



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104134246 A

(43) 申请公布日 2014. 11. 05

(21) 申请号 201410398373. 9

(22) 申请日 2014. 08. 14

(71) 申请人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区西长安街 86 号

申请人 国网安徽省电力公司芜湖供电公司

(72) 发明人 吴婉彬 张健 汪晨 张聪颖

张杨光 张贾军 余嘉文 杨芬

成兵 魏庆卫 王婷婷

(74) 专利代理机构 芜湖安汇知识产权代理有限公司 34107

代理人 朱圣荣

(51) Int. Cl.

G07C 1/20(2006. 01)

G06K 7/10(2006. 01)

G06Q 50/06(2012. 01)

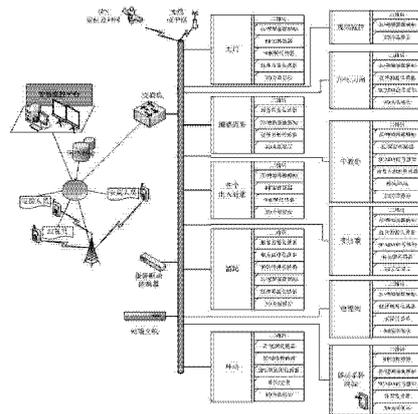
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

一种用于管控电力系统中流程规范与设备全生命周期的系统

(57) 摘要

本发明揭示了一种用于管控电力系统中流程规范与设备全生命周期的系统:每个变电站内管控的单元包括以下全部或部分:大门单元、围墙周界单元、通道单元、消防单元、环动单元、视频监控单元、开关刀闸单元、中置柜单元、变压器单元、电缆沟单元、移动手持终端;所述被管控的单元均与变电站内站端主机连接,并通过交换机与智能监控平台、数据库连接,以及信号收发装置与站外移动终端连接。该设备能够提高巡检效率,并能够进行数据调取、查询、存储,实现无纸化办公。



1. 一种用于管控电力系统中流程规范与设备全生命周期的系统,其特征在于:

每个变电站内被管控的单元包括以下全部或部分:大门单元、围墙周界单元、通道单元、消防单元、环动单元、视频监控单元、开关刀闸单元、中置柜单元、变压器单元、电缆沟单元、移动手持终端;

所述被管控的单元均与变电站内站端主机连接,并通过交换机与智能监控平台、数据库连接,以及信号收发装置与站外移动终端连接。

2. 根据权利要求1所述的用于管控电力系统中流程规范与设备全生命周期的系统,其特征在于:

所述大门单元,包括检测大门锁闭状态的电磁锁传感器、音/视频感知设备、RFID 传感器、红外双鉴探测器和二维码标签;

所述围墙周界单元,包括周界防范系统、音/视频感知设备、红外对射传感器和二维码标签;

所述通道单元,包括检测通道门锁闭状态的电磁锁传感器、音/视频感知设备、RFID 传感器和二维码标签;

所述消防单元,包括烟雾报警传感器、烟火温度传感器、消防喷淋传感器、音/视频感知设备、红外测温传感器和二维码标签;

所述环动单元,包括音/视频感知设备、湿度传感器、湿度传感器、SF6 传感器、氧浓度传感器、排风设备、空调设备和二维码标签;

所述视频监控单元,包括音/视频感知设备和二维码标签;

所述开关刀闸单元,包括音/视频感知设备、红外测温传感器、SCADA 信号感知部件的装置和二维码标签;

所述中置柜单元,包括音/视频感知设备、温度传感器、湿度传感器、SCADA 信号感知部件、电缆头测温传感器、排风设备、空调设备和二维码标签;

所述变压器单元,包括音/视频感知设备、红外测温传感器、SCADA 信号感知部件、油色谱传感器和二维码标签;

所述电缆沟单元,包括音/视频感知设备、红外触发传感器、水浸传感器和二维码标签;

所述移动手持终端,包括音/视频感知设备、RFID 传感器、SCADA 信号感知部件、GPS 单元和二维码标签。

3. 根据权利要求1或2所述的用于管控电力系统中流程规范与设备全生命周期的系统,其特征在于:所述数据库存储有每个具有二维码标签的设备档案、历史状态记录、巡检人员巡检记录、操作规程、作业指导书、操作手册。

4. 根据权利要求3所述的用于管控电力系统中流程规范与设备全生命周期的系统,其特征在于:所述每个变电站内被管控的单元均设有3D 关联展示单元。

5. 一种基于权利要求1-4所述系统的巡检控制方法,其特征在于:

步骤1、建立巡检任务;

