



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116563499 A

(43) 申请公布日 2023. 08. 08

(21) 申请号 202310249157.7

(22) 申请日 2023.03.08

(71) 申请人 国网浙江省电力有限公司金华供电公司

地址 321000 浙江省金华市婺城区双溪西路420号

(72) 发明人 张一航 范旭明 王剑强 梁勋萍 程川 俞一峰 陆路 李嘉麒 钱肖 钱平 陈文通 张波 徐华 虞明智 胡俊华 江世进 汤益飞 潘宏伟 李丹东 杜晟炜 董升 陈聪 王晨光 卢帅帅 田志平 凌飞 颜诚 连玮琪 张静 洪功义

(74) 专利代理机构 杭州杭诚专利事务所有限公司 33109

专利代理师 邱顺富

(51) Int.Cl.

G06T 19/00 (2011.01)

H02J 13/00 (2006.01)

G06F 30/20 (2020.01)

G06F 9/451 (2018.01)

G06V 20/20 (2022.01)

G06F 111/18 (2020.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于元宇宙技术的变电站智能互动系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于元宇宙技术的变电站智能互动系统,包括数据采集模块,实时采集变电站的检测数据以及采集变电站的多角度视频数据;数据解析模块,对采集的数据进行解析后进行故障诊断并将数据分类存储;场景搭建模块,根据采集的视频数据与三维背景融合,构建变电站虚拟场景;虚拟人物控制模块,搭建虚拟人物形象,根据指令控制虚拟人物在变电站虚拟场景中的行动,与虚拟人物进行信息交互以及虚拟人物与虚拟人物之间进行信息交互;本发明通过元宇宙场景模型的建设,提高了巡检作业风险防控能力,为巡视作业的顺利实施提供安全保障,有助于减少现场重复巡视次数、降低现场作业风险概率及保障电网安全运行。



1. 一种基于元宇宙技术的变电站智能互动系统,其特征在于,包括:  
数据采集模块,实时采集变电站的检测数据以及采集变电站的多角度视频数据;  
数据解析模块,对采集的数据进行解析后进行故障诊断并将数据分类存储;  
场景搭建模块,根据采集的视频数据与三维背景融合,构建变电站虚拟场景;  
虚拟人物控制模块,搭建虚拟人物形象,根据指令控制虚拟人物在变电站虚拟场景中的行动,与虚拟人物进行信息交互以及虚拟人物与虚拟人物之间进行信息交互;  
主动感知模块,虚拟人物根据检测数据的变化进行场景切换,并对数据变化的设备进行缺陷分析后将分析结果进行展示。

2. 根据权利要求1所述的一种基于元宇宙技术的变电站智能互动系统,其特征在于,  
所述数据采集模块包括若干个传感器和若干架无人机,若干架所述无人机包括均搭载高清摄像头进行视频拍摄,包括全景航拍无人机、局部拍摄无人机、设备拍摄无人机和零件拍摄无人机,所述全景航拍无人机用于俯拍整个变电站的全部面貌视频数据,所述局部拍摄无人机对负责区域内的变电站进行多次重复拍摄,所述设备拍摄无人机对变电站的单一设备进行视频拍摄,所述零件拍摄无人机对设备进行放大后拍摄设备的每个零件的状态信息。

3. 根据权利要求2所述的一种基于元宇宙技术的变电站智能互动系统,其特征在于,  
所述传感器包括用于检测设备状态的红外传感器、用于检测设备温度的温度传感器、用于检测设备环境湿度的湿度传感器、用于检测设备电流的电流传感器、用于检测设备电压的电压传感器和用于检测设备工作状态的震动传感器。

4. 根据权利要求1或2或3所述的一种基于元宇宙技术的变电站智能互动系统,其特征在于,  
所述数据解析模块对采集数据进行解析后将解析数据压缩,采用自适应分类学习算法建立设备故障诊断规则集,根据设备故障诊断规则集对数据进行分类存储。

