根据本发明一个实施例的监测流量变化规律模型;

[0029] 图3为根据本发明一个具体实施例的水管网的数据实时分析方法的流程图;

[0030] 图4为根据本发明一个实施例的流量压力对比图;

[0031] 图5为根据本发明一个实施例的水管网的数据实时分析装置的结构示意图。

## 具体实施方式

[0032] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0033] 下面参照附图描述根据本发明实施例提出的水管网的数据实时分析方法及装置,首先将参照附图描述根据本发明实施例提出的水管网的数据实时分析方法。

[0034] 图1是本发明一个实施例的水管网的数据实时分析方法的流程图。

[0035] 如图1所示,该水管网的数据实时分析方法包括以下步骤:

[0036] 步骤S1:获取当前待识别流量数据 $x_i$ ,其中, $i$ 为大于等于2的正整数。

[0037] 可以理解的是,本发明实施例可以实时获取当前流量数据,并且在很短的一段时间之后重新获取下一个待识别流量数据,比如,每10s获取一个待识别流量数据,当然,具体的待识别流量数据获取时间,本领域技术人员可以根据实际需求设置,在此仅作为示例不做具体限定,每隔一段时间获取一个的待识别流量数据,可以有效保证数据处理的实时性。

[0038] 步骤S2:判断当前待识别流量数据 $x_i$ 和与当前待识别流量数据 $x_i$ 相邻的上一个已识别流量数据 $x_{i-1}$ 的第一差值是否小于等于预设阈值,以在小于预设阈值时,等待输出。

[0039] 可以理解的是,本发明实施例通过判断第一差值是否小于等于预设阈值,即判断当前待识别流量数据 $x_i$ 是否在正常范围内波动,也就是说,当前待识别流量数据 $x_i$ 是否在预设阈值附近波动,如果是,则说明当前待识别流量数据 $x_i$ 正常,并如图2的路径1所示,数据为正常数据波动特征,数据均在阈值范围内,此时,自动存储后等待数据即可。如果第一差值大于预设阈值,则说明当前待识别流量数据 $x_i$ 不在正常范围内波动,需要进行进一步的判断。

[0040] 需要说明的是,预设阈值是本发明实施例根据预设天数的数据为连续不失真且正常波动的数据的历史水量数据计算得到,比如,通过7天历史正常波动的监测数据进行样本训练,采用3 $\sigma$ 法则计算相邻数值变化阈值,然后得到预设阈值。同时,由于居民或工业用水量的需求变化,或者其他用水需求变化的影响,因此,本发明实施例可以根据实际情况定期更新预设阈值,以满足当前用水的需求,比如,两个月或一个月后更新预设阈值,在此不做具体限定。

[0041] 进一步地,在本发明的一个实施例中,已识别流量数据 $x_1$ 为预设值。

[0042] 可以理解的是,在数据处理刚开始时,由于没有已识别流量数据 $x_{i-1}$ ,因此,本发明实施例通过设置一个预设的已识别流量数据 $x_1$ ,保证数据处理的完整和准确性,其中,预设的已识别流量数据 $x_1$ 为正常波动的数据值,可以根据实际情况进行设置,比如设置为预设阈值,当然也可以设置为其他正常波动的数据值,在此不做具体限定。

[0043] 步骤S3:在第一差值大于预设阈值时,判断与当前待识别流量数据 $x_i$ 相邻的下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 和上一个已识别流量数据 $x_{i-1}$ 的第二差值是否小于等于预设阈值,以在小于等于预设阈值时,修正后等待输出。

[0044] 可以理解的是,在当前待识别流量数据 $x_i$ 不在正常范围内波动时,继续判断通过第二差值是否小于等于预设阈值,进一步判断下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 是否恢复正常波动,也就是说,下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 是否在预设阈值附近波动,如果是,则下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 恢复正常波动,并如图2的路径2所示,数据为偶发性失真,快速恢复到阈值范围内,需要进行识别且修正,此时修正并存储等待输出即可。如果第二差值大于预设阈值,则说明下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 也不在正常范围内波动,需要进行进一步地判断。