步骤2、规划巡检路线;

步骤3、显示规划线路,并指导巡检;

步骤4、按照规划路线扫描效率上每个待巡检电气设备的二维码,提交当前巡检电气设

备的巡检结果；

步骤 5、完成巡检线路，系统上传巡检结果并存储。

6. 根据权利要求 5 所述的巡检控制方法，其特征在于：所述步骤 2 中规划巡检路线方法如下：先找出各个待巡检电气设备模型的巡检点，并利用两个有序序列将各巡检点按远近关系排序；再将前后相邻的巡检点组成寻径点组合，并分别搜寻各个寻径点组合的最短巡检路径，然后将搜寻到的各条巡检路径，依序组成一个有序的路径序列。

7. 根据权利要求 5 所述的巡检控制方法，其特征在于：所述步骤 4 中通过扫描点位上的二维码标签，则可激活手持终端推送相应设备的巡检表单，固定巡检科目、巡检内容、巡检顺序。

8. 根据权利要求 5 所述的巡检控制方法，其特征在于：所述步骤 4 中通过扫描点位上的二维码标签，则可在手持终端上显示相应设备的当前状态，并能调取历史数据。

一种用于管控电力系统中流程规范与设备全生命周期的系统

技术领域

[0001] 本发明涉及电力系统领域,尤其涉及基于二维码技术融合 VR 智能可视化在流程规范与设备全生命周期管控的系统。

背景技术

[0002] 电力系统对于流程规范与设备全生命周期的监控一向至关重要,其影响到电力系统的运作安全和效率,目前对于程规范与设备全生命周期的管理大都采用人工记录方式监控,不仅准确性差,也无法生产维护工作带来安全隐患。

发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题是实现一种全面、安全、稳定、便捷的流程规范与设备全生命周期管控系统。

[0004] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案为:一种用于管控电力系统中流程规范与设备全生命周期的系统:

[0005] 每个变电站内被管控的单元包括以下全部或部分:大门单元、围墙周界单元、通道单元、消防单元、环动单元、视频监控单元、开关刀闸单元、中置柜单元、变压器单元、电缆沟单元、移动手持终端;

[0006] 所述被管控的单元均与变电站内站端主机连接,并通过交换机与智能监控平台、数据库连接,以及信号收发装置与站外移动终端连接。

[0007] 所述大门单元,包括检测大门锁闭状态的电磁锁传感器、音/视频感知设备、RFID 传感器、红外双鉴探测器和二维码标签;

[0008] 所述围墙周界单元,包括周界防范系统、音/视频感知设备、红外对射传感器和二维码标签;

[0009] 所述通道单元,包括检测通道门锁闭状态的电磁锁传感器、音/视频感知设备、RFID 传感器和二维码标签;

[0010] 所述消防单元,包括烟雾报警传感器、烟火温度传感器、消防喷淋传感器、音/视频感知设备、红外测湿传感器和二维码标签;

[0011] 所述环动单元,包括音/视频感知设备、湿度传感器、湿度传感器、SF6 传感器、氧浓度传感器、排风设备、空调设备和二维码标签;

[0012] 所述视频监控单元,包括音/视频感知设备和二维码标签;

[0013] 所述开关刀闸单元,包括音/视频感知设备、红外测温传感器、SCADA 信号感知部件的装置和二维码标签;

[0014] 所述中置柜单元,包括音/视频感知设备、温度传感器、湿度传感器、SCADA 信号感知部件、电缆头测温传感器、排风设备、空调设备和二维码标签;

[0015] 所述变压器单元,包括音/视频感知设备、红外测温传感器、SCADA 信号感知部件、

油色谱传感器和二维码标签；

[0016] 所述电缆沟单元,包括音 / 视频感知设备、红外触发传感器、水浸传感器和二维码标签；

[0017] 所述移动手持终端,包括音 / 视频感知设备、RFID 传感器、SCADA 信号感知部件、GPS 单元和二维码标签。

[0018] 所述数据库存储有每个具有二维码标签的设备档案、历史状态记录、巡检人员巡检记录、操作规程、作业指导书、操作手册

[0019] 所述每个变电站内被管控的单元均设有 3D 关联展示单元。

[0020] 一种基于上述系统的巡检控制方法；

[0021] 步骤 1、建立巡检任务；

[0022] 步骤 2、规划巡检路线；

[0023] 步骤 3、显示规划线路,并指导巡检；

[0024] 步骤 4、按照规划路线扫描效率上每个待巡检电气设备的二维码,提交当前巡检电气设备的巡检结果；

[0025] 步骤 5、完成巡检线路,系统上传巡检结果并存储。

[0026] 所述步骤 2 中规划巡检路线方法如下:先找出各个待巡检电气设备模型的巡检点,并利用两个有序序列将各巡检点按远近关系排序;再将前后相邻的巡检点组成寻径点组合,并分别搜寻各个寻径点组合的最短巡检路径,然后将搜寻到的各条巡检路径,依序组成一个有序的路径序列。

