



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114584571 B

(45) 授权公告日 2024.02.27

(21) 申请号 202111596863.6
 (22) 申请日 2021.12.24
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 114584571 A
 (43) 申请公布日 2022.06.03
 (73) 专利权人 北京中电飞华通信有限公司
 地址 100084 北京市海淀区上地信息路1号
 2号楼6层603-5
 (72) 发明人 欧青海 许放 张争 艾雪瑞
 杨寒冰 程方圆 曹瑾 张涛
 赵静
 (74) 专利代理机构 北京风雅颂专利代理有限公司 11403
 专利代理师 车英慧
 (51) Int. Cl.
 H04L 67/1095 (2022.01)
 H04L 67/12 (2022.01)
 H04L 69/08 (2022.01)
 H04Q 9/00 (2006.01)
 G06F 18/25 (2023.01)

(56) 对比文件
 CN 112432641 A, 2021.03.02
 US 11164289 B1, 2021.11.02
 CN 111210359 A, 2020.05.29
 CN 111881515 A, 2020.11.03
 CN 112488489 A, 2021.03.12
 US 2019138667 A1, 2019.05.09
 US 2021133670 A1, 2021.05.06
 WO 2021031454 A1, 2021.02.25
 CN 109819233 A, 2019.05.28
 CN 111161410 A, 2020.05.15
 CN 112836352 A, 2021.05.25
 CN 113593017 A, 2021.11.02
 李志鹏;金雯;王斯健;王伦.数字孪生下的超大城市空间三维信息的建设与更新技术研究.《科技资讯》.2020,第18卷(第22期),第1-2节.
 Feng Xiang;Zhang Zhi;GuoZhang Jiang.Digital twins technolgy and its data fusion in iron and steel product life cycle.《2018 IEEE 15th International Conference on Networking, Sensing and Control (ICNSC)》.2018,全文.

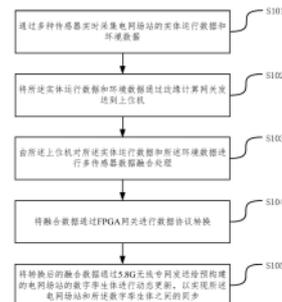
审查员 杨蕊薇

权利要求书2页 说明书9页 附图2页

(54) 发明名称
 基于空间计算技术的电网场站数字孪生同步通信方法

(57) 摘要
 本发明公开了一种基于空间计算技术的电网场站数字孪生同步通信方法,本申请通过多种传感器实时采集电网场站的实体运行数据和环境数据;将实体运行数据和环境数据通过边缘计算网关发送到上位机;由上位机对实体运行数据和环境数据进行多传感器数据融合处理;将融合数据通过FPGA网关进行数据协议转换;将转换后的融合数据通过5.8G无线专网发送给预构建的电网场站的数字孪生体进行动态更新,以实现电网场站和数字孪生体之间的同步。本申请通过多

