



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109798449 B

(45) 授权公告日 2021.08.10

(21) 申请号 201811564138.9

G06K 9/00 (2006.01)

(22) 申请日 2018.12.20

G07C 1/20 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109798449 A

(56) 对比文件

CN 108375920 A, 2018.08.07

CN 108870091 A, 2018.11.23

(43) 申请公布日 2019.05.24

CN 108506739 A, 2018.09.07

(73) 专利权人 国能大渡河沙坪发电有限公司
地址 614000 四川省乐山市峨边县沙坪镇
景阳路94号

CN 108951762 A, 2018.12.07

CN 105892538 A, 2016.08.24

CN 108356818 A, 2018.08.03

(72) 发明人 何滔 陈洁华 李彬 卢玉龙
汪广明

CN 107992857 A, 2018.05.04

CN 105114817 A, 2015.12.02

CN 107944412 A, 2018.04.20

(74) 专利代理机构 成都顶峰专利事务所(普通
合伙) 51224

US 6285778 B1, 2001.09.04

代理人 郭波江

审查员 程凯

(51) Int. Cl.

F17D 5/02 (2006.01)

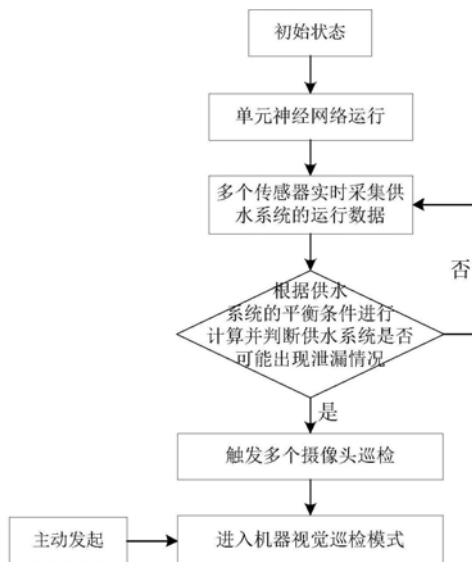
权利要求书3页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

基于机器视觉单元神经网络的供水系统巡检方法及系统

(57) 摘要

本发明公开基于机器视觉单元神经网络的供水系统巡检方法及系统,包括如下步骤:S1、由多个传感器、多个摄像头和多个执行子系统组成单元神经网络,并建立设备及环境标准图像库;S2、供水系统运行,由多个传感器实时采集供水系统的运行数据;S3、对实时采集的运行数据根据供水系统的平衡条件进行计算并判断供水系统是否可能出现泄漏情况,若否,则返回执行S2,若是,则执行S4;S4、触发多个摄像头巡检,多个摄像头进入机器视觉巡检模式采集实时图像并与标准图像库进行对比分析。本发明实时或短周期、快速检测,将硬件资源与软件资源及网络资源进行优化,减小信息的误报率与人员的误动率,从技术上保障设备安全与人身安全。



1. 基于机器视觉单元神经网络的供水系统巡检方法,其特征在於:包括如下步骤:

S1、由多个传感器、多个摄像头和多个执行子系统组成单元神经网络,并建立设备及环境标准图像库;

S2、供水系统运行,由多个传感器实时采集供水系统的运行数据;

S3、对实时采集的运行数据根据供水系统的平衡条件进行计算并判断供水系统是否可能出现泄漏情况,若否,则返回执行S2,若是,则执行S4;

S4、触发多个摄像头巡检,多个摄像头进入机器视觉巡检模式采集实时图像并与标准图像库进行对比分析。

2. 根据权利要求1所述的基于机器视觉单元神经网络的供水系统巡检方法,其特征在於:所述传感器包括流量计,传感器采集的运行数据包括各管的流量。

3. 根据权利要求1所述的基于机器视觉单元神经网络的供水系统巡检方法,其特征在於:所述平衡条件为:在液体流转平衡周期 τ 内,供水系统总管内液体容积等于某一分管内液体容积;

计算并判断供水系统是否可能出现泄漏情况的原则是:在液体流转平衡周期 τ 内,供水系统总管内液体容积等于某一分管内液体容积,则没有可能出现泄漏情况;在液体流转平衡周期 τ 内,供水系统总管内液体容积不等于某一分管内液体容积,则可能出现泄漏情况。