[0027] 所述步骤 4 中通过扫描点位上的二维码标签,则可激活手持终端推送相应设备的巡检表单,固定巡检科目、巡检内容、巡检顺序。

[0028] 所述步骤 4 中通过扫描点位上的二维码标签,则可在手持终端上显示相应设备的当前状态。

[0029] 本系统建立后,巡视操作和巡检台账的记录通过二维码识别将实现线上、线下的快速精确同步。各个工位的设备信息、备品备件状况、检修维护历史、工作状态、工况数据、操作手册、标准化作业指导书将按需随调随用。实现诸如二次设备继电保护压板规范化管理这类需要严格规程约束的操作监督。以二维码定位实现控制流程执行工序,使指令和操作落实到每一个压板,保证压板运行管理全面、到位、不留死角,确保安全操作。通过移动终端应用,将生产流程标准化管理的功能与数据扩展到手持终端高效移动化运用,可实现信息发布、移动巡检、隐患排查、隐患整改、信息提醒等综合性应用。有助于随时随地掌握安全生产动态信息;有助于安监人员快速掌握安全生产现状。

[0030] 其次,变电站巡视线路签到将通过二维码实现在 VR 管理平台上的实时可视。综合现有的各类在线监测系统,对应电气设备的实时状态、实时数据、在线测温、视频图像、环境监测、周界防范、安防监控等的三维沉浸式直观展示,将大大提高运行、检修人员的工作效率,有效减少实际运行、检修过程中发生差错的可能,极大提高了运行、检修过程中的安全性,未来必将成为电力生产中不可或缺的督导管控手段。

[0031] 本系统能够实现各环节跟踪与管控,强化变电站各个设备、工器具及作业步骤的信息感知深度和广度,提升电网安全运行水平,实现智能电网“电力流、信息流、业务流”的高度融合二维码技术与 VR 智能可视化在无线网络环境下的融合,其意义非比寻常。这是信

息化与标准化高层次深度融合,是在智能终端上建立起的移动工作平台。通过二维码这个接口,现实日常作业无缝进入数字化移动模式。将信息化融入电力安全生产全过程,深入推进智能电网建设,固化安全生产全过程、全方位智能化,推动电企信息资源全员集成共享,完善相关业务上下游全流程协同管理,提升电企管理的智能化水平。本项目成果推广将为电企带来更方便、更高效、更安全的全新运营思路。

附图说明

[0032] 下面对本发明说明书中每幅附图表达的内容要说明:

[0033] 图 1 为系统结构拓扑图;

[0034] 图 2 为系统控制拓扑图。

具体实施方式

[0035] 如图 1 所示,用于管控电力系统中流程规范与设备全生命周期的系统基于二维码技术并融合 VR 智能可视化,系统在每个变电站内被管控的单元包括以下全部或部分:大门单元、围墙周界单元、通道单元、消防单元、环动单元、视频监控单元、开关刀闸单元、中置柜单元、变压器单元、电缆沟单元、移动手持终端;被管控的单元均与变电站内站端主机连接,并通过交换机与智能监控平台、数据库连接,以及信号收发装置与站外移动终端连接。从而可以通过智能监控平台(主机房)对下面每个变电站进行实时监控和数据处理,以及下派任务。

[0036] 数据库存储有每个具有二维码标签的设备档案、历史状态记录、巡检人员巡检记录、操作规程、作业指导书、操作手册,则可实现无纸化(电子化)处理。

[0037] 变电站内的每个设备在开箱验货环节就分配唯一的二维码标签,从此终身绑定,设备调试环节将二维码嵌入调试流程,从而做到便于检索分析、便于数据收集。设备验收交付投运后,以设备二维码为索引的设备投运前历史可追溯,质保期、大修保养时间节点明确;投运后设备巡检记录、维护保养记录、检修记录、备品备件记录可追加,便于检索。直至设备退出运行,或封存或报废或二次再利用,基于二维码索引的设备既往历史记录完整,便于检索分析,可辅助决策。