种方式来获取多源三维数据,通过多源三维数据构建的数字孪生体能够实现对电网复杂动态作业外部实景环境的连续性模拟,从而电网设备信息平台虚实映射交互能力。



CN 114584571 B

1. 基于空间计算技术的电网场站数字孪生同步通信方法,其特征在于,所述方法包括:
 - 通过多种传感器实时采集电网场站的实体运行数据和环境数据;
 - 将所述实体运行数据和环境数据通过边缘计算网关发送到上位机;
 - 由所述上位机对所述实体运行数据和所述环境数据进行多传感器数据融合处理;
 - 将融合数据通过FPGA网关进行数据协议转换;
 - 将转换后的融合数据通过5.8G无线专网发送给预构建的电网场站的数字孪生体进行动态更新,以实现所述电网场站和所述数字孪生体之间的同步;
 - 所述数字孪生体的构建方法包括如下步骤:
 - 构建电网场站实体场景运行状态下的全局激光点云;
 - 获取电网场站设备的三维细节特征;
 - 将所述全局激光点云和电网场站设备的三维细节特征输入到虚实映射模型中进行训练得到虚拟场景的点云数据;
 - 利用所述虚拟场景的点云数据和三维建模软件构建电网场站的三维场景连续性模型;
 - 将所述三维场景连续性模型确定为电网场站的数字孪生体;
 - 所述获取电网场站设备的三维细节特征包括:
 - 通过摄影测量法、三维结构光扫描和GIM文件整合法获取电网场站的图像集;
 - 提取每个图像的特征;
 - 根据预设坐标转换规则,将所述图像的特征转换为三维坐标系下的特征;
 - 所述提取每个图像的特征包括:
 - 通过FAST关键点检测方法检测图像上的FAST关键点;
 - 通过BRIEF算法计算FAST关键点的描述子;
 - 将所述FAST关键点和所述描述子的组合确定为图像的特征;
 - 所述预设坐标转换规则为:
 - 将图像坐标系转换为北斗坐标系;
 - 将所述北斗坐标系转换为电网场站孪生体的全局坐标系。
2. 根据权利要求1所述的基于空间计算技术的电网场站数字孪生同步通信方法,其特征在于,所述对所述实体运行数据和所述环境数据进行多传感器数据融合处理包括:
 - 将所述实体运行数据和所述环境数据按照传感器进行分类;
 - 将同质的传感器采集的数据通过数据层融合;
 - 将异质的传感器采集的数据通过特征层融合和/或决策层融合。
3. 根据权利要求2所述的基于空间计算技术的电网场站数字孪生同步通信方法,其特征在于,所述数据层融合包括:
 - 将各个传感器的采集的数据进行融合;
 - 对融合后的数据依次进行特征提取和特征识别;
 - 和/或所述特征层融合包括:
 - 将各个传感器采集的数据分别进行特征提取;
 - 将提取后的特征进行融合和识别;
 - 和/或所述决策层融合包括:
 - 将各个传感器采集的数据分别进行特征提取;

将每个提取的特征分别进行特征识别；
将识别后的特征进行融合。

4. 根据权利要求1所述的基于空间计算技术的电网场站数字孪生同步通信方法,其特征
在于,所述方法还包括:

为融合数据标识时间戳;

根据所述时间戳和缓存在上位机中的数据进行数据恢复和断网续传。

5. 根据权利要求1所述的基于空间计算技术的电网场站数字孪生同步通信方法,其特
征在于,所述方法还包括:

通过所述上位机对融合数据进行加密。

6. 根据权利要求1所述的基于空间计算技术的电网场站数字孪生同步通信方法,其特
征在于,所述构建电网场站实体场景运行状态下的全局激光点云包括:

基于高精度激光三维扫描技术、计算机视觉标记技术和北斗RTK技术采集电网场站实
体的三维多源主体数据;

将所述三维多源主体数据进行数据融合;

根据融合后的主体数据构建场站全局激光点云。

基于空间计算技术的电网场站数字孪生同步通信方法

技术领域

[0001] 本申请涉及数字孪生技术领域,尤其涉及一种基于空间计算技术的电网场站数字孪生同步通信方法。

背景技术

[0002] 数字孪生技术是通过传感网络采集到的高密度动态数据,实线实体设备在数字世界中的映射;设备传感器将温度、振动、碰撞、载荷等数据实时输入数字孪生模型,并将设备使用环境数据输入模型,使数字孪生的环境模型与实际设备工作环境的变化保持同步一致。同时,在数字世界中构建智慧决策大脑,向实体设备下达运维策略,实现真实世界与数字直接之间的动态连接和双向传输,打造数字化的设备生命体。并且数字孪生系统可将专家知识与人工智能相结合,对传感器采集的动态数据和海量历史数据进行研判分析,实时诊断设备健康状态。

[0003] 目前,在电网数字孪生方面,还存在以下问题:

[0004] 1、缺乏面向立体空间的精准位置映射;

[0005] 2、电网设备信息平台虚实映射交互能力不足,难以支撑电网生产运行;

[0006] 3、现有的通信技术难以满足电网数字孪生系统的传输要求。

发明内容

[0007] 本申请实施例的目的在于提供一种基于空间计算技术的电网场站数字孪生同步通信方法,以解决上述至少其中一个问题。具体技术方案如下:

[0008] 基于空间计算技术的电网场站数字孪生同步通信方法,所述方法包括:

[0009] 通过多种传感器实时采集电网场站的实体运行数据和环境数据;

[0010] 将所述实体运行数据和环境数据通过边缘计算网关发送到上位机;

[0011] 由所述上位机对所述实体运行数据和所述环境数据进行多传感器数据融合处理;

[0012] 将融合数据通过FPGA网关进行数据协议转换;

[0013] 将转换后的融合数据通过5.8G无线专网发送给预构建的电网场站的数字孪生体进行动态更新,以实现所述电网场站和所述数字孪生体之间的同步。

[0014] 可选地,所述对所述实体运行数据和所述环境数据进行多传感器数据融合处理包括:

[0015] 将所述实体运行数据和所述环境数据按照传感器进行分类;

[0016] 将同质的传感器采集的数据通过数据层融合;

[0017] 将异质的传感器采集的数据通过特征层融合和/或决策层融合。

[0018] 可选地,所述数据层融合包括:

[0019] 将各个传感器的采集的数据进行融合;

[0020] 对融合后的数据依次进行特征提取和特征识别;

[0021] 和/或所述特征层融合包括:

- [0022] 将各个传感器采集的数据分别进行特征提取；
- [0023] 将提取后的特征进行融合和识别；
- [0024] 和/或所述决策层融合包括：
- [0025] 将各个传感器采集的数据分别进行特征提取；
- [0026] 将每个提取的特征分别进行特征识别；
- [0027] 将识别后的特征进行融合。
- [0028] 可选地,所述方法还包括：
- [0029] 为融合数据标识时间戳；
- [0030] 根据所述时间戳和缓存在上位机中的数据进行数据恢复和断网续传。
- [0031] 可选地,所述方法还包括：
- [0032] 通过所述上位机对融合数据进行加密。
- [0033] 可选地,所述数字孪生体的构建方法包括如下步骤：
- [0034] 构建电网场站实体场景运行状态下的全局激光点云；
- [0035] 获取电网场站设备的三维细节特征；
- [0036] 将所述全局激光点云和电网场站设备的三维细节特征输入到虚实映射模型中进行训练得到虚拟场景的点云数据；
- [0037] 利用所述虚拟场景的点云数据和三维建模软件构建电网场站的三维场景连续性模型；
- [0038] 将所述三维场景连续性模型确定为电网场站的数字孪生体。
- [0039] 可选地,所述构建电网场站实体场景运行状态下的全局激光点云包括：
- [0040] 基于高精度激光三维扫描技术、计算机视觉标记技术和北斗RTK技术采集电网场站实体的三维多源主体数据；
- [0041] 将所述三维多源主体数据进行数据融合；
- [0042] 根据融合后的主体数据构建场站全局激光点云。
- [0043] 可选地,所述获取电网场站设备的三维细节特征包括：
- [0044] 通过摄影测量法、三维结构光扫描和GIM文件整合法获取电网场站的图像集；
- [0045] 提取每个图像的特征；
- [0046] 根据预设坐标转换规则,将所述图像的特征转换为三维坐标系下的特征。
- [0047] 可选地,所述提取每个图像的特征包括：
- [0048] 通过FAST关键点检测方法检测图像上的FAST关键点；
- [0049] 通过BRIEF算法计算FAST关键点的描述子；
- [0050] 将所述FAST关键点和所述描述子的组合确定为图像的特征。
- [0051] 可选地,所述预设坐标转换规则为：
- [0052] 将图像坐标系转换为北斗坐标系；
- [0053] 将所述北斗坐标系转换为电网场站孪生体的全局坐标系。
- [0054] 第二方面,本申请提供一种电子设备,包括处理器、通信接口、存储器和通信总线,其中,处理器,通信接口,存储器通过通信总线完成相互间的通信；
- [0055] 存储器,用于存放计算机程序；
- [0056] 处理器,用于执行存储器上所存放的程序时,实现第一方面任一所述的方法步骤。

[0057] 第三方面,本申请提供一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质内存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现第一方面任一所述的方法步骤。