5. 根据权利要求4所述的一种基于元宇宙技术的变电站智能互动系统,其特征在于,  
所述设备故障诊断规则集的建立方法为:根据设备类型建立零件树状图,对设备零件以及故障类型进行标注,若被标注的设备零件与故障类型存在对应关系,则将设备零件与故障类型生成关系二元组后放入规则集中,否则,保留设备零件,重新寻找故障类型,进行故障类型替换,直到全部设备零件均产生对应的关系二元组,将全部的关系二元组根据零件树状图进行重新排序得到带有故障类型的故障诊断路径树状图。

6. 根据权利要求1所述的一种基于元宇宙技术的变电站智能互动系统,其特征在于,  
所述场景搭建模块搭建的场景还包括设备场景、电子电路场景和会议场景。

7. 根据权利要求6所述的一种基于元宇宙技术的变电站智能互动系统,其特征在于,  
所述虚拟人物包括用于在变电站虚拟场景中进行巡检的日常虚拟人物以及在会议场景进行会议讨论的会议虚拟人物,所述日常虚拟人物实时在线,所述会议虚拟人物根据会议讨论人员生成,所述会议场景为可移动的虚拟场景,当会议场景进行会议时所述日常虚拟人物将巡检信息传输到会议场景展示或会议场景随所述日常虚拟人物的巡检路线移动。

8. 根据权利要求6所述的一种基于元宇宙技术的变电站智能互动系统,其特征在于,  
所述主动感知模块获取数据解析模块的故障诊断数据并为虚拟人物建立巡检路线,当虚拟人物到达故障设备位置后,进行场景变换,将变电站虚拟场景转变为当前设备的设备

场景并通过矩阵变换将虚拟人物缩放,使虚拟人物与故障设备齐高,虚拟人物进行零件缺陷分析后将分析结果通过表情、动作、文字、语音、图片和/或流程图的方式进行展示。

9. 根据权利要求8所述的一种基于元宇宙技术的变电站智能互动系统,其特征在于,所述巡检路线的建立方法为:

获取虚拟人物当前位置信息;

获取变电站虚拟场景的空间信息,设置虚拟人物步长矩阵;

根据变电站虚拟场景的空间信息获取虚拟人物当前位置到的故障设备处所有路径图;

计算所有路径图所需的时间 $t$ ;

获取虚拟人物当前巡检任务中剩余需要巡检的设备位置;

根据 $P=At/Bk$ 进行路径选取,其中 $A$ 为路径所需的时间权重, $B$ 为对应路径中当前巡检任务中剩余需要巡检的设备数量权重, $K$ 为对应路径中当前巡检任务中剩余需要巡检的设备数量, $P$ 值越小,则巡检路线越优。

## 一种基于元宇宙技术的变电站智能互动系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及变电站巡检技术领域,尤其涉及一种基于元宇宙技术的变电站智能互动系统。

### 背景技术

[0002] 近年来,变电站的发展经历了从数字化变电站、智能变电站到新一代智能变电站的更替,全站实现了数字化,但与此相比,随着电网规模日益增长,传统运检模式与电网发展之间的矛盾突显,变电站和变电运检模式明显滞后。长期以来变电运检以人工现场作业为主,日常工作仍沿袭传统,大量工作仍采用人工就地操作、手动抄录、现场频繁往返等形式,新技术的优势未能得到充分利用和有效发挥。特别是无人值守站的规模呈现快速递增趋势的形势下,而变电作业人员呈现相对紧缺的困境下,变电站日常巡视计划安排的巡视周期相对较长和巡视频次相对较少,巡视力度不足和巡视效果不明显,容易出现漏检、重复巡检的现象。一旦发生突发事故,就会造成不可挽回的损失。