[0045] 步骤S4:在第二差值大于预设阈值时,判断当前待识别流量数据 $x_i$ 与下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 的第三差值是否小于等于预设阈值,以在小于等于预设阈值时,等待输出。

[0046] 可以理解的是,在下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 不在正常范围内波动时,通过判断第三差值是否小于等于预设阈值,进一步判断下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 是否另一基准范围内稳定波动,如果是,则如图2的路径3所示,数据为数据失真后在另一个基准上稳定波动,

符合设备异常导致监测数据为0值或数据漂移持续失真等情况,进行识别但不修正,持续一段时间后可进行报警,此时,存储等待输出即可。如果第三差值大于预设阈值,则说明下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 不在另一基准范围内稳定波动,需要进行进一步判断。

[0047] 步骤S5:在第三差值大于预设阈值时,检测上一个已识别流量数据 $x_{i-1}$ 、当前待识别流量数据 $x_i$ 和下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 的变化趋势,其中,如果趋势为满足预设条件,则等待输出,不满足预设条件时,修正后等待输出,以在达到输出周期后,获取并输出分析结果。

[0048] 其中,在本发明的一个实施例中,预设条件为已识别流量数据 $x_{i-1}$ 、当前待识别流量数据 $x_i$ 和下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 的持续上升或持续下降。

[0049] 可以理解的是,通过上述步骤判断下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 不在另一基准范围内稳定波动时,则继续判断上一个已识别流量数据 $x_{i-1}$ 、当前待识别流量数据 $x_i$ 和下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 的变化趋势,即判断是否持续上升或者持续下降,如果是,则如图2的路径4所示,数值在短时间内大幅度上升或下降,符合大用户用水、开关阀门、爆管等水流变化特征,输出监测值,不进行修正或剔除,此时等待输出即可。如果不是,则可能符合如图2所示的路径5的情况,数据可能为无规律性失真,但是这种情况概率较小,进行修正并存储输出。

[0050] 需要说明的是,上述步骤S1至S5在满足输出周期时,修正或输出等待输出的数据,比如,每隔1分钟输出一次,当然,也可以为每隔2分钟输出一次,输出周期可以根据实际的使用需求进行具体设置,在此仅作为示例,不做具体限定,从而有效保证算法中识别监测数据变化规律的准确性,提高数据分析的可靠性。

[0051] 进一步地,在本发明的一个实施例中,还包括:检测当前时间,如果当前时间满足预设时长,则将当前待识别流量数据作为新的上一个已识别流量数据,并将下一个待识别流量数据作为新的当前待识别流量数据,继续执行步骤S1。

[0052] 可以理解的是,步骤S1至S5为一个数据处理的流程,是不断迭代周期性运行的,比如,当前数据处理完成后,下一个数据继续按照上述步骤进行处理,比如,10S处理一个数据,从而可以实时且连续的对水管网流量数据进行监测,及时识别水管网运行存在的安全隐患,为管网的安全运行保驾护航。

[0053] 进一步地,在本发明的一个实施例中,还包括:检测分析结果是否达到报警条件;如果达到报警条件,则生成报警信号。

[0054] 其中,在本发明的一个实施例中,根据报警信号控制声学提醒装置和/或光学显示装置进行报警。

[0055] 可以理解的是,在如图3所示,在当前待识别流量数据 $x_i$ 输出后持续5次循环“流程1”,则可进行报警;或者当前待识别流量数据 $x_i$ 输出后再持续5次循环“流程2”,则可进行报警。从而可以有效且及时的通知相关人员,水管网运行存在隐患,进而维修人员可以及时的进行隐患排除,保障水管网运行安全。

[0056] 下面将通过具体实施例的方式对水管网的数据实时分析方法进行进一步地的阐述。如图3所示,具体包括:

[0057] 步骤一:通过7天历史正常波动的监测数据进行样本训练,采用 $3\sigma$ 法则计算相邻数值变化阈值 $\Delta$ ,随着居民或工业用水量的需求变化,可以每隔两个月(或其他时间)后重新进行样本训练,计算新的阈值 $\Delta$ ;



[0058] 其中 $3\sigma$ 法则计算动态变化阈值 $\Delta$ 的方法如下:

[0059] a) 选取不包含失真数据的一段典型数据,如7天的数据,分别计算每天的数据变化:

$$[0060] \quad y_i = x_i - x_{i-1} \quad (i=2, 3, \dots, n) \quad (1)$$

[0061] 其中 $x_i$ 为实测数据, $y_i$ 为数据变化。根据正常的供水数据波动变化趋势,其数据变化往往均匀分布在某一数值附近,该中心值趋近于0。

[0062] b) 确定每天的数据变化的极值

[0063] 用欧氏距离作为数据变化与零点之间的距离:

$$[0064] \quad D_i = |y_i|, \quad (i=2, 3, \dots, n) \quad (2)$$

[0065] 得到每天的数据变化极值:

$$[0066] \quad D_{\max}(i) = \max(D_2, D_3, \dots, D_n), \quad (i=1, 2, \dots, 7) \quad (3)$$

[0067] c) 计算7天的数据变化极值的统计参数

[0068] 计算7天的数据变化极值的平均值:

$$[0069] \quad \mu = \frac{\sum_{i=1}^7 D_{\max}(i)}{7} \quad (4)$$

[0070] 计算7天的数据变化极值的标准差:

$$[0071] \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^7 (D_{\max}(i) - \mu)^2}{7}} \quad (5)$$

[0072] d) 确定数据变化的阈值:

[0073] 采用 $3\sigma$ 法则(小概率事件),确定数据变化的阈值:

$$[0074] \quad |y_i| = D_i \leq \mu + 3\sigma = \Delta; \quad (6)。$$

[0075] 步骤二:将 $\Delta$ 与 $x_{i-1}$ 和 $x_i$ 的变化值进行比较,判断 $x_i$ 是否在正常波动范围内。若是,进行存储等待输出;若否,进行下一步骤;

[0076] 步骤三:将 $\Delta$ 与 $x_{i-1}$ 和 $x_{i+1}$ 的变化值进行比较,判断 $x_{i+1}$ 是否恢复正常波动。若是,对 $x_i$ 进行修正并存储等待输出;若否,进行下一步骤;

[0077] 步骤四:将 $\Delta$ 与 $x_i, x_{i+1}$ 的变化值进行比较,判断 $x_{i+1}$ 是否在另一基准范围内稳定波动。若是,对 $x_i$ 进行存储等待输出;若否,进行下一步骤;

[0078] 步骤五:比较 $x_{i-1}, x_i, x_{i+1}$ 三个数据的变化趋势,判断是否持续上升或持续下降。若是,对 $x_i$ 进行存储等待输出;若否,对 $x_i$ 进行修正并存储等待输出。

[0079] 上述所有步骤中,数据采集和上传时间均为10s,采集和上传频率均为0.1HZ,相邻数值变化 $y_i = x_i - x_{i-1}$ ;  $x_{i-1}$ 为已输出值,  $x_i$ 为当前需进行识别等待输出的数据,  $x_{i+1}$ 为辅助对比识别的后一位数据。为了保证算法中识别监测数据变化规律的准确性,所有当前输出值需等待60s(满足报警原则共需循环6次)再进行修正、输出或报警。

[0080] 上述步骤三中,若 $x_i$ 输出后持续5次循环“流程1”,则可进行报警;上述步骤四中,若 $x_i$ 输出后再持续5次循环“流程2”,则可进行报警;报警形式为在监测数据满足报警规则的情况下,生命线监测系统立即推送详细报警信息至系统主页面,同时声光报警器发出闪

光和蜂鸣立即通知24小时值守人员。

[0081] 下面通过一个具体事例对水管网的数据实时分析方法进行进一步阐述。

[0082] 如图4所示,管道下游某大用户用水导致同一监测点的流量与压力的变化,流量指标具有明显波动,压力指标变化不明显且未超出压力阈值。根据管网营运公司描述,该大用户用水所导致的流量频繁突变现象对管网安全运行及调度管理存在一定隐患,通过本发明实施例的算法技术将相邻监测数据进行对比识别变化趋势,可以快速对这种流量异常波动进行识别报警。