[0058] 第四方面,提供了一种包含指令的计算机程序产品,当其在计算机上运行时,使得计算机执行上述任一所述的基于空间计算技术的电网场站数字孪生同步通信方法。

[0059] 本申请实施例有益效果:

[0060] 本申请实施例提供了一种基于空间计算技术的电网场站数字孪生同步通信方法,本申请通过多种传感器实时采集电网场站的实体运行数据和环境数据;将实体运行数据和环境数据通过边缘计算网关发送到上位机;由上位机对实体运行数据和环境数据进行多传感器数据融合处理;将融合数据通过FPGA网关进行数据协议转换;将转换后的融合数据通过5.8G无线专网发送给预构建的电网场站的数字孪生体进行动态更新,以实现电网场站和数字孪生体之间的同步。本申请通过多种方式来获取多源三维数据,通过多源三维数据构建的数字孪生体能够实现对电网复杂动态作业外部实景环境的连续性模拟,从而电网设备信息平台虚实映射交互能力。通过5.8G专网传输,能够满足电网数字孪生系统的传输要求。

[0061] 当然,实施本申请的任一产品或方法并不一定需要同时达到以上所述的所有优点。

附图说明

[0062] 为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,对于本领域普通技术人员而言,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0063] 图1为本申请实施例提供的基于空间计算技术的电网场站数字孪生同步通信方法的流程图;

[0064] 图2为本申请实施例提供的基于空间计算技术的电网场站数字孪生同步通信装置的结构示意图;

[0065] 图3为本申请实施例提供的电子设备的结构示意图。

具体实施方式

[0066] 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做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。

[0067] 空间计算技术是以遥感技术、地理信息系统和全球定位系统为核心,以航空航天技术、传感技术、计算与存储技术、宽带通信技术等为支撑,以空间数据为研究对象的技术体系。

[0068] 本申请实施例提供的基于空间计算技术的电网场站数字孪生同步通信方法,下面将结合具体实施方式,对本申请实施例提供的一种基于空间计算技术的电网场站数字孪生同步通信方法进行详细的说明,如图1所示,具体步骤如下:

[0069] 步骤S101:通过多种传感器实时采集电网场站的实体运行数据和环境数据。

[0070] 在该步骤中,实体运行数据包括设备温度、振动、碰撞、载荷等数据。环境数据包括

视频监控数据、入侵数据、烟雾浓度数据、湿度数据等。

[0071] 步骤S102:将所述实体运行数据和环境数据通过边缘计算网关发送到上位机。

[0072] 边缘网关通过网口和串口的通信端口与电网场站内的各种电力设备建立物理通信,通过加装系统驱动文件库和系统服务库对象程序完成数据解析和数据存储。

[0073] 通过边缘网关实现在数据源处或附近执行分析和数据保存,实现对电网外部环境数据和本体运行数据的轻量级管理。减少传感器与数字孪生体之间所需的通信带宽。

[0074] 另外,为保证边缘网关可以保持稳定的工作环境运行,需要持续监控边缘网关的硬件驱动、系统服务接口、传感器等对象,可以获知边缘网关工作的实时状态,根据预设的软件预警值出发机制进行自我保护。

[0075] 步骤S103:由所述上位机对所述实体运行数据和所述环境数据进行多传感器数据融合处理。

[0076] 在本实施例中,上位机重点完成原始数据存储、加密备份、实时传输和数据融合等,并实时监控边缘网关的系统运作状态信息,控制FPGA网关和上位机的配置调整,根据需求进行调整所需采集的对象设备和参数。

[0077] 上位机通过对实体运行数据和环境数据的缓存和备份,能够确保不会因传输信道故障导致数据冗乱和丢失。

[0078] MSIF(multi-sensor information fusion,多传感器信息融合)有时也称作MSDF(multi-sensor data fusion,多传感器数据融合),于1973年在美国国防部资助开发的声纳信号处理系统中被首次提出,它是对多种信息的获取、表示及其内在联系进行综合处理和优化的技术。它从多信息的视角进行处理及综合,得到各种信息的内在联系和规律,从而剔除无用的和错误的信息,保留正确的和有用的成分,最终实现信息的优化,也为智能信息处理技术的研究提供了新的观念。

