



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114359475 B

(45) 授权公告日 2024.04.16

(21) 申请号 202111479761.6

(22) 申请日 2021.12.03

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 114359475 A

(43) 申请公布日 2022.04.15

(73) 专利权人 广东电网有限责任公司电力科学  
研究院

地址 510000 广东省广州市越秀区东风东  
路水均岗8号

专利权人 南方电网科学研究院有限责任公  
司

(72) 发明人 张帅 孙帅 赵林杰 姚聪伟  
饶章权 彭在兴 王颂 李兴旺  
杨贤 温爱辉 宋坤宇 庞小峰  
张任驰

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限  
公司 44202

专利代理师 麦小婵

(51) Int. Cl.

G06T 17/00 (2006.01)

G06T 19/20 (2011.01)

G06T 15/00 (2011.01)

G06T 13/20 (2011.01)

(56) 对比文件

CN 111161410 A, 2020.05.15

CN 111950066 A, 2020.11.17

CN 112084675 A, 2020.12.15

KR 102199940 B1, 2021.01.07

WO 2021031454 A1, 2021.02.25

郑伟皓;周星宇;吴虹坪;李红梅;朱新童;文  
林江.基于三维GIS技术的公路交通数字孪生系  
统.计算机集成制造系统.2020,(第01期),全文.  
周海伟.基于DT/AR技术的智能工厂信息系  
统设计开发.信息与电脑(理论版).2020,(第13  
期),全文.

审查员 王敏

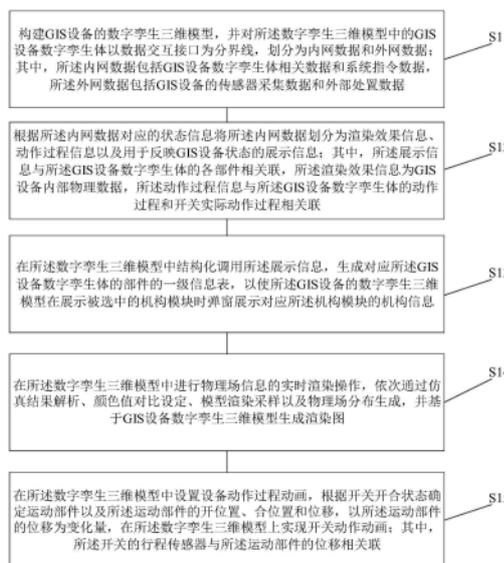
权利要求书3页 说明书10页 附图2页

(54) 发明名称

一种GIS设备数字孪生三维模型展示方法、  
装置及设备

(57) 摘要

本发明公开了一种GIS设备数字孪生三维模  
型展示方法,包括:构建GIS设备的数字孪生三维  
模型,并以数据交互接口为分界线,划分内网数  
据和外网数据;根据对应的状态信息将内网数据  
划分为渲染效果信息、动作过程信息和展示信  
息;在数字孪生三维模型中调用所述展示信息,  
以使GIS设备的数字孪生三维模型弹窗展示对  
应机构模块的机构信息;在数字孪生三维模型  
中依次进行仿真结果解析、颜色值对比设定、  
模型渲染采样以及物理场分布生成,以生成和  
展示渲染图;在数字孪生三维模型中根据开关  
开合状态确定运动部件的开位置、合位置和位  
移,实现开关动画展示。本发明能够通过数字  
技术分类实现GIS设备状态信息的可视化展示。



1. 一种GIS设备数字孪生三维模型展示方法,其特征在于,包括:

构建GIS设备的数字孪生三维模型,并对所述数字孪生三维模型中的GIS设备数字孪生体以数据交互接口为分界线,划分为内网数据和外网数据;其中,所述内网数据包括GIS设备数字孪生体相关数据和系统指令数据,所述外网数据包括GIS设备的传感器采集数据和外部处置数据;

根据所述内网数据对应的状态信息将所述内网数据划分为渲染效果信息、动作过程信息以及用于反映GIS设备状态的展示信息;其中,所述展示信息与所述GIS设备数字孪生体的各部件相关联,所述渲染效果信息为GIS设备内部物理数据,所述动作过程信息与所述GIS设备数字孪生体的动作过程和开关实际动作过程相关联;

在所述数字孪生三维模型中结构化调用所述展示信息,生成对应所述GIS设备数字孪生体的部件的一级信息表,以使所述GIS设备的数字孪生三维模型在展示被选中的机构模块时弹窗展示对应所述机构模块的机构信息;

在所述数字孪生三维模型中进行物理场信息的实时渲染操作,依次通过仿真结果解析、颜色值对比设定、模型渲染采样以及物理场分布生成,并基于GIS设备数字孪生三维模型生成渲染图;

在所述数字孪生三维模型中设置设备动作过程动画,根据开关开合状态确定运动部件以及所述运动部件的开位置、合位置和位移,以所述运动部件的位移为变化量,在所述数字孪生三维模型上实现开关动作动画;其中,所述开关的行程传感器与所述运动部件的位移相关联。

2. 如权利要求1所述的GIS设备数字孪生三维模型展示方法,其特征在于,所述GIS设备的数字孪生三维模型在展示被选中的机构模块时弹窗展示对应所述机构模块的机构信息,具体为:

在接收到用户在所述GIS设备数字孪生体的部件上的点触指令之后,弹出与所述GIS设备数字孪生体的部件对应的一级信息表,在所述GIS设备的数字孪生三维模型界面上展示机构初级信息;

在接收到用户在所述一级信息表上的点触指令之后,在所述GIS设备的数字孪生三维模型界面上展示机构细化信息。

3. 如权利要求1所述的GIS设备数字孪生三维模型展示方法,其特征在于,所述在所述数字孪生三维模型中进行物理场信息的实时渲染操作,依次通过仿真结果解析、颜色值对比设定、模型渲染采样以及物理场分布生成,并基于GIS设备数字孪生三维模型生成渲染图,具体为:

通过所述数字孪生三维模型将物理场运行分布结果数据转换为二进制仿真数据并存放放到bin文件中,以形成二进制仿真数据文件;

通过Python解析器将所述二进制仿真数据文件.bin内容按照数据结构样式转换成csv格式的位置值和物理场值,获得物理场数据,并通过所述Python解析器将所述位置值和所述物理场数据以键值对的形式存放放到数据库中;

预设物理场值对应颜色的渲染参考标尺,包括最小值表现为蓝色(RGB:0,38,255),中位值表现为黄色(RGB:255,216,0),最大值表现为红色(RGB:255,0,0);

从所述数字孪生三维模型中获取预先设定的在渲染处理时所涉及的采样信息,并根据

所述采样信息对待渲染对象进行采样以获取第一采样信息,根据所述第一采样信息生成初步渲染图;

根据所述位置值和所述物理场值对所述初步渲染图进行再次采样,以得到第二采样信息,并根据所述第二采样信息与所述数字孪生三维模型耦合计算生成最终渲染图。

4.如权利要求1所述的GIS设备数字孪生三维模型展示方法,其特征在于,所述在所述数字孪生三维模型中设置设备动作过程动画,根据开关开合状态确定运动部件以及所述运动部件的开位置、合位置和位移,以所述运动部件的位移为变化量,在所述数字孪生三维模型上实现开关动作动画;其中,所述开关的行程传感器与所述运动部件的位移相关联,具体为:

根据开关开合状态确定运动部件以及所述运动部件的开位置、合位置和位移,设置所述动作过程信息中的运动部件的位移作为变化量;

在开关接收到动作指令后,根据所述外网数据中的机构速度曲线和行程曲线,计算获得所述运动部件的时间位移曲线;

获取所述运动部件的实时位移作为动画的输入,以通过控制所述运动部件的位置实现GIS设备模型动作信息与实体关联。

5.一种GIS设备数字孪生三维模型展示装置,其特征在于,包括:

模型构建模块,用于构建GIS设备的数字孪生三维模型,并对所述数字孪生三维模型中的GIS设备数字孪生体以数据交互接口为分界线,划分为内网数据和外网数据;其中,所述内网数据包括GIS设备数字孪生体相关数据和系统指令数据,所述外网数据包括GIS设备的传感器采集数据和外部处置数据;

数据划分模块,用于根据所述内网数据对应的状态信息将所述内网数据划分为渲染效果信息、动作过程信息以及用于反映GIS设备状态的展示信息;其中,所述展示信息与所述GIS设备数字孪生体的各部件相关联,所述渲染效果信息为GIS设备内部物理数据,所述动作过程信息与所述GIS设备数字孪生体的动作过程和开关实际动作过程相关联;

一级展示模块,用于在所述数字孪生三维模型中结构化调用所述展示信息,生成对应所述GIS设备数字孪生体的部件的一级信息表,以使所述GIS设备的数字孪生三维模型在展示被选中的机构模块时弹窗展示对应所述机构模块的机构信息;

二级展示模块,用于在所述数字孪生三维模型中进行物理场信息的实时渲染操作,依次通过仿真结果解析、颜色值对比设定、模型渲染采样以及物理场分布生成,并基于GIS设备数字孪生三维模型生成渲染图;

三级展示模块,用于在所述数字孪生三维模型中设置设备动作过程动画,根据开关开合状态确定运动部件以及所述运动部件的开位置、合位置和位移,以所述运动部件的位移为变化量,在所述数字孪生三维模型上实现开关动作动画;其中,所述开关的行程传感器与所述运动部件的位移相关联。

6.如权利要求5所述的GIS设备数字孪生三维模型展示装置,其特征在于,所述一级展示模块用于使所述GIS设备的数字孪生三维模型在展示被选中的机构模块时弹窗展示对应所述机构模块的机构信息,具体为:

在接收到用户在所述GIS设备数字孪生体的部件上的点触指令之后,弹出与所述GIS设备数字孪生体的部件对应的一级信息表,在所述GIS设备的数字孪生三维模型界面上展示

机构初级信息；

在接收到用户在所述一级信息表上的点触指令之后,在所述GIS设备的数字孪生三维模型界面上展示机构细化信息。

7.如权利要求5所述的GIS设备数字孪生三维模型展示装置,其特征在于,所述二级展示模块,包括:

数据存储单元,用于通过通过所述数字孪生三维模型将物理场运行分布结果数据转换为二进制仿真数据存放到bin文件以形成二进制仿真数据文件;

数据解析单元,用于通过Python解析器将所述二进制仿真数据文件.bin内容按照数据结构样式转换成csv格式的位置值和物理场值,获得物理场数据,并通过所述Python解析器将所述位置值和所述物理场数据以键值对的形式存放到数据库中;

参数设置单元,用于预设物理场值对应颜色的渲染参考标尺,包括最小值表现为蓝色(RGB:0,38,255),中位值表现为黄色(RGB:255,216,0),最大值表现为红色(RGB:255,0,0);

初步渲染单元,用于从所述数字孪生三维模型中获取预先设定的在渲染处理时所涉及的采样信息,并根据所述采样信息对待渲染对象进行采样以获取第一采样信息,根据所述第一采样信息生成初步渲染图;

渲染展示单元,用于根据所述位置值和所述物理场值对所述初步渲染图进行再次采样,以得到第二采样信息,并根据所述第二采样信息与所述数字孪生三维模型耦合计算生成最终渲染图。

8.如权利要求5所述的GIS设备数字孪生三维模型展示装置,其特征在于,所述三级展示模块,包括:

位移设置单元,用于根据开关开合状态确定运动部件以及所述运动部件的开位置、合位置和位移,设置所述动作过程信息中的运动部件的位移作为变化量;