4. 根据权利要求3所述的基于机器视觉单元神经网络的供水系统巡检方法,其特征在於:所述某一分管内液体容积的获取过程为:

A1、获取液体流转平衡周期 $\tau = t_1 - t_0$,其中, t_0 为将液体源流入总管并首次到达总管端流量计的时刻, t_1 为液体源首次到达液体需求流出端分管端流量计 m_x 的时刻,其中,总管记为P,总管上设有q个流量计,分管设有m条,每个分管上设有x个流量计, $m = 0, 1, 2, 3, \dots$; $q = 0, 1, 2, 3, \dots$;

A2、某一分管内液体容积的计算公式为公式(1):

$$V_{Cm} = \int_{t_0}^{t_1+t} Q_m dt, \quad Q_{\min} \leq Q_m \leq Q_{\max} \quad (1)$$

其中, V_{Cm} 为m分管内液体容积, Q_m 为m分管的流量;

所述总管内液体容积的获取过程为:

B1、总管内液体容积的计算公式为公式(2):

$$V_{Om} = \int_{t_0}^{t_1} Q_q dt, \quad Q_{\min} \leq Q_q \leq Q_{\max} \quad (2)$$

其中, V_{Om} 为总管内液体容积, Q_q 为总管的流量。

5. 根据权利要求4所述的基于机器视觉单元神经网络的供水系统巡检方法,其特征在於:所述平衡条件的约束条件为:

a、流体没有相关的物理变化,或者温度的变化不影响流体体积的变化;

b、整个供水系统的中间过程不存在储存机构。

6. 根据权利要求4所述的基于机器视觉单元神经网络的供水系统巡检方法,其特征在於:所述总管端流量计为总管上液体源流动方向上的最后一个流量计q,若流量计q发生故

障或损坏,则流量计 $q-1$ 为端流量计;

所述分管端流量计为分管上液体源流动方向上的最后一个流量计 m_x ,若流量计 m_x 发生故障或损坏,则流量计 m_{x-1} 或 $(m-1)_x$ 为端流量计,其中端流量计的选择

$$\begin{cases} m_{x-1}, & m_x \text{不是 } m \text{ 分管上的唯一流量计} \\ (m-1)_x, & m_x \text{是 } m \text{ 分管上的唯一流量计} \end{cases}。$$

7. 根据权利要求4所述的基于机器视觉单元神经网络的供水系统巡检方法,其特征在于:所述某一分管内液体容积的获取过程中,当 m 分管的流量 Q_m 处于规律连续或离散变化时,则某一分管内液体容积的计算值基本接近真实值;当 m 分管的流量 Q_m 处于不规律的变化或者错误时,通过抽样取值算法机制来缩小计算误差;

采用迭代容错抽样取值方式来确定 m 分管的流量 Q_m 是否处于规律连续或离散变化,迭代容错抽样取值方式为:

存在 m 个值,在初始时刻 t_0 与下一时间周期点 t_1 之间,来记录 m 分管的流量 Q_m 与上一临近值的偏差: $Q_1-Q_0=X_1$ 、 $Q_2-Q_1=X_2$ 、 \dots 、 $Q_m-Q_{m-1}=X_m$;

对偏差值求期望 $X = \frac{\sum_1^m X_m}{m}$,通过求得偏差值的方差 D_{X_m} 来确定 m 分管的流量 Q_m 是否处于规律连续或离散变化,方差 D_{X_m} 的计算方式如下:

$$D_{X_m} = \sqrt{(X_1 - X)^2 + (X_2 - X)^2 + \dots + (X_m - X)^2}$$

抽样取值算法为:

$$\text{设置抽样参数 } k \begin{cases} k = C_m^{\frac{m}{2}}, & m \text{ 为偶} \\ k = C_m^{\frac{m+1}{2}}, & m \text{ 为奇} \end{cases} ;$$

在分管的流量 Q_m 序列数据中随机组合抽取一定的数据,再取抽样数据均值的均值,进而通过抽样参数 K 的调和来使得计算值接近真实值。

8. 根据权利要求1所述的基于机器视觉单元神经网络的供水系统巡检方法,其特征在于:所述S4中,根据采集的实时图像与标准图像库进行对比分析的过程为:将采集的图像与标准图像进行对比分析,得出图像聚类与不匹配度。