[0038] 此外每个变电站内被管控的单元均设有 3D 关联展示单元。三维可视化场景中的热点设备与流程智库中相关内容以二维码媒介标记做相互间的关联,以二维码作为信息热点入口标识,进行全方位信息展示。当在现场持移动终端扫描设备上的二维码,则与此设备相关的“规程规定、指导书、手册预案、说明书口袋书、指令集”将按优先策略推送,以供点选查阅(优先策略可以是常用检索靠前或者根据重要分级形成重要优先或者以任务分析的方式智能分析此次检索的意图形成优选靠前)。根据类型不同,交互展示的方式会有优化。如:规定、说明书类的以单向查阅为主,以二维码标识做快速便捷的“设备信息程序化”定位,并关联推送设备当前状态信息、全景视频实景图片等跨媒体融合数据展示,以达到沉浸式、实战式、立体式设备与流程的绑定,全方位展示,便于查阅者接受和记忆;操作规程、作业指导书、操作手册类的更注重步骤的顺序和约束性,会在流程节点处以二维码定位确认,以此作为步骤递进的条件,培养形成二维码节点条件反射机制,以利于在现场作业时顺序化、程式化可控操作,达到规范约束操作步骤减少操作失误几率的实战目的。

[0039] 下面对变电站内被管控的单元详细说明：

[0040] 大门单元包括检测大门锁闭状态的电磁锁传感器、音 / 视频感知设备、RFID 传感器、红外双鉴探测器和二维码标签；大门锁闭状态的电磁锁传感器用检测当前大门是否打开，并将信号向上级传输，音 / 视频感知设备用以监控主机房监控当前大门状态，并能进行通信，RFID 传感器用于门禁识别，红外双鉴探测器用于感应是否有未经允许的闯入状况；

[0041] 围墙周界单元包括周界防范系统、音 / 视频感知设备、红外对射传感器和二维码标签；

[0042] 通道单元包括检测通道门锁闭状态的电磁锁传感器、音 / 视频感知设备、RFID 传感器和二维码标签；

[0043] 消防单元包括烟雾报警传感器、烟火温度传感器、消防喷淋传感器、音 / 视频感知设备、红外测温传感器和二维码标签；

[0044] 环动单元包括音 / 视频感知设备、湿度传感器、湿度传感器、SF₆ 传感器、氧浓度传感器、排风设备、空调设备和二维码标签；

[0045] 视频监控单元包括音 / 视频感知设备和二维码标签；

[0046] 开关刀闸单元包括音 / 视频感知设备、红外测温传感器、SCADA 信号感知部件的装置和二维码标签；

[0047] 中置柜单元包括音 / 视频感知设备、温度传感器、湿度传感器、SCADA 信号感知部件、电缆头测温传感器、排风设备、空调设备和二维码标签；

[0048] 变压器单元包括音 / 视频感知设备、红外测温传感器、SCADA 信号感知部件、油色谱传感器和二维码标签；

[0049] 电缆沟单元包括音 / 视频感知设备、红外触发传感器、水浸传感器和二维码标签；

[0050] 移动手持终端包括音 / 视频感知设备、RFID 传感器、SCADA 信号感知部件、GPS 单元和二维码标签。

[0051] 基于虚拟现实 (VR) 技术的统一监控平台可融合各类系统，展示其相应数据或图像。目前电力系统中常见的诸如 SCADA 电气自动化数据、在线测温数据、辅控系统的视频图像数据等均能无缝融合。SCADA 系统数据量大且实时性要求很高，需快速便捷的从庞大的遥测、遥信数据量中检索出所需数据是难点，接口程序需进行灵活高效、扩展性好的优化设计。各接口程序采用基于网络的 Webservice 模式，分布式模块化组件，利用 SOAP 和 XML 对这些模型在通讯方面作了进一步的扩展以消除特殊对象模型的障碍，非常适合 Web 传输。

[0052] 智能监控平台还融合二维码技术、数字视频监控、SF₆ 在线监测、RFID 无线识别、智能可视门禁、周界防范、智能报警、灯光控制、环境监测、火灾消防、现场音频控制、温 / 湿度调节等系统，实现全方位可视化智能远程管理。

[0053] 通过在智能监控平台上结合二维码技术设定巡检路线、巡检设备、巡检数据量、设备外观等不同巡检内容，巡视人员随机或定时通过平台进行远程巡检，当进入巡检设备点时，系统将相关设备的在线监测数据集中展示，并对巡检的结果、变化趋势等进行正常与否进行巡视、判定，形成综合分析结果记录，能远程、高效进行电气设备多系统、跨平台巡测，减少现场巡检频次，形成和现场巡检的高度互补、统一，优化目前传统的现场巡检模式。