数据转换单元,用于在开关接收到动作指令后,根据所述外网数据中的机构速度曲线和行程曲线,计算获得所述运动部件的时间位移曲线;

动作展示单元,用于获取所述运动部件的实时位移作为动画的输入,以通过控制所述运动部件的位置实现GIS设备模型动作信息与实体关联。

9.一种终端设备,其特征在于,包括处理器、存储器以及存储在所述存储器中且被配置为由所述处理器执行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求1至4中任意一项所述的GIS设备数字孪生三维模型展示方法。

## 一种GIS设备数字孪生三维模型展示方法、装置及设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电气工程技术领域,尤其是涉及一种GIS设备数字孪生三维模型展示方法、装置及终端设备。

### 背景技术

[0002] 气体绝缘组合电器(GIS)是电力系统中的重要设备,随着电网电压等级和容量的不断提高,GIS设备故障率也随之增加。GIS设备是全封闭组合结构设备,一旦发生故障,维修时间较长,造成的影响和损失就很大。因此,GIS设备的稳定、可靠运行对电力系统的安全、稳定具有非常重要的意义。目前在数字技术发展的推动下,探索实现电力装备的智慧互联及智能运维的新技术,推进先进数字技术与业务融合,促进电网变电设备运行管理的全面转型升级,是时代发展的必然趋势,因此如何利用数字技术实现GIS设备的可视化展示是现阶段需要克服的问题。

### 发明内容

[0003] 本发明提供一种GIS设备数字孪生三维模型展示方法、装置及设备,能够利用数字技术实现GIS设备的可视化展示。

[0004] 为了解决上述技术问题,本发明实施例提供了一种GIS设备数字孪生三维模型展示方法,包括:

[0005] 构建GIS设备的数字孪生三维模型,并对所述数字孪生三维模型中的GIS设备数字孪生体以数据交互接口为分界线,划分为内网数据和外网数据;其中,所述内网数据包括GIS设备数字孪生体相关数据和系统指令数据,所述外网数据包括GIS设备的传感器采集数据和外部处置数据;

[0006] 根据所述内网数据对应的状态信息将所述内网数据划分为渲染效果信息、动作过程信息以及用于反映GIS设备状态的展示信息;其中,所述展示信息与所述GIS设备数字孪生体的各部件相关联,所述渲染效果信息为GIS设备内部物理数据,所述动作过程信息与所述GIS设备数字孪生体的动作过程和开关实际动作过程相关联;

[0007] 在所述数字孪生三维模型中结构化调用所述展示信息,生成对应所述GIS设备数字孪生体的部件的一级信息表,以使所述GIS设备的数字孪生三维模型在展示被选中的机构模块时弹窗展示对应所述机构模块的机构信息;

[0008] 在所述数字孪生三维模型中进行物理场信息的实时渲染操作,依次通过仿真结果解析、颜色值对比设定、模型渲染采样以及物理场分布生成,并基于GIS设备数字孪生三维模型生成渲染图;

[0009] 在所述数字孪生三维模型中设置设备动作过程动画,根据开关开合状态确定运动部件以及所述运动部件的开位置、合位置和位移,以所述运动部件的位移为变化量,在所述数字孪生三维模型上实现开关动作动画;其中,所述开关的行程传感器与所述运动部件的位移相关联。

[0010] 作为进一步改进,所述GIS设备的数字孪生三维模型在展示被选中的机构模块时弹窗展示对应所述机构模块的机构信息,具体为:

[0011] 在接收到用户在所述GIS设备数字孪生体的部件上的点触指令之后,弹出与所述GIS设备数字孪生体的部件对应的一级信息表,在所述GIS设备的数字孪生三维模型界面上展示机构初级信息;

[0012] 在接收到用户在所述一级信息表上的点触指令之后,在所述GIS设备的数字孪生三维模型界面上展示机构细化信息。

[0013] 作为进一步改进,所述在所述数字孪生三维模型中进行物理场信息的实时渲染操作,依次通过仿真结果解析、颜色值对比设定、模型渲染采样以及物理场分布生成,并基于GIS设备数字孪生三维模型生成渲染图,具体为:

[0014] 通过所述数字孪生三维模型将物理场运行分布结果数据转换为二进制仿真数据并存放至bin文件中,以形成二进制仿真数据文件;

[0015] 通过Python解析器将所述二进制仿真数据文件.bin内容按照数据结构样式转换成csv格式的位置值和物理场值,获得物理场数据,并通过所述Python解析器将所述位置值和所述物理场数据以键值对的形式存放至数据库中;

[0016] 预设物理场值对应颜色的渲染参考标尺,包括最小值表现为蓝色(RGB:0,38,255),中位值表现为黄色(RGB:255,216,0),最大值表现为红色(RGB:255,0,0);

[0017] 从所述数字孪生三维模型中获取预先设定的在渲染处理时所涉及的采样信息,并根据所述采样信息对待渲染对象进行采样以获取第一采样信息,根据所述第一采样信息生成初步渲染图;

[0018] 根据所述位置值和所述物理场值对所述初步渲染图进行再次采样,以得到第二采样信息,并根据所述第二采样信息与所述数字孪生三维模型耦合计算生成最终渲染图。

[0019] 作为进一步改进,所述在所述数字孪生三维模型中设置设备动作过程动画,根据开关开合状态确定运动部件以及所述运动部件的开位置、合位置和位移,以所述运动部件的位移为变化量,在所述数字孪生三维模型上实现开关动作动画;其中,所述开关的行程传感器与所述运动部件的位移相关联,具体为:

[0020] 根据开关开合状态确定运动部件以及所述运动部件的开位置、合位置和位移,设置所述动作过程信息中的运动部件的位移作为变化量;

[0021] 在开关接收到动作指令后,根据所述外网数据中的机构速度曲线和行程曲线,计算获得所述运动部件的时间位移曲线;