9. 根据权利要求1所述的基于机器视觉单元神经网络的供水系统巡检方法,其特征在于:所述巡检方法还包括:

S5、根据S4的分析结果结合S2采集的运行数据进行运算,并生成相应的控制指令控制执行子系统进行相应的操作,然后反馈。

10. 根据权利要求1所述的基于机器视觉单元神经网络的供水系统巡检方法的系统,其特征在于:包括:

智能感知层,设有多个传感器,多个传感器实时采集供水系统的运行数据;

网络传输层,设有网络传输单器件与设备,用于传输信息;

思维决策层,搭建基于机器视觉的综合平台,用于对实时采集的运行数据根据供水系统的平衡条件进行计算并判断供水系统是否可能出现泄漏情况,若是,触发多个摄像头进入机器视觉巡检模式;对摄像头采集的实时图像与标准图像库进行对比分析,并根据分析

结果结合实时采集的运行数据进行运算,并生成相应的控制指令;

对象应用层,接收思维决策层的指令并响应控制多个摄像头采集实时图像和控制执行子系统执行相应的操作,然后反馈。

基于机器视觉单元神经网络的供水系统巡检方法及系统

技术领域

[0001] 本发明属于机器视觉、图像处理与分析及工业生产神经网络技术领域,具体涉及基于机器视觉单元神经网络的供水系统巡检方法及系统。

背景技术

[0002] 视觉使人类得以感知理解所存在的客观世界,相应地,机器视觉的目标是通过电子化感知和理解图像复制人类视觉的效果。机器视觉在交通、医疗、影像等领域均有应用,但对于能源开发生产系统亦或是电力系统来说,存在以下几个缺点:a.应用较少且相对初级,仅限于摄像头观察某些固有点位;b.没有涉及或涉及较少图像处理与分析技术;c.没有与生产现场实际形成联合的、独立的、系统的结构,对实际生产的观测停留在浅表阶段;d.没有立足现场生产实际有针对性的建立某种标准对比机制,摄像头功能开发较浅。

[0003] 神经网络单元是针对某指定对象与特定系统而建立的一整套实时监控跟踪系统,该单元具备实时性、覆盖性等特点,但存在以下缺陷:a.数据仅仅来源于电子电气设备的采集,若测量装置或传感装置失灵或损坏,数据的来源则不可靠;b.没有可与现场实时生产情况匹配的触发画面,信息来源相对单一,某些现象仅靠想象、经验或耗时间、人力去到实际地点逐项检测排查方可做出判断,应急效果差;c.没有从技术上形成比较鲜明客观的对比机制与监督机制,仅在系统内进行对比,易造成朦胧且不能确定的错觉,不利于准确分析设备状况。

发明内容

[0004] 为了解决现有技术存在的上述问题,本发明目的在于提供基于机器视觉单元神经网络的供水系统巡检方法及系统。通过结合机器视觉与单元神经网络,旨在完善两套系统的联动机制,在保证数据独立、信息安全的情况下,解决网络隔离互通问题、单元思维神经与机器视觉触发和算法问题,能够极大地解放生产系统中存在的人力巡检现象,同时形成一种较为明显的采样数据与实际状况的联动对比机制,对生产现场辅助决策有较大的指导意义。

[0005] 本发明所采用的技术方案为:

[0006] 基于机器视觉单元神经网络的供水系统巡检方法,包括如下步骤:

[0007] S1、由多个传感器、多个摄像头和多个执行子系统组成单元神经网络,并建立设备及环境标准图像库;

[0008] S2、供水系统运行,由多个传感器实时采集供水系统的运行数据;

[0009] S3、对实时采集的运行数据根据供水系统的平衡条件进行计算并判断供水系统是否可能出现泄漏情况,若否,则返回执行S2,若是,则执行S4;

[0010] S4、触发多个摄像头巡检,多个摄像头进入机器视觉巡检模式采集实时图像并与标准图像库进行对比分析。

[0011] 作为优选,所述传感器包括流量计,传感器采集的运行数据包括各管的流量。

[0012] 作为优选,所述平衡条件为:在液体流转平衡周期 τ 内,供水系统总管内液体容积等于某一分管内液体容积;