[0083] 其中,图4中波动异常现象无法通过传统的压力监测识别,只能通过肉眼观察或历史数据的人工对比分析,图中现象至少需要半小时才能识别;但是,本发明实施例中算法可实现基于实时流量异常监测报警,但为提高报警准确性,减少误报率,本发明实施例采用多次迭代,按0.1HZ的采集上传频率和图3中说明的5次循环,总计1分钟,从而可以达到快速识别的目的。

[0084] 另外,本发明实施例的方法应用于城市生命线监测系统,系统构成主要分为“感”“传”“知”“用”四个部分,由前端感知系统对流量等指标进行实时监测,通过网络传输系统将前端数据利用物联网技术传输到采集平台,最后由业务系统对数据进行分析处理并展示。

[0085] 根据本发明实施例提出的水管网的数据实时分析方法,通过对实时水量数据分析处理得到分析结果,并通过流量的实时变化规律快速准确识别任何水管网运行状态的异常情况,分析总结水管网流量变化规律;基于实时监测数据,利用最短的时间判断用水规律,并采用失真识别修正技术对异常数据进行处理、存储和输出,可对实时监测数据快速自动识别流量变化规律,并进行相关修正及报警处理,展示性能好,运用简单,适用性强,分析识别准确度高,保证应急处理的时效性。

[0086] 其次参照附图描述根据本发明实施例提出的水管网的数据实时分析装置。

[0087] 图5是本发明一个实施例的水管网的数据实时分析装置的结构示意图。

[0088] 如图5所示,该水管网的数据实时分析装置10包括:获取模块100、第一判断模块200、第二判断模块300、第三判断模块400和检测模块500。

[0089] 其中,获取模块100用于获取当前待识别流量数据 $x_i$ ,其中, $i$ 为大于等于2的正整数。第一判断模块200用于判断当前待识别流量数据 $x_i$ 和与当前待识别流量数据 $x_i$ 相邻的上一个已识别流量数据 $x_{i-1}$ 的第一差值是否小于等于预设阈值,以在小于预设阈值时,等待输出。第二判断模块300用于在第一差值大于预设阈值时,判断与当前待识别流量数据 $x_i$ 相邻的下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 和上一个已识别流量数据 $x_{i-1}$ 的第二差值是否小于等于预设阈值,以在小于等于预设阈值时,修正后等待输出。第三判断模块400用于在第二差值大于预设阈值时,判断当前待识别流量数据 $x_i$ 与下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 的第三差值是否小于等于预设阈值,以在小于等于预设阈值时,等待输出。检测模块500用于在第三差值大于预设阈值时,检测上一个已识别流量数据 $x_{i-1}$ 、当前待识别流量数据 $x_i$ 和下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 的变化趋势,其中,如果趋势为满足预设条件,则等待输出,不满足预设条件时,修正后等待输出,以在达到输出周期后,获取并输出分析结果。本发明实施例的装置10通过对实时水量数据分析处理得到分析结果,并通过流量的实时变化规律快速准确识别任何水管网运行状态的异常情况,从而有效提高了数据分析的准确性和实时性,进而有效保证水管

网运行安全,简单易实现。

[0090] 进一步地,在本发明的一个实施例中,本发明实施例的装置10还包括:循环执行模块。其中,循环执行模块,用于检测当前时间,如果当前时间满足预设时长,则将当前待识别流量数据作为新的上一个已识别流量数据,并将下一个待识别流量数据作为新的当前待识别流量数据,继续执行获取模块100。

[0091] 进一步地,在本发明的一个实施例中,本发明实施例的装置10还包括:报警模块。其中,报警模块用于检测分析结果是否达到报警条件,并在达到报警条件,则生成报警信号,且根据报警信号控制声学提醒装置和/或光学显示装置进行报警。

[0092] 进一步地,在本发明的一个实施例中,其中,已识别流量数据 $x_i$ 为预设值;预设条件为已识别流量数据 $x_{i-1}$ 、当前待识别流量数据 $x_i$ 和下一个待识别流量数据 $x_{i+1}$ 的持续上升或持续下降。