[0022] 获取所述运动部件的实时位移作为动画的输入,以通过控制所述运动部件的位置实现GIS设备模型动作信息与实体关联。

[0023] 为实现上述目的,本发明实施例对应提供了一种GIS设备数字孪生三维模型展示装置,包括:

[0024] 模型构建模块,用于构建GIS设备的数字孪生三维模型,并对所述数字孪生三维模型中的GIS设备数字孪生体以数据交互接口为分界线,划分为内网数据和外网数据;其中,所述内网数据包括GIS设备数字孪生体相关数据和系统指令数据,所述外网数据包括GIS设备的传感器采集数据和外部处置数据;

[0025] 数据划分模块,用于根据所述内网数据对应的状态信息将所述内网数据划分为渲

染效果信息、动作过程信息以及用于反映GIS设备状态的展示信息；其中，所述展示信息与所述GIS设备数字孪生体的各部件相关联，所述渲染效果信息为GIS设备内部物理数据，所述动作过程信息与所述GIS设备数字孪生体的动作过程和开关实际动作过程相关联；

[0026] 一级展示模块，用于在所述数字孪生三维模型中结构化调用所述展示信息，生成对应所述GIS设备数字孪生体的部件的一级信息表，以使所述GIS设备的数字孪生三维模型在展示被选中的机构模块时弹窗展示对应所述机构模块的机构信息；

[0027] 二级展示模块，用于在所述数字孪生三维模型中进行物理场信息的实时渲染操作，依次通过仿真结果解析、颜色值对比设定、模型渲染采样以及物理场分布生成，并基于GIS设备数字孪生三维模型生成渲染图；

[0028] 三级展示模块，用于在所述数字孪生三维模型中设置设备动作过程动画，根据开关开合状态确定运动部件以及所述运动部件的开位置、合位置和位移，以所述运动部件的位移为变化量，在所述数字孪生三维模型上实现开关动作动画；其中，所述开关的行程传感器与所述运动部件的位移相关联。

[0029] 作为进一步改进，所述二级展示模块，包括：

[0030] 数据存储单元，用于通过所述数字孪生三维模型将物理场运行分布结果数据转换为二进制仿真数据存放到bin文件以形成二进制仿真数据文件；

[0031] 数据解析单元，用于通过Python解析器将所述二进制仿真数据文件.bin内容按照数据结构样式转换成csv格式的位置值和物理场值，获得物理场数据，并通过所述Python解析器将所述位置值和所述物理场数据以键值对的形式存放到数据库中；

[0032] 参数设置单元，用于预设物理场值对应颜色的渲染参考标尺，包括最小值表现为蓝色(RGB:0,38,255)，中位值表现为黄色(RGB:255,216,0)，最大值表现为红色(RGB:255,0,0)；

[0033] 初步渲染单元，用于从所述数字孪生三维模型中获取预先设定的在渲染处理时所涉及的采样信息，并根据所述采样信息对待渲染对象进行采样以获取第一采样信息，根据所述第一采样信息生成初步渲染图；

[0034] 渲染展示单元，用于根据所述位置值和所述物理场值对所述初步渲染图进行再次采样，以得到第二采样信息，并根据所述第二采样信息与所述数字孪生三维模型耦合计算生成最终渲染图。

[0035] 作为进一步改进，所述三级展示模块，包括：

[0036] 位移设置单元，用于根据开关开合状态确定运动部件以及所述运动部件的开位置、合位置和位移，设置所述动作过程信息中的运动部件的位移作为变化量；

[0037] 数据转换单元，用于在开关接收到动作指令后，根据所述外网数据中的机构速度曲线和行程曲线，计算获得所述运动部件的时间位移曲线；

[0038] 动作展示单元，用于获取所述运动部件的实时位移作为动画的输入，以通过控制所述运动部件的位置实现GIS设备模型动作信息与实体关联。

[0039] 为实现上述目的，本发明实施例还提供了一种终端设备，包括处理器、存储器以及存储在所述存储器中且被配置为由所述处理器执行的计算机程序，所述处理器执行所述计算机程序时实现上述发明实施例所述的GIS设备数字孪生三维模型展示方法。

[0040] 相比于现有技术，本发明实施例具有如下有益效果：

[0041] 本发明首先构建GIS设备的数字孪生三维模型,并对所述数字孪生三维模型中的GIS设备数字孪生体以数据交互接口为分界线,划分为内网数据和外网数据;其次,根据所述内网数据对应的状态信息将所述内网数据划分为渲染效果信息、动作过程信息以及用于反映GIS设备状态的展示信息;然后,本发明在所述数字孪生三维模型中结构化调用所述展示信息,生成对应所述GIS设备数字孪生体的部件的一级信息表,以使所述GIS设备的数字孪生三维模型在展示被选中的机构模块时弹窗展示对应所述机构模块的机构信息;此外,在所述数字孪生三维模型中进行物理场信息的实时渲染操作,依次通过仿真结果解析、颜色值对比设定、模型渲染采样以及物理场分布生成,并基于GIS设备数字孪生三维模型生成渲染图;不仅如此,本发明还在所述数字孪生三维模型中设置设备动作过程动画,根据开关开合状态确定运动部件以及所述运动部件的开位置、合位置和位移,以所述运动部件的位移为变化量,在所述数字孪生三维模型上实现开关动作动画展示。本发明通过数字技术分类实现GIS设备的可视化展示,能够更直观且实时地向用户展示GIS设备的状态信息。

### 附图说明

- [0042] 图1是本发明一实施例提供的GIS设备数字孪生三维模型展示方法的流程示意图;  
[0043] 图2是本发明一实施例提供的GIS设备数字孪生三维模型展示装置的结构示意图;  
[0044] 图3是本发明一实施例提供的一种终端设备的结构框图。