[0013] 计算并判断供水系统是否可能出现泄漏情况的原则是:在液体流转平衡周期 τ 内,供水系统总管内液体容积等于某一分管内液体容积,则没有可能出现泄漏情况;在液体流转平衡周期 τ 内,供水系统总管内液体容积不等于某一分管内液体容积,则可能出现泄漏情况。

[0014] 作为优选,所述某一分管内液体容积的获取过程为:

[0015] A1、获取液体流转平衡周期 $\tau = t_1 - t_0$,其中, t_0 为将液体源流入总管并首次到达总管端流量计的时刻, t_1 为液体源首次到达液体需求流出端分管端流量计 m_x 的时刻,其中,总管记为P,总管上设有 q 个流量计,分管设有 m 条,每个分管上设有 x 个流量计, $m = 0, 1, 2, 3, \dots$; $q = 0, 1, 2, 3, \dots$;

[0016] A2、某一分管内液体容积的计算公式为公式(1):

$$[0017] \quad V_{Cm} = \int_{t_0}^{t_1+t} Q_m dt, \quad Q_{\min} \leq Q_m \leq Q_{\max} \quad (1)$$

[0018] 其中, V_{Cm} 为 m 分管内液体容积, Q_m 为 m 分管的流量;

[0019] 所述总管内液体容积的获取过程为:

[0020] B1、总管内液体容积的计算公式为公式(2):

$$[0021] \quad V_{Om} = \int_{t_0}^{t_1} Q_q dt, \quad Q_{\min} \leq Q_q \leq Q_{\max} \quad (2)$$

[0022] 其中, V_{Om} 为总管内液体容积, Q_q 为总管的流量。

[0023] 作为优选,所述平衡条件的约束条件为:

[0024] a、流体没有相关的物理变化,或者温度的变化不影响流体体积的变化;

[0025] b、整个供水系统的中间过程不存在储存机构。

[0026] 作为优选,所述总管端流量计为总管上液体源流动方向上的最后一个流量计 q ,若流量计 q 发生故障或损坏,则流量计 $q-1$ 为端流量计;

[0027] 所述分管端流量计为分管上液体源流动方向上的最后一个流量计 m_x ,若流量计 m_x 发生故障或损坏,则流量计 m_{x-1} 或 $(m-1)_x$ 为端流量计,其中端流量计的选择

$$\begin{cases} m_{x-1}, & m_x \text{不是 } m \text{ 分管上的唯一流量计} \\ (m-1)_x, & m_x \text{是 } m \text{ 分管上的唯一流量计} \end{cases}$$

[0028] 作为优选,所述某一分管内液体容积的获取过程中,当 m 分管的流量 Q_m 处于规律连续或离散变化时,则某一分管内液体容积的计算值基本接近真实值;当 m 分管的流量 Q_m 处于不规律的变化或者错误时,通过抽样取值算法机制来缩小计算误差;

[0029] 采用迭代容错抽样取值方式来确定 m 分管的流量 Q_m 是否处于规律连续或离散变化,迭代容错抽样取值方式为:

[0030] 存在 m 个值,在初始时刻 t_0 与下一时间周期点 t_1 之间,来记录 m 分管的流量 Q_m 与上一临近值的偏差: $Q_1 - Q_0 = X_1, Q_2 - Q_1 = X_2, \dots, Q_m - Q_{m-1} = X_m$;

[0031] 对偏差值求期望 $X = \frac{\sum_1^m X_m}{m}$, 通过求得偏差值的方差 D_{X_m} 来确定 m 分管的流量 Q_m 是否处于规律连续或离散变化, 方差 D_{X_m} 的计算方式如下:

$$[0032] \quad D_{X_m} = \sqrt{(X_1 - X)^2 + (X_2 - X)^2 + \dots + (X_m - X)^2}$$

[0033] 抽样取值算法为:

$$[0034] \quad \text{设置抽样参数 } k \begin{cases} k = C_m^{\frac{m}{2}}, & m \text{ 为偶} \\ k = C_m^{\frac{m+1}{2}}, & m \text{ 为奇} \end{cases};$$

[0035] 在分管的流量 Q_m 序列数据中随机组合抽取一定的数据, 再取抽样数据均值的均值, 进而通过抽样参数 K 的调和来使得计算值接近真实值。

[0036] 作为优选, 所述 S_4 中, 根据采集的实时图像与标准图像库进行对比分析的过程为: 将采集的图像与标准图像进行对比分析, 得出图像聚类与不匹配度。