[0003] 例如,中国专利CN110286684A公开了一种变电站巡检机器人和变电站巡检系统;通过巡检机器人将变电站设备巡检流程标准化,以规范、有序的对校验工作进行引导和控制,使检验工作全过程安全可控、科学标准;但是该申请的巡检机器人在设备混乱以及电线复杂的变电站中,巡检效率较低,巡检效果较差。

### 发明内容

[0004] 本发明主要解决现有的技术中变电站的巡检效率差的问题;提供一种基于元宇宙技术的变电站智能互动系统,采用虚拟现实结合的方式进行变电站的日常巡检和故障感知,提高变电站的巡检效率,更好的对巡检信息进行展示。

[0005] 本发明的上述技术问题主要是通过下述技术方案得以解决的:一种基于元宇宙技术的变电站智能互动系统,包括数据采集模块,实时采集变电站的检测数据以及采集变电站的多角度视频数据;数据解析模块,对采集的数据进行解析后进行故障诊断并将数据分类存储;场景搭建模块,根据采集的视频数据与三维背景融合,构建变电站虚拟场景;虚拟人物控制模块,搭建虚拟人物形象,根据指令控制虚拟人物在变电站虚拟场景中的行动,与虚拟人物进行信息交互以及虚拟人物与虚拟人物之间进行信息交互;主动感知模块,虚拟人物根据检测数据的变化进行场景切换,并对数据变化的设备进行缺陷分析后将分析结果进行展示。场景搭建模块中集成多个物理模型,方便虚拟场景的快速建立,数据采集模块的传感器实时更新数据,保证了数据的实时性,集成多学科、多物理量、多尺度、多概率的仿真过程,在虚拟空间中完成映射,从而反映相对应的实体设备的全生命周期过程,元宇宙虚拟人物形象创建指设备部管理人员、电科院设备评价人员、变电站运维人员等进入元宇宙场景前创建虚拟数字人,具备数字化外形的虚拟人物,基于元宇宙技术的变电站实现监测全自动、智能化巡检,结合元宇宙变电站智能互动模块,实现典型故障、显著隐患的智能识别,逐步实现故障分析等功能,提高对数据的分析处理能力,实现巡检智能化。

[0006] 作为优选,所述的数据采集模块包括若干个传感器和若干架无人机,若干架所述无人机包括均搭载高清摄像头进行视频拍摄,包括全景航拍无人机、局部拍摄无人机、设备拍摄无人机和零件拍摄无人机,所述全景航拍无人机用于俯拍整个变电站的全部面貌视频数据,所述局部拍摄无人机对负责区域内的变电站进行多次重复拍摄,所述设备拍摄无人机对变电站的单一设备进行视频拍摄,所述零件拍摄无人机对设备进行放大后拍摄设备的每个零件的状态信息。

[0007] 作为优选,所述的传感器包括用于检测设备状态的红外传感器、用于检测设备温度的温度传感器、用于检测设备环境湿度的湿度传感器、用于检测设备电流的电流传感器、用于检测设备电压的电压传感器和用于检测设备工作状态的震动传感器。

[0008] 作为优选,所述的数据解析模块对采集数据进行解析后将解析数据压缩,采用自适应分类学习算法建立设备故障诊断规则集,根据设备故障诊断规则集对数据进行分类存储。

[0009] 作为优选,所述的设备故障诊断规则集的建立方法为:根据设备类型建立零件树状图,对设备零件以及故障类型进行标注,若被标注的设备零件与故障类型存在对应关系,则将设备零件与故障类型生成关系二元组后放入规则集中,否则,保留设备零件,重新寻找故障类型,进行故障类型替换,直到全部设备零件均产生对应的关系二元组,将全部的关系二元组根据零件树状图进行重新排序得到带有故障类型的故障诊断路径树状图。