### 具体实施方式

[0045] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0046] 参见图1,是本发明一实施例提供的一种GIS设备数字孪生三维模型展示方法的流程示意图。

[0047] 本发明实施例提供的GIS设备数字孪生三维模型展示方法方法,包括步骤:

[0048] S11、构建GIS设备的数字孪生三维模型,并对所述数字孪生三维模型中的GIS设备数字孪生体以数据交互接口为分界线,划分为内网数据和外网数据;其中,所述内网数据包括GIS设备数字孪生体相关数据和系统指令数据,所述外网数据包括GIS设备的传感器采集数据和外部处置数据;

[0049] S12、根据所述内网数据对应的状态信息将所述内网数据划分为渲染效果信息、动作过程信息以及用于反映GIS设备状态的展示信息;其中,所述展示信息与所述GIS设备数字孪生体的各部件相关联,所述渲染效果信息为GIS设备内部物理数据,所述动作过程信息与所述GIS设备数字孪生体的动作过程和开关实际动作过程相关联;

[0050] S13、在所述数字孪生三维模型中结构化调用所述展示信息,生成对应所述GIS设备数字孪生体的部件的一级信息表,以使所述GIS设备的数字孪生三维模型在展示被选中的机构模块时弹窗展示对应所述机构模块的机构信息;

[0051] S14、在所述数字孪生三维模型中进行物理场信息的实时渲染操作,依次通过仿真结果解析、颜色值对比设定、模型渲染采样以及物理场分布生成,并基于GIS设备数字孪生

三维模型生成渲染图；

[0052] S15、在所述数字孪生三维模型中设置设备动作过程动画,根据开关开合状态确定运动部件以及所述运动部件的开位置、合位置和位移,以所述运动部件的位移为变化量,在所述数字孪生三维模型上实现开关动作动画;其中,所述开关的行程传感器与所述运动部件的位移相关联。

[0053] 优选地,所述内网数据和外网数据通过网关进行隔离。

[0054] 具体的,所述外部处置数据包括:人工巡检和检修产生的检修维护信息。

[0055] 进一步地,所述GIS设备数字孪生体相关数据包括:存储数据库、仿真数据、内网内部系统控制数据和内网监测数据。

[0056] 进一步地,所述外网数据可以通过安全处理的交互接口传输至内网中,以转换为内网数据。

[0057] 示例性的,所述传感器采集数据以预先设定的周期传输至内网中,开关动作等控制数据在接收到系统的动作指令后传输至内网中。

[0058] 需要说明的是,本发明的GIS设备数字孪生三维模型展示功能是基于内网数据实现的,以保证系统的安全性。

[0059] 需要说明,所述展示信息与所述GIS设备数字孪生体的各部件相关联,是直接反映GIS设备状态的信息,不需要进一步处理,其主要包括:构建GIS设备的数字孪生三维模型的基础信息、内网监测数据和外网数据传输至内网中形成的外网传感器监测数据;其中,所述基础信息包括:GIS设备的零部件尺寸信息、材料信息、生产信息和安装信息;所述基础信息是数字孪生三维模型在构建时获得的;所述外网传感器监测数据包括:检修维护信息、温度信息、局部放电信息、电压信息、电流信息和机构状态信息;所述外网传感器监测数据是在线监测系统实时从内网中获取的信息;所述内网监测数据包括:继电保护信息和控制信息;所述内网监测数据是GIS设备在系统中的运行控制信息。所有数据以数据表的形式存储在內网的数据库中,数据表如下所示:

零部件尺寸信息表 TABLE_AREA_INFO			
字段名称	类型	备注	示例
ID	VARCHAR(64)	设备ID	
DEVICE_NAME	VARCHAR(64)	设备名称	
PART_NAME	VARCHAR(64)	零部件名称	
PART_SIZE	VARCHAR(64)	尺寸	
STATUS	INT	状态	

[0060]

[0061] 作为其中一个可选的实施方式,所述GIS设备的数字孪生三维模型在展示被选中的机构模块时弹窗展示对应所述机构模块的机构信息,具体为:

[0062] 在接收到用户在所述GIS设备数字孪生体的部件上的点触指令之后,弹出与所述GIS设备数字孪生体的部件对应的一级信息表,在所述GIS设备的数字孪生三维模型界面上展示机构初级信息;

[0063] 在接收到用户在所述一级信息表上的点触指令之后,在所述GIS设备的数字孪生三维模型界面上展示机构细化信息。

[0064] 作为举例的,以GIS设备的断路器机构为例,通过鼠标点击机构模块,调用机构一级信息表,直接在数字孪生三维模型界面展示机构基本信息:设备ID、机构形式、安装日期、机构状态、动作次数和检修次数。点击断路器机构的一级信息表标签,跳转至详细的数据界面进行详细的信息展示,再次调用进行历史信息查询,动作次数在界面上显示为5次,点击动作次数调用最近此开关动作的详细信息,包括:动作时间、开关速度、行程曲线、分合闸先去电流曲线等,再次调用时则选择显示历史动作中的一次数据。

[0065] 作为其中一个优选地实施方式,所述步骤S14,具体为:

[0066] 通过所述数字孪生三维模型将物理场运行分布结果数据转换为二进制仿真数据并存放到bin文件中,以形成二进制仿真数据文件;

[0067] 通过Python解析器将所述二进制仿真数据文件.bin内容按照数据结构样式转换成csv格式的位置值和物理场值,获得物理场数据,并通过所述Python解析器将所述位置值和所述物理场数据以键值对的形式存放到数据库中;

[0068] 预设物理场值对应颜色的渲染参考标尺,包括最小值表现为蓝色(RGB:0,38,255),中位值表现为黄色(RGB:255,216,0),最大值表现为红色(RGB:255,0,0);

[0069] 从所述数字孪生三维模型中获取预先设定的在渲染处理时所涉及的采样信息,并根据所述采样信息对待渲染对象进行采样以获取第一采样信息,根据所述第一采样信息生成初步渲染图;