[0037] 基于机器视觉单元神经网络的供水系统巡检方法还包括:

[0038] S_5 、根据 S_4 的分析结果结合 S_2 采集的运行数据进行运算, 并生成相应的控制指令控制执行子系统进行相应的操作, 然后反馈。

[0039] 基于机器视觉单元神经网络的供水系统巡检方法的系统, 包括:

[0040] 智能感知层, 设有多个传感器, 多个传感器实时采集供水系统的运行数据;

[0041] 网络传输层, 设有网络传输单器件与设备, 用于传输信息;

[0042] 思维决策层, 搭建基于机器视觉的综合平台, 用于对实时采集的运行数据根据供水系统的平衡条件进行计算并判断供水系统是否可能出现泄漏情况, 若是, 触发多个摄像头进入机器视觉巡检模式; 对摄像头采集的实时图像与标准图像库进行对比分析, 并根据分析结果结合实时采集的运行数据进行运算, 并生成相应的控制指令;

[0043] 对象应用层, 接收思维决策层的指令并响应控制多个摄像头采集实时图像和控制执行子系统执行相应的操作, 然后反馈。

[0044] 本发明的有益效果为:

[0045] 1、本发明在针对电力巡检的目标对象上, 采用单元神经网络与机器视觉结合的电力系统智慧巡检, 首先做到了实时或短周期、快速检测, 极大地释放了巡检人员的体力劳动强度与部分脑力劳动强度, 对解放生产力有一定的促进作用, 同时优化了生产力与生产关系。

[0046] 2、本发明充分地将硬件资源与软件资源及网络资源进行了优化。通过互相联合的触发巡检机制, 将原本各自为阵的执行子系统充分的联系了起来, 将资源进行了优化。

[0047] 3、本发明通过图片联系生产现场实际, 对数字量、模拟量所报送出的信息进行了检测与反馈, 减小了信息的误报率与人员的误动率, 从技术上保障了设备安全与人身安全。

附图说明

[0048] 图1是本发明-实施例的方法流程图。

[0049] 图2是本发明-实施例的系统框图。

具体实施方式

[0050] 下面结合附图及具体实施例对本发明作进一步阐述。

[0051] 实施例：

[0052] 如图1-2所示,本实施例的基于机器视觉单元神经网络的供水系统巡检方法,包括如下步骤：

[0053] S1、由多个传感器、多个摄像头和多个执行子系统组成单元神经网络,并建立设备及环境标准图像库；

[0054] S2、供水系统运行,由多个传感器实时采集供水系统的运行数据；

[0055] S3、对实时采集的运行数据根据供水系统的平衡条件进行计算并判断供水系统是否可能出现泄漏情况,若否,则返回执行S2,若是,则执行S4；

[0056] S4、触发多个摄像头巡检,多个摄像头进入机器视觉巡检模式采集实时图像并与标准图像库进行对比分析；

[0057] S5、根据S4的分析结果结合S2采集的运行数据进行运算,并生成相应的控制指令控制执行子系统进行相应的操作。

[0058] 基于机器视觉单元神经网络的供水系统巡检方法的系统,包括：

[0059] 智能感知层,设有多个传感器,多个传感器实时采集供水系统的运行数据；

[0060] 网络传输层,设有网络传输单器件与设备,用于传输信息；

[0061] 思维决策层,搭建基于机器视觉的综合平台,用于对实时采集的运行数据根据供水系统的平衡条件进行计算并判断供水系统是否可能出现泄漏情况,触发多个摄像头进入机器视觉巡检模式;对摄像头采集的实时图像与标准图像库进行对比分析,并根据分析结果结合实时采集的运行数据进行运算,生成相应的控制指令；

[0062] 对象应用层,接收思维决策层的指令并响应控制多个摄像头采集实时图像和控制执行子系统执行相应的操作,然后反馈。

[0063] 其中,智能感知层的多个传感器作为大量数据的信息源,网络传输层主要负责信息的传输、筛选、信息的打包汇总编码等任务,思维决策层通过算法机制对上传的信息进行分析处理,对象应用层主要为具体动作的对象,通过接收思维决策层的指令,来响应控制相应的机构。