[0010] 作为优选,所述的场景搭建模块搭建的场景还包括设备场景、电子电路场景和会议场景。

[0011] 作为优选,所述的虚拟人物包括用于在变电站虚拟场景中进行巡检的日常虚拟人物以及在会议场景进行会议讨论的会议虚拟人物,所述日常虚拟人物实时在线,所述会议虚拟人物根据会议讨论人员生成,所述会议场景为可移动的虚拟场景,当会议场景进行会议时所述日常虚拟人物将巡检信息传输到会议场景展示或会议场景随所述日常虚拟人物的巡检路线移动。

[0012] 作为优选,所述的主动感知模块获取数据解析模块的故障诊断数据并为虚拟人物建立巡检路线,当虚拟人物到达故障设备位置后,进行场景变换,将变电站虚拟场景转变为当前设备的设备场景并通过矩阵变换将虚拟人物缩放,使虚拟人物与故障设备齐高,虚拟人物进行零件缺陷分析后将分析结果通过表情、动作、文字、语音、图片和/或流程图的方式进行展示。

[0013] 作为优选,所述的巡检路线的建立方法为:获取虚拟人物当前位置信息;获取变电站虚拟场景的空间信息,设置虚拟人物步长矩阵;根据变电站虚拟场景的空间信息获取虚拟人物当前位置到的故障设备处所有路径图;计算所有路径图所需的时间 $t$ ;获取虚拟人物当前巡检任务中剩余需要巡检的设备位置;根据 $P=At/Bk$ 进行路径选取,其中 $A$ 为路径所需的时间权重, $B$ 为对应路径中当前巡检任务中剩余需要巡检的设备数量权重, $K$ 为对应路径中当前巡检任务中剩余需要巡检的设备数量, $P$ 值越小,则巡检路线越优。

[0014] 本发明的有益效果是:通过元宇宙场景模型的建设,有益于在元宇宙中呈现现实设备与数字化设备的高度融合,为建设元宇宙中的智能互动场景,实现大量的数字化仿真建模分析,为智能变电站、数字变电站提供更加多源的数字化、信息化的有效验证手段;通过虚拟现实结合的方式,更加方便高效的完成对变电站的日常巡检和故障巡检,提高巡检

效率;利用元宇宙设备状态感知能力,对实时感知数据进行异常工况判断,对存在异常的数据上报给元宇宙大脑进行更加精确的诊断和分析,并将发现的设备缺陷及时推送给巡检人员,实现设备缺陷的主动预警;提高巡检作业风险防控能力,为巡视作业的顺利实施提供安全保障,有助于减少现场重复巡视次数、降低现场作业风险概率及保障电网安全运行。

### 附图说明

[0015] 图1是本发明实施例的变电站智能互动系统的结构框图。

[0016] 图中1、数据采集模块,2、数据解析模块,3、场景搭建模块,4、虚拟人物控制模块,5、主动感知模块。

### 具体实施方式

[0017] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,通过下述实施例并结合附图,对本发明实施例中的技术方案的进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定发明。

[0018] 实施例:一种基于元宇宙技术的变电站智能互动系统,如图1所示,包括数据采集模块1、数据解析模块2、场景搭建模块3、虚拟人物控制模块4和主动感知模块5,数据采集模块分别和数据解析模块以及场景搭建模块连接,数据解析模块与主动感知模块连接,场景搭建模块与虚拟人物控制模块连接,虚拟人物控制模块与主动感知模块连接。

[0019] 其中,数据采集模块,实时采集变电站的检测数据以及采集变电站的多角度视频数据;数据解析模块,对采集的数据进行解析后进行故障诊断并将数据分类存储;场景搭建模块,根据采集的视频数据与三维背景融合,构建变电站虚拟场景;虚拟人物控制模块,搭建虚拟人物形象,根据指令控制虚拟人物在变电站虚拟场景中的行动,与虚拟人物进行信息交互以及虚拟人物与虚拟人物之间进行信息交互;主动感知模块,虚拟人物根据检测数据的变化进行场景切换,并对数据变化的设备进行缺陷分析后将分析结果进行展示。