[0070] 根据所述位置值和所述物理场值对所述初步渲染图进行再次采样,以得到第二采样信息,并根据所述第二采样信息与所述数字孪生三维模型耦合计算生成最终渲染图。

[0071] 优选的,所述从所述数字孪生三维模型中获取预先设定的在渲染处理时所涉及的采样信息,并根据所述采样信息对待渲染对象进行采样以获取第一采样信息,根据所述第一采样信息生成初步渲染图,具体为:

[0072] 从所述数字孪生三维模型中获取预先设定的在渲染处理时所涉及的采样信息,并根据所述采样信息得到预设的顶点数据;

[0073] 通过所述顶点数据对待渲染对象进行采样,得到第一采样信息;其中,所述第一采样信息包括在渲染处理时所涉及的采样像素点;

[0074] 通过蒙特卡洛光线追踪方法对所述采样像素点进行场景渲染,生成初步渲染图。

[0075] 需要说明的是,渲染效果信息无法直接通过传感器测量得到,至少需要通过一次仿真计算获得GIS设备内部的物理场数据;其中,所述物理场数据,包括:电场、磁场、温度场和力学场数据。示例性的,以电场为例说明渲染效果信息产生过程:不同位置的电压、电流传感器将采集数据传输至内网,将其转换为内网数据,内网的仿真系统调用其中的电场仿真模块,以传感器采集数据为边界条件,通过数字孪生三维模型仿真获得GIS内部电场分布

情况,并将结果以bin文件格式输出至数据库,形成电场渲染效果信息。通过Python解析器解析此格式文件的数据信息,通过物理场信息实时渲染过程使得信息在相关部件上展示出来。

[0076] 进一步地,通过开关电场分布对步骤S14进行说明,数字孪生三维模型将电场运行分布结果转换为二进制仿真数据存放到bin文件中,以形成二进制仿真数据文件;其中,所述二进制仿真数据文件的前8个字节为无符号整数类型,表示数据的个数;所述二进制仿真数据文件的后8个字节为浮点型数据。通过Python解析器把所述二进制仿真数据文件.bin内容按照数据结构样式,转换成csv格式的位置和电场值,获得物理场数据;其中,csv格式的位置表示为(X,Y,Z),分别代表X轴坐标、Y轴坐标和Z轴坐标;电场值表示为E;则电场值数据表示为(X,Y,Z,E);通过所述Python解析器将位置值和电场值数据以键值对的形式存放到数据库中;其中,根据所述数字孪生三维模型生成\*.bin文件的频率抓取解析频率。根据Python解析器解析出来的电场值的最大和最小值范围,拟定一份电场值对应颜色的渲染参考标尺,包括:最小值表现为蓝色(RGB:0,38,255),中位值表现为黄色(RGB:255,216,0),最大值表现为红色(RGB:255,0,0)。从所述数字孪生三维模型中获取预先设定的在渲染处理时所涉及的采样信息,并根据获取的采样信息对待渲染对象进行采样以获取第一采样信息,根据所述第一采样信息生成初步渲染图;即,根据选定的顶点数据,设定在渲染处理时所涉及的采样像素点,并通过蒙特卡洛光线追踪方法对采样像素点进行场景渲染。根据所述位置值和所述电场值的点位颜色信息对初步渲染图进行再次采样,以得到第二采样信息,并通过所述第二采样信息与所述数字孪生三维模型耦合计算,生成最终渲染图。

[0077] 作为其中一个具体的实施方式,所述步骤S15,具体为:

[0078] 根据开关开合状态确定运动部件以及所述运动部件的开位置、合位置和位移,设置所述动作过程信息中的运动部件的位移作为变化量;

[0079] 在开关接收到动作指令后,根据所述外网数据中的机构速度曲线和行程曲线,计算获得所述运动部件的时间位移曲线;

[0080] 获取所述运动部件的实时位移作为动画的输入,以通过控制所述运动部件的位置实现GIS设备模型动作信息与实体关联。

[0081] 需要说明的是,位移为时间函数,动画与位移相关联。可以理解,在开关接收到动作指令后,内网系统会发出指令,然后通过数据交互接口获得所述外网数据中传感器实时采集的机构速度曲线和行程曲线,即传感器采集数据;其中,所述运动部件的时间位移可通过时间位移曲线得到。

[0082] 参见图2,是本发明一实施例提供的一种GIS设备数字孪生三维模型展示装置的结构示意图。

[0083] 本发明实施例提供的GIS设备数字孪生三维模型展示装置,包括:

[0084] 模型构建模块21,用于构建GIS设备的数字孪生三维模型,并对所述数字孪生三维模型中的GIS设备数字孪生体以数据交互接口为分界线,划分为内网数据和外网数据;其中,所述内网数据包括GIS设备数字孪生体相关数据和系统指令数据,所述外网数据包括GIS设备的传感器采集数据和外部处置数据;

[0085] 数据划分模块22,用于根据所述内网数据对应的状态信息将所述内网数据划分为渲染效果信息、动作过程信息以及用于反映GIS设备状态的展示信息;其中,所述展示信息

与所述GIS设备数字孪生体的各部件相关联,所述渲染效果信息为GIS设备内部物理数据,所述动作过程信息与所述GIS设备数字孪生体的动作过程和开关实际动作过程相关联;

[0086] 一级展示模块23,用于在所述数字孪生三维模型中结构化调用所述展示信息,生成对应所述GIS设备数字孪生体的部件的一级信息表,以使所述GIS设备的数字孪生三维模型在展示被选中的机构模块时弹窗展示对应所述机构模块的机构信息;

[0087] 二级展示模块24,用于在所述数字孪生三维模型中进行物理场信息的实时渲染操作,依次通过仿真结果解析、颜色值对比设定、模型渲染采样以及物理场分布生成,并基于GIS设备数字孪生三维模型生成渲染图;