[0064] 本发明在针对电力巡检的目标对象上,采用单元神经网络与机器视觉结合的电力系统智慧巡检,首先做到了实时或短周期、快速检测,极大地释放了巡检人员的体力劳动强度与部分脑力劳动强度,对解放生产力有一定的促进作用,同时优化了生产力与生产关系。

[0065] 本发明充分地将硬件资源与软件资源及网络资源进行了优化。通过互相联合的触发巡检机制,将原本各自为阵的执行子系统充分的联系了起来,将资源进行了优化。

[0066] 本发明通过图片联系生产现场实际,对数字量、模拟量所报送出的信息进行了检测与反馈,减小了信息的误报率与人员的误动率,从技术上保障了设备安全与人身安全。

[0067] 一种实施方式是:传感器为流量计,传感器采集的运行数据包括各管的流量。通过以下方式实现本发明方法：

[0068] 供水系统的特点是液体流向点需要时,判断并触发液体源流体流入,整个供水系统流入及流出保持动态平衡。

[0069] 以水电站供水系统为例说明：

[0070] 将供水系统整个供水源头认为是增压水泵及自流水源,若其中的管路存在n条,每条管路上均设置m套流量计,且管路由于干管、支管与分布、作用及结构的影响,管路的横截面积存在差异。但由于水泵运行台数等因素的影响,导致各管的压力存在差异,液体流速也会存在差异,从液体源到液体需求流出端的时间也会存在一定的差异。在整个流通过程中,由于增压水泵的功率P及传动效率 η 的不同,其管路压力及流量存在差异,同时各阀门开度不定,流转时间T也可能不同,但其流入流出液体体积在一定时间周期 τ 内保持动态平衡,即平衡条件为:在液体流转平衡周期 τ 内,供水系统总管内液体容积等于某一分管内液体容积;计算并判断供水系统是否可能出现泄漏情况的原则是:在液体流转平衡周期 τ 内,供水系统总管内液体容积等于某一分管内液体容积,则没有可能出现泄漏情况;在液体流转平衡周期 τ 内,供水系统总管内液体容积不等于某一分管内液体容积,则可能出现泄漏情况。

[0071] 某一分管内液体容积的获取过程为:

[0072] A1、获取液体流转平衡周期 $\tau = t_1 - t_0$,其中, t_0 为将液体源流入总管并首次到达总管端流量计的时刻, t_1 为液体源首次到达液体需求流出端分管端流量计 m_x 的时刻,其中,总管记为P,总管上设有q个流量计,分管设有m条,每个分管上设有x个流量计,流量分别记为 Q_{m_x} , $m=0,1,2,3,\dots$; $q=0,1,2,3,\dots$;

[0073] 总管端流量计为总管上液体源流动方向上的最后一个流量计q,若流量计q发生故障或损坏,则流量计q-1为端流量计;分管端流量计为分管上液体源流动方向上的最后一个流量计 m_x ,若流量计 m_x 发生故障或损坏,则流量计 m_{x-1} 或 $(m-1)_x$ 为端流量计。

[0074] 其中端流量计的选择 $\begin{cases} m_{x-1}, & m_x \text{不是 } m \text{ 分管上的唯一流量计} \\ (m-1)_x, & m_x \text{是 } m \text{ 分管上的唯一流量计} \end{cases}$ 。

[0075] A2、管路由于干管、支管与分布、作用及结构的影响,管路的横截面积存在差异,那么在初始时刻 t_0 与下一时间周期点 t_1 之间,某一分管内液体容积则需要流量与横截面积及长度对时间进行积分,即某一分管内液体容积的计算公式为公式(1):

$$[0076] \quad V_{C_m} = \int_{t_0}^{t_1+t} Q_m dt, \quad Q_{\min} \leq Q_m \leq Q_{\max} \quad (1)$$

[0077] 其中, V_{C_m} 为m分管内液体容积, Q_m 为m分管的流量;

[0078] 那么,m条分管内液体容积则为: $\sum_0^m V_{C_m}$ 。

[0079] 某一分管内液体容积的获取过程中,当m分管的流量 Q_m 处于规律连续或离散变化时,则某一分管内液体容积的计算值基本接近真实值;当m分管的流量 Q_m 处于不规律的变化或者错误时,通过抽样取值算法机制来缩小计算误差;

[0080] 采用迭代容错抽样取值方式来确定m分管的流量 Q_m 是否处于规律连续或离散变化,迭代容错抽样取值方式为:

[0081] 迭代容错:

[0082] 存在m个值,在初始时刻 t_0 与下一时间周期点 t_1 之间,来记录m分管的流量 Q_m 与上一临近值的偏差: $Q_1 - Q_0 = X_1$ 、 $Q_2 - Q_1 = X_2$ 、 \dots 、 $Q_m - Q_{m-1} = X_m$;

[0083] 对偏差值求期望 $X = \frac{\sum_1^m X_m}{m}$,通过求得偏差值的方差 D_{X_m} 来确定m分管的流量 Q_m 是

否处于规律连续或离散变化,方差 D_{X_m} 的计算方式如下:

$$[0084] \quad D_{X_m} = \sqrt{(X_1 - X)^2 + (X_2 - X)^2 + \dots + (X_m - X)^2}$$

[0085] 通过抽样取值算法机制来缩小计算误差,抽样取值算法为:

$$[0086] \quad \text{设置抽样参数} k \begin{cases} k = C_m^{\frac{m}{2}}, & m \text{ 为偶} \\ k = C_m^{\frac{m+1}{2}}, & m \text{ 为奇} \end{cases};$$

[0087] 在分管的流量 Q_m 序列数据中随机组合抽取一定的数据,再取抽样数据均值的均值,进而通过抽样参数 K 的调和来使得计算值接近真实值。

[0088] 总管内液体容积的获取过程为:

[0089] B1、在初始时刻 t_0 与下一时间周期点 t_1 之间,总管液体流转平衡周期 τ 内,需要流量与横截面积及长度对时间进行积分求得总管内液体容积,即总管内液体容积的计算公式为公式(2):

$$[0090] \quad V_{O_m} = \int_{t_0}^{t_1} Q_q dt, \quad Q_{\min} \leq Q_q \leq Q_{\max} \quad (2)$$

[0091] 其中, V_{O_m} 为总管内液体容积, Q_q 为总管的流量。

[0092] 即平衡条件为约束方程: $V_{O_m} = V_{C_m}$ 。

[0093] 平衡条件的约束条件为:

[0094] a、流体没有相关的物理变化,或者温度的变化不影响流体体积的变化;

[0095] b、整个供水系统的中间过程不存在储存机构。

[0096] 本实施方式中,若 r 个 t_0 到 t_1 时间内,不满足单元平衡条件约束方程指数 $R \geq \frac{r}{2}$,触发多个摄像头巡检,多个摄像头进入机器视觉巡检模式采集实时图像并与标准图像库进行对比分析。

[0097] 摄像头还设有定周期自动轮巡模式和主动触发巡检模式。

[0098] 定周期自动轮巡模式:在设备正常运转且没有其他触发机制的情况下,摄像头自动按照预设逻辑顺序,多线程启动轮巡计划,定周期自动轮巡。

[0099] 主动触发巡检模式:在某些特殊情况下,需值守人员或相关工作人员主动发起巡检,对其进行检查与检验。

[0100] 本实施方式S4中,根据采集的实时图像与标准图像库进行对比分析的过程为:将采集的图像与标准图像进行对比分析,得出图像聚类与不匹配度,并对标准图像库进行实施分析。

[0101] 标准图像库建立过程为:对图片中的特征点进行标注,形成标准图像,设备及环境标准图像库。

[0102] 另外,在传感器实时采集的过程中,若发现异常,则触发告警。

[0103] 根据采集的图像与标准图像进行对比分析的结果进行告警。

[0104] 本实施方式S5中,执行子系统包括告警系统、闸门系统、水泵系统、阀门系统等,根据实时图像分析结果结合传感器采集的运行数据进行运算,并生成相应的控制指令控制执

行子系统进行相应的操作,然后反馈。

[0105] 本发明不局限于上述可选实施方式,任何人在本发明的启示下都可得出其他各种形式的产品,但不论在其形状或结构上作任何变化,凡是落入本发明权利要求界定范围内的技术方案,均落在本发明的保护范围之内。