[0054] 本发明采用了三维变电站巡检系统多点组合巡检算法，解决了提高变电站巡检效率的技术难题。该算法先找出各个待巡检电气设备模型的巡检点，并利用两个有序序列将

各巡检点按远近关系排序；再将前后相邻的巡检点组成寻径点组合，并分别搜寻各个寻径点组合的最短巡检路径，然后将搜寻到的各条巡检路径，依序组成一个有序的路径序列；然后令虚拟巡检人物模型按照路径序列中的巡检路径顺序逐条巡检。

[0055] 该算法适用于智能巡检、寻径系统中，当虚拟人物不可到达该寻点载体的位置时使用。扩散式是以既定点为中心，圆形式向外扩散。^{【注】}本算法中所有的点都是 3D 场景中的坐标点，都是三轴的，即 x, y, z ；本算法所指道路是 3D 变电站场景中的模型（道路.OBJ）。算法如下：

[0056] 1. 假设需要对 3D 变电站场景中的模型 M 执行该算法；

[0057] 2. 以模型 M 构造包围球（三维引擎都有提供），获取该包围球的球心设置为点 P，则点 P 为该模型的中心点；

[0058] 3. 假设单位步长为 S[S 可为任意 double 数字，如 0.6，根据场景而定，本系统中使用的是 0.6]，扩散长度为 L，临时点 P_t ，设置 $L = S$ ；

[0059] 4. 以点 P 为起始点，L 为扩散长度，根据既定的扩散方式依次扩散得到新的点 P_n ；

[0060] 此算法的扩散方向没有限制，只要是 4 的倍数都可以，如四个方向，八个方向，十二个方向，十六个方向等等，任意一种扩散方向都满足条件：相邻两个方向之间的角度都是相等的；此处给出了四个方向和八个方向的扩散说明，如图 2 所示；方向越多值越精确，而相应的计算速度也越慢，本系统采用的是四个方向。四个方向则有四个方向向量，八个方向则有八个方向向量；此处以四个方向向量进行说明，其它方向向量类推，获取四个方向扩散的四个方向向量设置为 V_a ；

[0061] 初始化组合 A，依次遍历 V_a 中的向量设置为向量 V；以点 P 为起始点，L 为扩散长度，根据既定的扩散向量 V 扩散得到新的点 P_n ，将 P_n 添加到组合 A；若 V_a 中所有元素都遍历完成，到 5；扩散公式如下：

[0062] $P_n = P + V$

[0063] 5. 若组合 A 为空，则设置 $L = L + S$ ，则到 4；否则取出组合 A 中第一个点设置为点 P_t ，A 移除第一个点；模拟有限射线 Seg 由上至下贯穿 P_t 点，设置起始点 $P_s = (P_t.x, P_t.y + 1.0, P_t.z)$ ，结束点 $P_e = (P_t.x, P_t.y - 1.0, P_t.z)$ ，有限射线 Seg 公式为：

[0064] $Seg = \overline{P_s P_e}$

[0065] 6. 用线段 Seg 检测场景，若 Seg 和场景中道路相交，则提取交点信息点 D，则点 D 就是道路区域可到达模型的最佳点，结束算法；若 Seg 和场景中道路未相交，则返回 5。

[0066] 本发明在电力系统远程巡检中创新采用双视野模式呈现虚拟现实，增强沉浸直观再现变电站真实场景。

[0067] 采用双视野模式进行远程巡检，展示变电站复杂场景中的人物 / 眼睛视野模式；更加直观，沉浸地再现变电站复杂真实场景，实现变电站复杂场景及电气设备、屏柜等多视角三维展示。变电站三维场景中，虚拟人物的视角有很大的局限性，虚拟人物视角不能脱离虚拟人物，必须实时跟随虚拟人物动作，否则会失去真实性和体验效果；而本项目创新采用人物 / 眼睛双视野模式模拟虚拟人物的眼睛来操作，可实现虚拟人物无法完成的操作。此时眼睛模式的视野可脱离虚拟人物进行操作，而不失真性和体验。双视野模式实现变电站三维复杂场景的多视角，灵活，准确，便捷查看，增加了三维场景的体验效果。创新设计如下：

[0068] A) 人物 / 眼睛双视野模式创新设计“前置和后置 + 抬头”场景, 实现设备近距离, 灵活, 快捷查看

[0069] B) 人物 / 眼睛双视野模式创新设计“抬头和低头 + 前置后置”场景, 实现空中设备近距离, 灵活, 快捷查看

[0070] C) 人物 / 眼睛双视野模式创新设计“左看右看 + 前置后置”场景, 实现侧边设备近距离, 灵活, 快捷查看

[0071] D) 人物 / 眼睛双视野模式创新设计“左看右看 + 前置后置 + 抬头低头”场景, 实现开关室房屋内小车开关的近距离, 灵活, 快捷查看

[0072] 变电站启发式寻径算法如下:

[0073] 启发式搜索就是在状态空间中的搜索, 对每一个搜索的位置进行评估, 得到最好的位置, 再从这个位置进行搜索直到找到目标。在启发式搜索中, 对位置的估价是十分重要的, 启发中的估价由估价函数来完成。估价函数的一般形式为: $f(n) = g(n) + h(n)$; 其中, $f(n)$ 是节点 n 的估价函数, $g(n)$ 是从初始节点到 n 节点的路径代价, $h(n)$ 是从节点 n 到目标节点的估计最优代价。对于求最短路问题, 尝试找到值最小的节点是合理的。A* 算法是目前用来解决路径搜索问题最有效的启发式搜索算法, 但是大部分都是基于三维地形数据导航网格来实现。本算法改进了 A*, 其创新优点如下:

[0074] 1. 准确: 采用虚拟人物模拟碰撞, 若虚拟人物模拟步长合理, 则寻径结果将是百分之百准确; 虚拟人物在巡检时, 达到跟虚拟人物行走完全一致的真实效果;

[0075] 2. 快速: 该算法不用制作场景导航网格, 将节省工作时间;

[0076] 3. 估价值排序比较: 估价值排序比较, 最小的估价值元素拥有优先执行权, 达到快速寻径的效果。

[0077] 变电站内自动转向算法如下:

[0078] 为了在 3D 变电站智能巡检寻径系统中达到虚拟人物良好的体验效果, 本系统中创新采用自动转向算法实现虚拟人物的自动转向, 以实现在 3D 变电站场景最佳人物视角和最佳设备视角。该算法有以下创新优点:

[0079] 1. 准确: 基于人物移动方向向量计算, 准确无误;

[0080] 2. 转向统计: 加入转向统计功能, 统计方向的发生次数, 当该次数满足需要转向的次数时, 才执行自动转向, 减少虚拟人物不必要转向操作;

[0081] 3. 转向角度对比: 在人物执行自动转向时, 将转向向量转换为转向角度, 将此次自动转向的角度与上一次的自动转向角度进行对比, 以最大程度减少虚拟人物不必要转向操作。

[0082] 算法主要计算巡检路径中相邻两点之间的方向向量 V , 然后统计 V , 当方向向量总数达到 N 个以上并且前后方向向量不相同, 则虚拟人物需自动转向。算法创新思路如下:

[0083] 1. 使用 A* 算法计算出两个设备之间的路径信息时, 在进行巡检之前, 将路径中的转向信息计算出来;

[0084] 2. 假设巡检路径中相邻两点 P_1, P_2 ; 计算两点之间的方向向量 V , 计算公式如下;

[0085] $V = (P_2.x - P_1.x, P_2.y - P_1.y, P_2.z - P_1.z)$

[0086] 3. 统计方向向量 V , 统计方法为: 相同的方向向量归为一类, 并记录首个方向向量产生的位置点 P , 方向向量的数量 C , 以及方向向量 V ;

[0087] 4. 假设满足转向条件的向量数量为变量 $N(N \geq 1$ 即可满足算法运行条件, 但是要
达到规避不必要的转向效果, 则 $N \geq 4$), 组合 L_v ; 为避免发生不必要的转向, 当 $C \geq N$ 时,
 L_v 才记录方向向量 V 和位置点 P ;

[0088] 5. 开始巡检, 在巡检过程中, 当 3D 虚拟人物到达组合 L_v 中记录的位置点 P 时, 3D
虚拟人物以向量 V 为条件进行自动转向, 转向角度公式为:

$$[0089] \quad Angle = \alpha \cos\left(\frac{V \cdot x}{|V \cdot x|}\right) + \alpha \sin\left(-\frac{V \cdot z}{|V \cdot z|}\right)$$

$$[0090] \quad \text{若 } V \cdot x = 0 \text{ 则 } \alpha \cos\left(\frac{V \cdot x}{|V \cdot x|}\right) = 0, \text{ 若 } V \cdot z = 0 \text{ 则 } \alpha \sin\left(-\frac{V \cdot z}{|V \cdot z|}\right) = 0;$$

[0091] 6. 若历史转向角度 $AngleLast$ 为空. 则到步骤 7; 若 $Angle = AngleLast$, 则证明
角度一致, 不进行转向操作; 否则到步骤 7;