[0088] 三级展示模块25,用于在所述数字孪生三维模型中设置设备动作过程动画,根据开关开合状态确定运动部件以及所述运动部件的开位置、合位置和位移,以所述运动部件的位移为变化量,在所述数字孪生三维模型上实现开关动作动画;其中,所述开关的行程传感器与所述运动部件的位移相关联。

[0089] 作为其中一个可选的实施方式,所述一级展示模块23用于使所述GIS设备的数字孪生三维模型在展示被选中的机构模块时弹窗展示对应所述机构模块的机构信息,具体为:

[0090] 在接收到用户在所述GIS设备数字孪生体的部件上的点触指令之后,弹出与所述GIS设备数字孪生体的部件对应的一级信息表,在所述GIS设备的数字孪生三维模型界面上展示机构初级信息;

[0091] 在接收到用户在所述一级信息表上的点触指令之后,在所述GIS设备的数字孪生三维模型界面上展示机构细化信息。

[0092] 优选地,所述二级展示模块24,包括:

[0093] 数据存储单元,用于通过所述数字孪生三维模型将物理场运行分布结果数据转换为二进制仿真数据存放到bin文件以形成二进制仿真数据文件;

[0094] 数据解析单元,用于通过Python解析器将所述二进制仿真数据文件.bin内容按照数据结构样式转换成csv格式的位置值和物理场值,获得物理场数据,并通过所述Python解析器将所述位置值和所述物理场数据以键值对的形式存放到数据库中;

[0095] 参数设置单元,用于预设物理场值对应颜色的渲染参考标尺,包括最小值表现为蓝色(RGB:0,38,255),中位值表现为黄色(RGB:255,216,0),最大值表现为红色(RGB:255,0,0);

[0096] 初步渲染单元,用于从所述数字孪生三维模型中获取预先设定的在渲染处理时所涉及的采样信息,并根据所述采样信息对待渲染对象进行采样以获取第一采样信息,根据所述第一采样信息生成初步渲染图;

[0097] 渲染展示单元,用于根据所述位置值和所述物理场值对所述初步渲染图进行再次采样,以得到第二采样信息,并根据所述第二采样信息与所述数字孪生三维模型耦合计算生成最终渲染图。

[0098] 进一步地,所述三级展示模块25,包括:

[0099] 位移设置单元,用于根据开关开合状态确定运动部件以及所述运动部件的开位置、合位置和位移,设置所述动作过程信息中的运动部件的位移作为变化量;

[0100] 数据转换单元,用于在开关接收到动作指令后,根据所述外网数据中的机构速度

曲线和行程曲线,计算获得所述运动部件的时间位移曲线;

[0101] 动作展示单元,用于获取所述运动部件的实时位移作为动画的输入,以通过控制所述运动部件的位置实现GIS设备模型动作信息与实体关联。

[0102] 需要说明的是,本实施例的GIS设备数字孪生三维模型展示装置的各实施例的相关具体描述和有益效果可以参考上述的GIS设备数字孪生三维模型展示方法的各实施例的相关具体描述和有益效果,在此不再赘述。

[0103] 需说明的是,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。另外,本发明提供的装置实施例附图中,模块之间的连接关系表示它们之间具有通信连接,具体可以实现为一条或多条通信总线或信号线。本领域普通技术人员在不付出创造性劳动的情况下,即可以理解并实施。

[0104] 本发明实施例还提供了一种终端设备,参见图3,是本发明一实施例提供的一种终端设备的结构框图,包括处理器10、存储器20以及存储在所述存储器20中且被配置为由所述处理器10执行的计算机程序,所述处理器10在执行所述计算机程序时实现上述任一实施例所述的GIS设备数字孪生三维模型展示方法。

[0105] 优选地,所述计算机程序可以被分割成一个或多个模块/单元(如计算机程序1、计算机程序2、……),所述一个或者多个模块/单元被存储在所述存储器20中,并由所述处理器10执行,以完成本发明。所述一个或多个模块/单元可以是能够完成特定功能的一系列计算机程序指令段,该指令段用于描述所述计算机程序在所述终端设备中的执行过程。

[0106] 所述处理器10可以是中央处理单元(Central Processing Unit,CPU),还可以是其他通用处理器、数字信号处理器(Digital Signal Processor,DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC)、现成可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等,通用处理器可以是微处理器,或者所述处理器10也可以是任何常规的处理器,所述处理器10是所述终端设备的控制中心,利用各种接口和线路连接所述终端设备的各个部分。

[0107] 所述存储器20主要包括程序存储区和数据存储区,其中,程序存储区可存储操作系统、至少一个功能所需的应用程序等,数据存储区可存储相关数据等。此外,所述存储器20可以是高速随机存取存储器,还可以是非易失性存储器,例如插接式硬盘,智能存储卡(Smart Media Card,SMC)、安全数字(Secure Digital,SD)卡和闪存卡(Flash Card)等,或所述存储器20也可以是其他易失性固态存储器件。

[0108] 需要说明的是,上述终端设备可包括,但不仅限于,处理器、存储器,本领域技术人员可以理解,图3结构框图仅仅是终端设备的示例,并不构成对终端设备的限定,可以包括比图示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者不同的部件。

[0109] 综上,本发明实施例所提供的一种GIS设备数字孪生三维模型展示方法、装置及终端设备,首先构建GIS设备的数字孪生三维模型,并对所述数字孪生三维模型中的GIS设备数字孪生体以数据交互接口为分界线,划分为内网数据和外网数据;其次,根据所述内网数