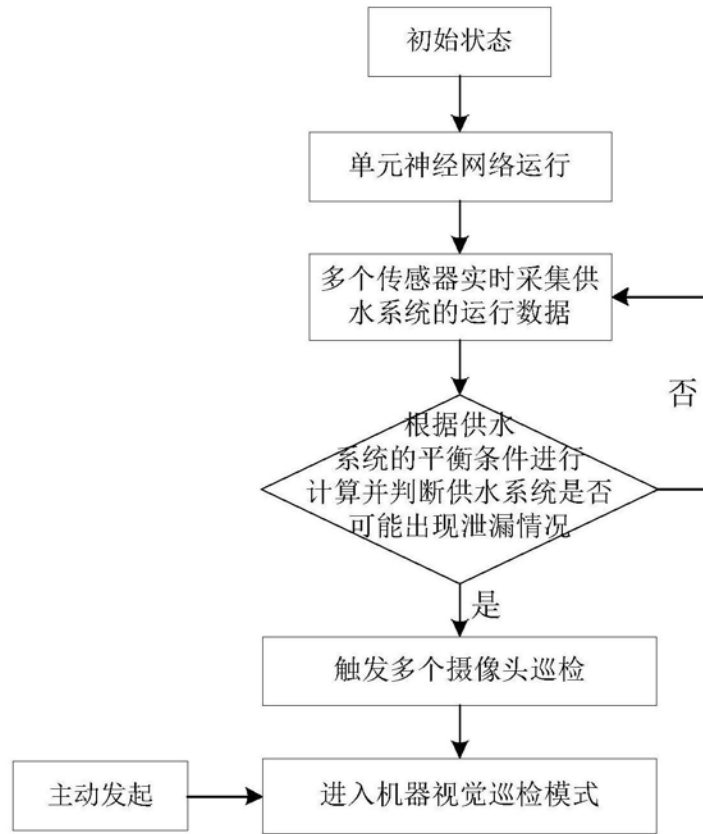


图1

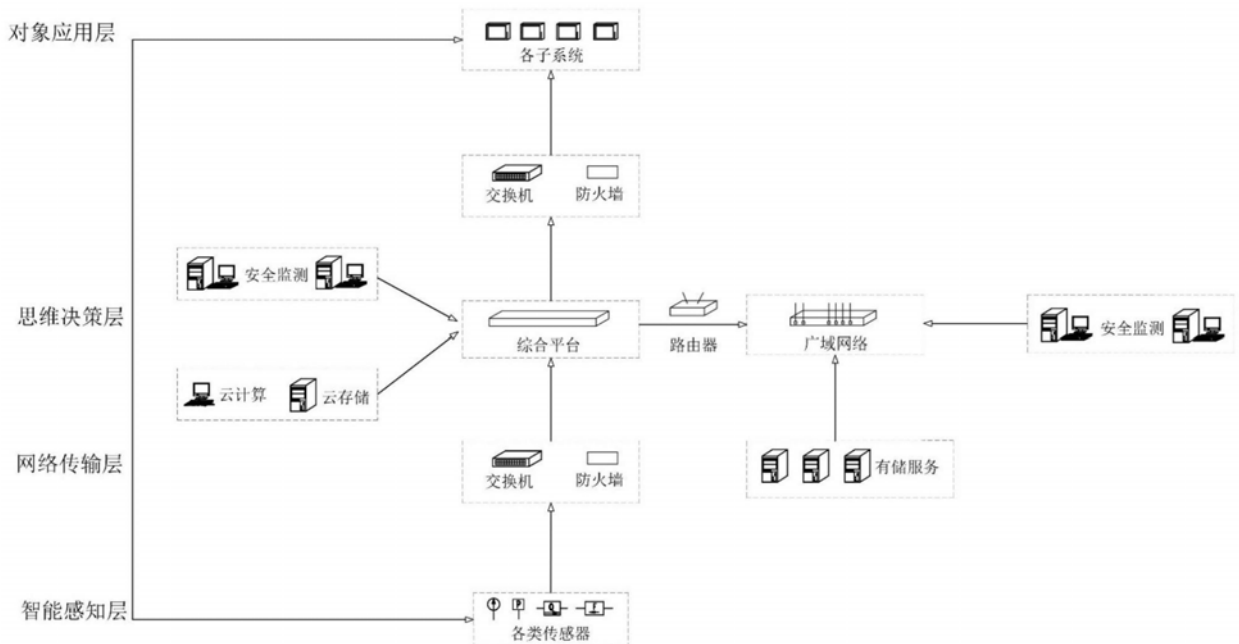


图2