[0092] 7. 人物以 $Angle$ 角度进行自动转向; 转向完毕, 设置 $AngleLast = Angle$ 。

[0093] 在启发式寻径算法中也有提到 (算法第 5 条, 初始点 P_s 到 P_e 的路径表现形式为
搜索树 Tr , 则回溯该搜索树 Tr , 搜索树 Tr 其实是点与点之间的关系), 寻径生成的路径其实
是点的集合, 如图所示。则算法中描述的向量 V 的计算则是基于路径中的相邻两点计算, 并
统计向量的次数 C ; 并只有一个转折点 T , 则 $D1$ 到转折点 T 的向量是一致的, 则统计该向量
个数 C , 当 C 满足条件 $C \geq N$ 时, 则虚拟人物在点 T 则执行自动转向。

[0094] 如图 2 所示, 基于上述系统, 人工巡检巡检控制方法如下:

[0095] 步骤 1、建立巡检任务;

[0096] 步骤 2、规划巡检路线;

[0097] 步骤 3、显示规划线路, 并指导巡检;

[0098] 步骤 4、按照规划路线扫描效率上每个待巡检电气设备的二维码, 提交当前巡检电
气设备的巡检结果;

[0099] 步骤 5、完成巡检线路, 系统上传巡检结果并存储。

[0100] 其中步骤 2 中规划巡检路线方法如下: 先找出各个待巡检电气设备模型的巡检
点, 并利用两个有序序列将各巡检点按远近关系排序; 再将前后相邻的巡检点组成寻径点
组合, 并分别搜寻各个寻径点组合的最短巡检路径, 然后将搜寻到的各条巡检路径, 依序组
成一个有序的路径序列。

[0101] 其中步骤 4 中通过扫描点位上的二维码标签, 则可激活手持终端推送相应设备的
巡检表单, 固定巡检科目、巡检内容、巡检顺序。

[0102] 在线生成巡检表单是针对电力巡检的特点, 执行巡检任务过程中, 逢巡检节点处,
通过扫描点位上的二维码标签, 以此激活手持终端推送相应的巡检表单, 固定巡检科目、巡
检内容、巡检顺序。在线提交巡检表单的同时, 同步生成并绑定二维码, 巡检表单后期处理:
(均以二维码为信息入口进行的一系列的后期日常工作, 包括检索、查阅、评论、标注、批示、
考核等内容) 从桌面台式部署的平台端三维实景环境中点击设备热点, 通过扫描弹出的二
维码图标可方便无缝切换至移动终端线下保存、调阅相应巡检表单; 从桌面台式部署的平
台端打印巡检表单时都附着有二维码标识, 可以便于事后检索、归类, 通过扫描纸质巡检表
单上附着的二维码图标可方便无缝切换至移动终端上调取巡检表单记录, 便于对巡检表单

添加音视频多媒体的电子“评论”、“标注”、“批示”、“考核结论”；这种通过二维码标识做入口关联的跨界沟通，在平台端和手持终端之间、无纸化电子版与传统纸质表单记录之间、线上和线下形成一种多媒体无缝切换与交互体验，（这种融合二维码方式的应用非常类似于目前智慧家电流行的电视、电脑、手机、Pad 间的跨界融合多屏展示，从 Pad 上手指点中一副照片，滑动，往电视方向一拖，照片就显示在电视的大屏幕上了；或者在家中电脑上播放器选中一部大片一键播放至电视机，就可以在电视上观看选中的大片）本设计在桌面台式与移动终端的部署，通过二维码融合 VR 智能可视化，给用户以非常友好便捷的使用感受，可以提高工作效率、改善工作环境、加快信息流转速度和渗透深度。

[0103] 此外，系统具有台帐管理功能，各类巡检台账、设备巡视台账，以二维码做绑定，调取方便，一旦绑定不会串账，且查阅批复非常方便，给用户以非常友好便捷的使用感受，可以提高工作效率、改善工作环境、加快信息流转速度和渗透深度。各类具体台账都附着有二维码标识，可以便于事后检索、归类，通过扫描纸质台账上附着的二维码图标可方便无缝切换至移动终端上调取台账相应单条记录，便于对台账添加音视频多媒体的电子“评论”、“标注”、“批示”、“考核结论”；这种通过二维码标识做入口关联的跨界沟通，在平台端和手持终端之间、无纸化电子版与传统纸质台账记录之间、线上和线下形成一种多媒体无缝切换与交互体验。