据对应的状态信息将所述内网数据划分为渲染效果信息、动作过程信息以及用于反映GIS设备状态的展示信息；然后，本发明在所述数字孪生三维模型中结构化调用所述展示信息，生成对应所述GIS设备数字孪生体的部件的一级信息表，以使所述GIS设备的数字孪生三维模型在展示被选中的机构模块时弹窗展示对应所述机构模块的机构信息；此外，在所述数字孪生三维模型中进行物理场信息的实时渲染操作，依次通过仿真结果解析、颜色值对比设定、模型渲染采样以及物理场分布生成，并基于GIS设备数字孪生三维模型生成渲染图；不仅如此，本发明还在所述数字孪生三维模型中设置设备动作过程动画，根据开关开合状态确定运动部件以及所述运动部件的开位置、合位置和位移，以所述运动部件的位移为变化量，在所述数字孪生三维模型上实现开关动作动画展示。本发明通过数字技术分类实现GIS设备的可视化展示，能够更直观且实时地向用户展示GIS设备的状态信息。

[0110] 以上所述是本发明的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也视为本发明的保护范围。

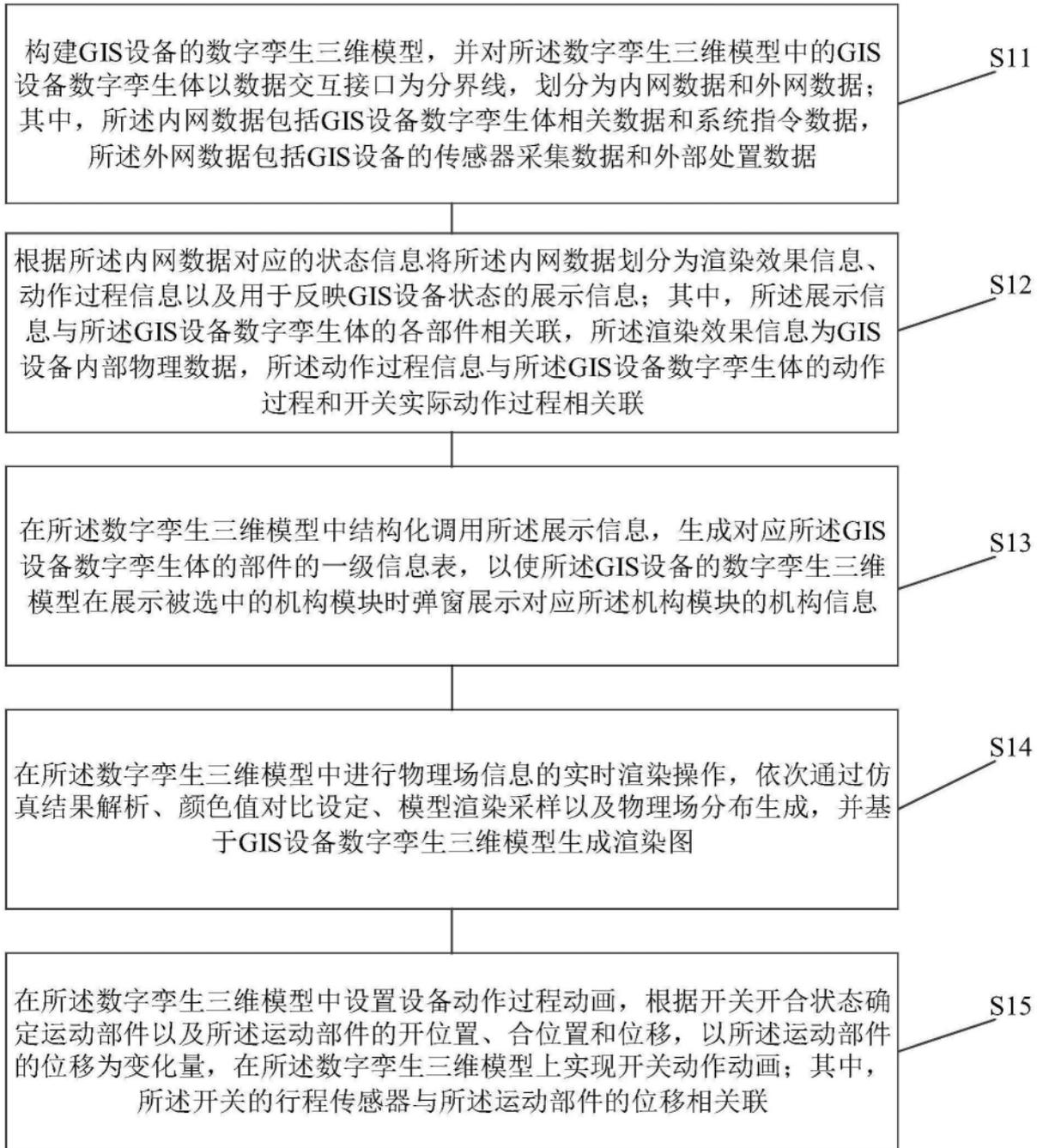


图1



图2

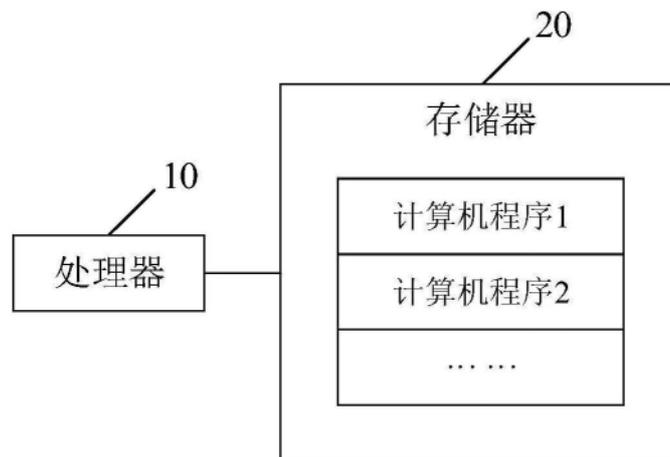


图3