[0020] 进一步的,数据采集模块包括若干个传感器和若干架无人机,若干架无人机包括均搭载高清摄像头进行视频拍摄,包括全景航拍无人机、局部拍摄无人机、设备拍摄无人机和零件拍摄无人机,全景航拍无人机用于俯拍整个变电站的全部面貌视频数据,局部拍摄无人机对负责区域内的变电站进行多次重复拍摄,设备拍摄无人机对变电站的单一设备进行视频拍摄,零件拍摄无人机对设备进行放大后拍摄设备的每个零件的状态信息。

[0021] 传感器包括用于检测设备状态的红外传感器、用于检测设备温度的温度传感器、用于检测设备环境湿度的湿度传感器、用于检测设备电流的电流传感器、用于检测设备电压的电压传感器和用于检测设备工作状态的震动传感器,不同的传感器分布设置在不同的电力设备上,用于感知电力设备的状态信息,方便数据解析模块对设备进行故障判断。

[0022] 进一步的,数据采集也可以直接从国网现有的设备感知系统进行数据融合导入,通过现有的物联管理平台,将变电站的环境感知信息、主设备状态感知信息以及辅助设备感知信息导入到数据采集模块中,减少了传感器的布置成本,加快了数据采集的速度。

[0023] 数据解析模块对采集数据进行解析后将解析数据压缩,采用自适应分类学习算法建立设备故障诊断规则集,根据设备故障诊断规则集对数据进行分类存储。

[0024] 设备故障诊断规则集的建立方法为:根据设备类型建立零件树状图,对设备零件

以及故障类型进行标注,若被标注的设备零件与故障类型存在对应关系,则将设备零件与故障类型生成关系二元组后放入规则集中,否则,保留设备零件,重新寻找故障类型,进行故障类型替换,直到全部设备零件均产生对应的关系二元组,将全部的关系二元组根据零件树状图进行重新排序得到带有故障类型的故障诊断路径树状图。

[0025] 场景搭建模块搭建的场景还包括设备场景、电子电路场景和会议场景,虚拟人物包括用于在变电站虚拟场景中进行巡检的日常虚拟人物以及在会议场景进行会议讨论的会议虚拟人物,所述日常虚拟人物实时在线,会议虚拟人物根据会议讨论人员生成,会议场景为可移动的虚拟场景,当会议场景进行会议时所述日常虚拟人物将巡检信息传输到会议场景展示或会议场景随所述日常虚拟人物的巡检路线移动。

[0026] 主动感知模块获取数据解析模块的故障诊断数据并为虚拟人物建立巡检路线,当虚拟人物到达故障设备位置后,进行场景变换,将变电站虚拟场景转变为当前设备的设备场景并通过矩阵变换将虚拟人物缩放,使虚拟人物与故障设备齐高,虚拟人物进行零件缺陷分析后将分析结果通过表情、动作、文字、语音、图片和/或流程图的方式进行展示。

[0027] 搭建基于元宇宙技术的变电智能互动入口界面,在变电元宇宙容器内,创建管理者、专家、巡视检修人员等不同角色。其次,为不同角色创建互动渠道,以实现变电元宇宙场景下,虚拟数字人之间的内容传递,包括传达真实世界人物情绪的表情、动作、文字、语音、图片和流程等。

[0028] 首先,确定专家会诊在哪个场景进行,都由哪些人参与,会议讨论内容,会议开始时间及会议时长等。其次,由发起人创建会议通知,通知审批人以及参与者。再次,审批人及参与者接收通知内容,并进行签收确认。然后,按照会议开始时间进入到专家会诊场景。最后,多专业、不同角色的会议虚拟人物开始远程专家会诊。会诊结论由记录人员生成会议纪要,并通过邮件分发给会议参与人员。利用元宇宙变电异常工况设备缺陷、隐患发现及预警技术,通过建立巡视规则,预制变电巡视业务情景交互流程,为虚拟人物配置形象能力、表达能力、感知及互动能力。利用实时语音和文字对话进行信息交互,在元宇宙变电巡视场景中构建虚拟多人线上会议沟通,联合各专家线上诊断当前异常故障设备状况,并将会诊结果实时显示在场景中,实现元宇宙变电巡视业务流程信息交互。