[0104] 此外，步骤 4 中通过扫描点位上的二维码标签，则可在手持终端上显示相应设备的当前状态，并能调取历史数据。部分设备还具有门禁系统，可以利用二维码融合门禁系统，将移动终端上生成的二维码作为巡视路径上通过可视门禁时的身份识别码，作为门禁管理中融合基于二维码的身份主动识别与被动识别相结合的识别模型探索。

[0105] 上面结合附图对本发明进行了示例性描述，显然本发明具体实现并不受上述方式的限制，只要采用了本发明的方法构思和技术方案进行的各种非实质性的改进，或未经改进将本发明的构思和技术方案直接应用于其它场合的，均在本发明的保护范围之内。

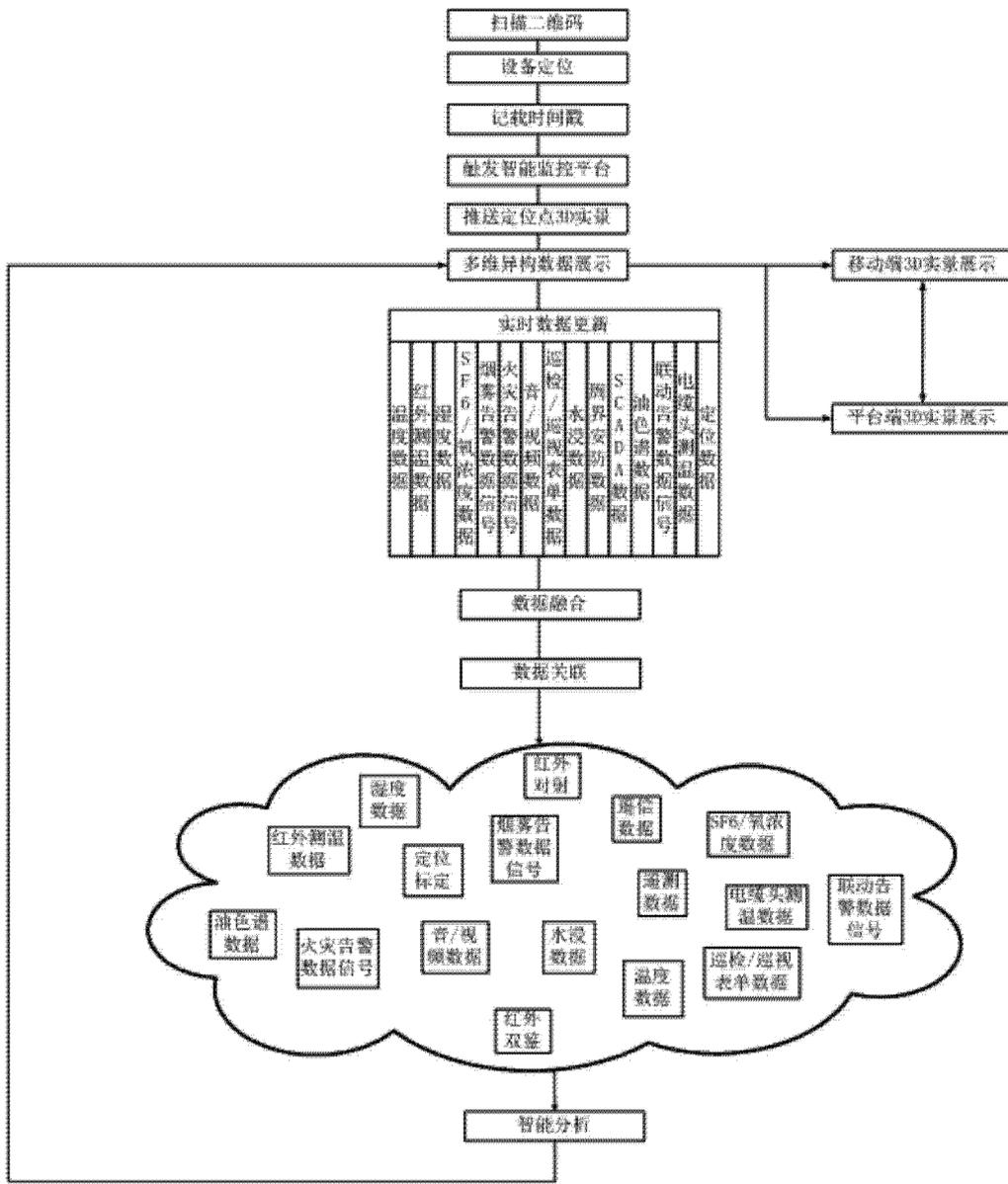


图 2