[0093] 需要说明的是,前述对水管网的数据实时分析方法实施例的解释说明也适用于该实施例的水管网的数据实时分析装置,此处不再赘述。

[0094] 根据本发明实施例提出的水管网的数据实时分析装置,通过对实时水量数据分析处理得到分析结果,并通过流量的实时变化规律快速准确识别任何水管网运行状态的异常情况,分析总结水管网流量变化规律;基于实时监测数据,利用最短的时间判断用水规律,并采用失真识别修正技术对异常数据进行处理、存储和输出,可对实时监测数据快速自动识别流量变化规律,并进行相关修正及报警处理,展示性能好,运用简单,适用性强,分析识别准确度高,保证应急处理的时效性。

[0095] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是至少两个,例如两个,三个等,除非另有明确具体的限定。

[0096] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0097] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

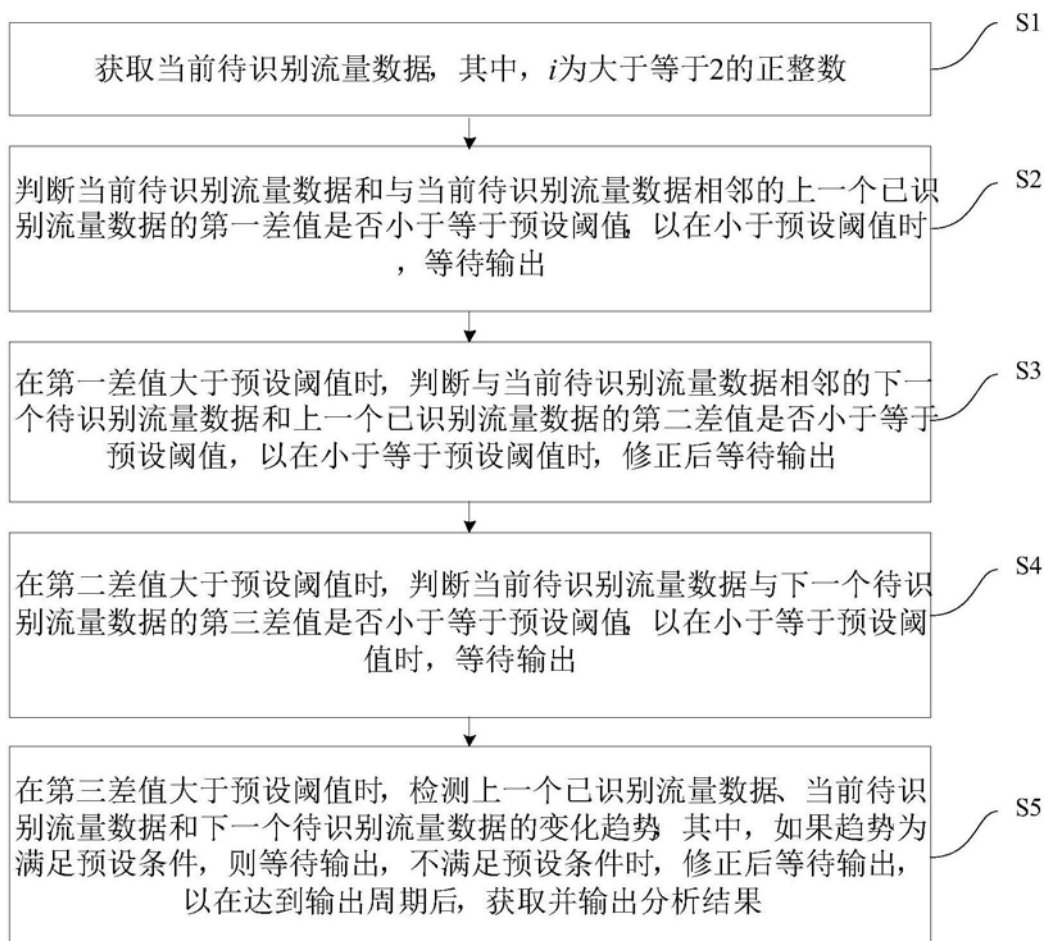


图1

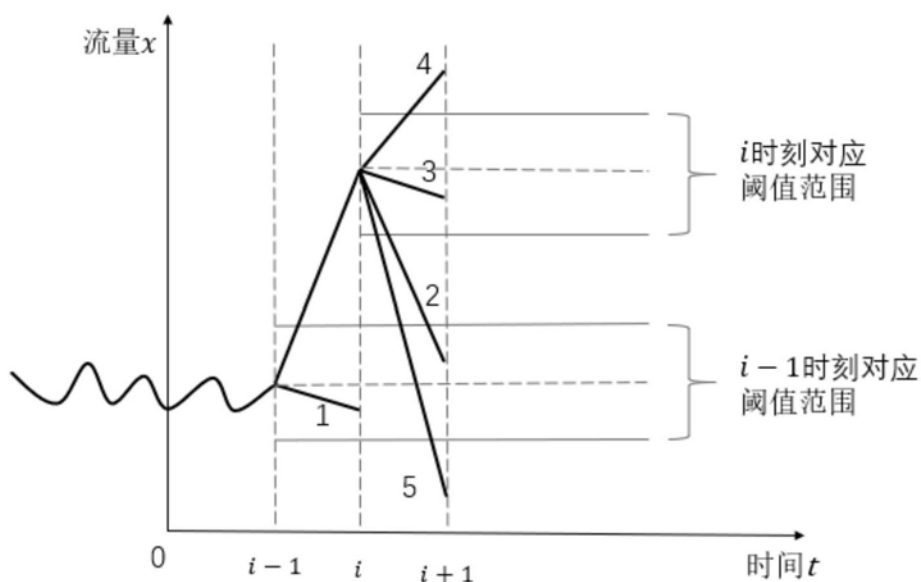


图2

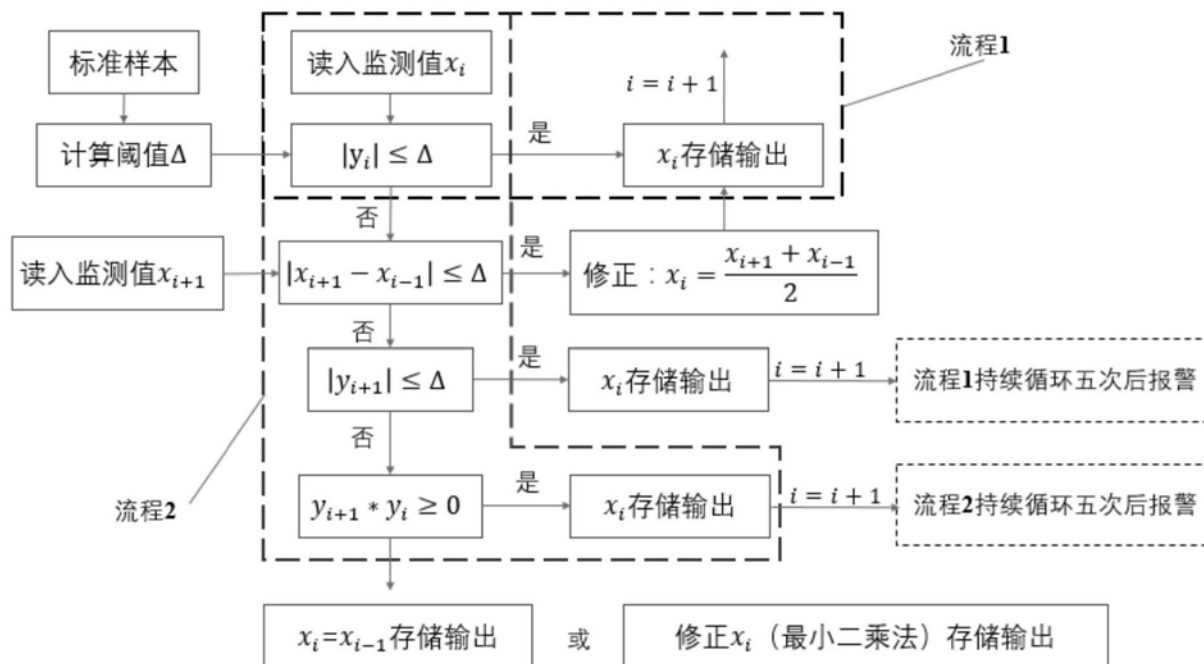


图3

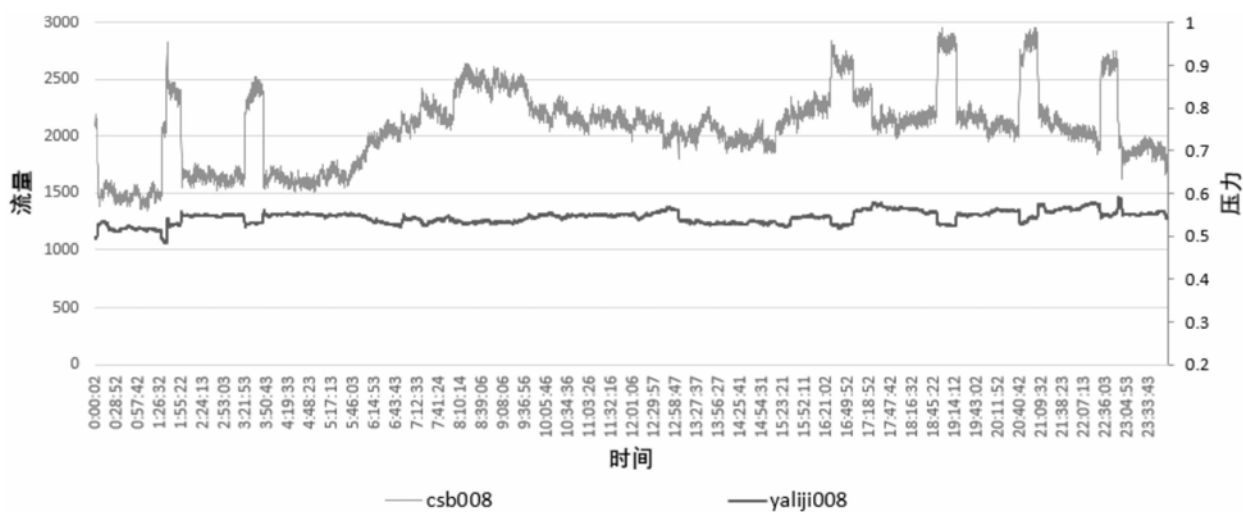


图4

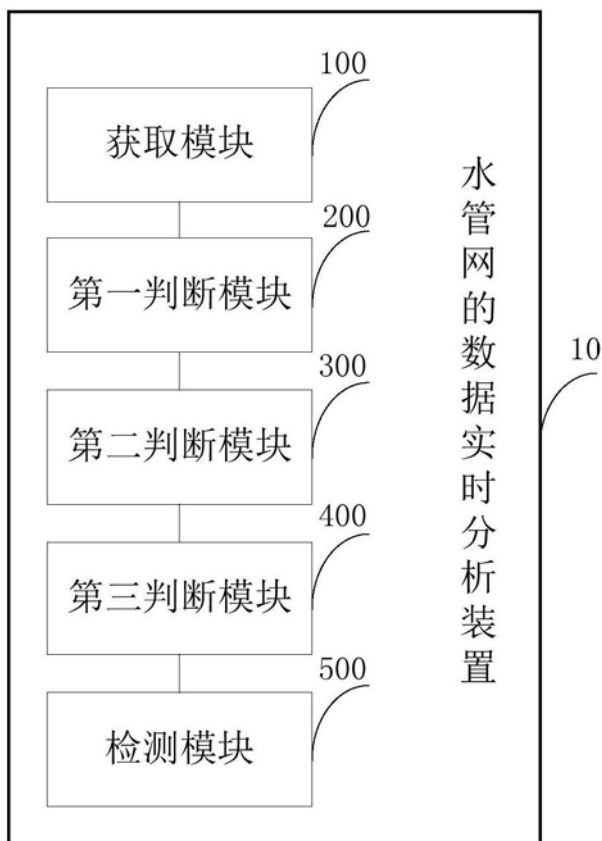


图5