[0029] 巡检路线的建立方法为:获取虚拟人物当前位置信息;获取变电站虚拟场景的空间信息,设置虚拟人物步长矩阵;根据变电站虚拟场景的空间信息获取虚拟人物当前位置到的故障设备处所有路径图;计算所有路径图所需的时间 $t$ ;获取虚拟人物当前巡检任务中剩余需要巡检的设备位置;根据 $P=At/Bk$ 进行路径选取,其中 $A$ 为路径所需的时间权重, $B$ 为对应路径中当前巡检任务中剩余需要巡检的设备数量权重, $K$ 为对应路径中当前巡检任务中剩余需要巡检的设备数量, $P$ 值越小,则巡检路线越优。

[0030] 进一步,本发明设置有用用于日常虚拟人物进行巡检展示的显示屏和用于会议虚拟人物进行会议讨论的元宇宙接口设备,其元宇宙接口设备为头显设备,可显示虚拟场景或现实场景或虚拟现实结合的场景,头显设备包括外壳、主控器和与主控器相连的显示屏、声音传感器、扬声器、肢体动作传感器、定位模块、可连接网络的通讯模块;可以通过网络远程连接和控制云端计算机,可连接云端计算机并显示云端计算机的桌面图像,可显示虚拟键盘、虚拟鼠标、虚拟人手,虚拟键盘显示于桌面图像的下方,虚拟鼠标显示于虚拟键盘的右侧;MR头显设备还包括人手扫描跟踪系统,扫描和跟踪下方人手的位置和每个手指的动作

轨迹,当手或手指动作时虚拟人手也做相应的动作。

[0031] 进一步的,元宇宙接口设备为全景感知设备,包括头显设备和身体感知设备,参会人员与会议虚拟人物进行登录关联后,通过头显设备和身体感知设备控制会议虚拟人物产生动作。

[0032] 进一步的,用户可通过全景感知设备接管日常虚拟人物的控制,包括改变日常虚拟人物的形象,改变日常虚拟人物的巡检目标、巡检路线以及根据用户的动作产生相应的动作,同时,日常虚拟人物的视角与用户的视角相同,使得电网工作人员更好的进行变电站的巡检,对于特殊的巡检任务具有更加灵活的处理方式,提高了巡检效率。

[0033] 以上所述的实施例只是本发明的一种较佳的方案,并非对本发明作任何形式上的限制,在不超出权利要求所记载的技术方案的前提下还有其它的变体及改型。

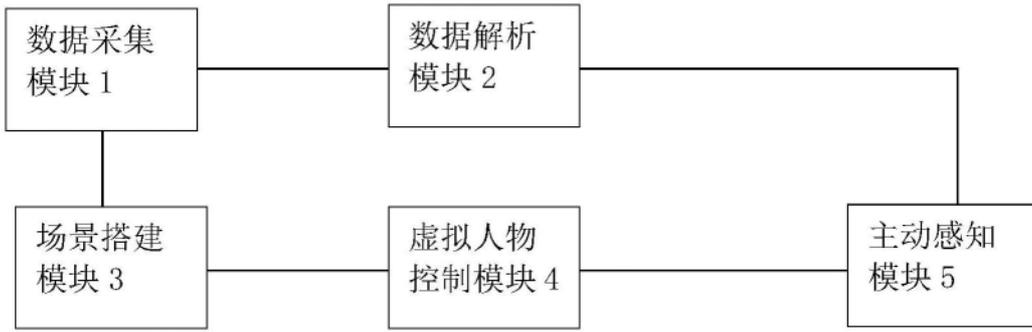


图1