[0079] 在一个具体实施例中,所述对所述实体运行数据和所述环境数据进行多传感器数据融合处理包括:

[0080] 将所述实体运行数据和所述环境数据按照传感器进行分类;

[0081] 将同质的传感器采集的数据通过数据层融合;

[0082] 同质的传感器是指多个传感器观测的是同一物理现象,那么这多个传感器就成为同质的传感器,相反,观测的不是同一个物理量,那么多个传感器就是异质的。

[0083] 数据层融合不存在数据丢失的问题,得到的结果也是最准确的,但计算量大,且对系统通信带宽的要求很高。

[0084] 将异质的传感器采集的数据通过特征层融合和/或决策层融合。

[0085] 可选地,所述数据层融合包括:

[0086] 将各个传感器的采集的数据进行融合。

[0087] 融合算法是融合处理的基础。它是将多元输入数据根据信息融合的功能要求,在不同融合层次上采用不同的数学方法,对数据进行综合处理,最终实现融合。目前已有大量的融合算法,例如嵌入约束法、证据组合法、人工神经网络法。

[0088] 对融合后的数据依次进行特征提取和特征识别;其中可以采用模式识别的方法进行特征识别。

[0089] 和/或所述特征层融合包括:

- [0090] 将各个传感器采集的数据分别进行特征提取;
- [0091] 将提取后的特征进行融合和识别;
- [0092] 可以采用模式识别的方法进行识别。
- [0093] 特征层融合属于中间层次,这种方法的计算量及对通信带宽要求相对降低,由于部分数据舍弃使其准确性下降。
- [0094] 和/或所述决策层融合包括:
- [0095] 将各个传感器采集的数据分别进行特征提取;
- [0096] 将每个提取的特征分别进行特征识别;
- [0097] 将识别后的特征进行融合。
- [0098] 决策层融合属于高层次的融合,由于对传感器的数据进行了浓缩,这种方法产生的结果相对而言最不准确,但它的计算量及对通信带宽的要求最低。
- [0099] 在具体实施时,应综合考虑传感器的性能、系统的计算能力、通信带宽、期望的准确率以及资金能力等因素,以确定哪种层次是最优的。
- [0100] 步骤S104:将融合数据通过FPGA网关进行数据协议转换。
- [0101] FPGA网关是实现内网与外网之间通信的桥梁,外网云端的通信协议较多,通过转换协议转换能够满足多种协议的数据的传输。
- [0102] 步骤S105:将转换后的融合数据通过5.8G无线专网发送给预构建的电网场站的数字孪生体进行动态更新,以实现所述电网场站和所述数字孪生体之间的同步。
- [0103] 以往国网试点的无线专网有230MHz、1800MHz等频段。LTE-G 230MHz系统带宽低,只能适合窄带低速率业务,无法满足视频、智能巡检机器人等宽带业务需求;LTE-G 1800MHz系统所需的频段无委会不再给电网分配。结合5.8G频段的具有大带宽、高可靠和低时延的信息传输特点,以LTE-U标准为基础针对国网多样化的业务需求进行深度优化,以达到电网多样化的实时采集、监控和处理要求,满足电网场站各业务对传输速率与覆盖范围的要求。
- [0104] 在本申请实施例中,通过数字孪生体提供物理实体的实时虚拟化映射,使数字孪生的环境模型与实际设备工作环境的变化保持一致,通过数字孪生在设备出现状况前提早进行预测,以便在预定停机时间内更换磨损部件,避免意外停机。通过数字孪生,可实现复杂设备的故障诊断,如风机齿轮箱故障诊断、发电涡轮机、发动机以及一些大型结构设备的维护保养。
- [0105] 数字孪生体还可以将发现的设备异常或故障等虚拟数据反馈到电网场站实景中,实现混合现实的实时协作。在一个具体示例中,可以通过构建专用的实时通信信令服务器,定制其实时通信的数据结构,使实时通信信令服务器具备除传输语音、视频、图片等数据之外,还能传输三维空间坐标和数字虚体信息,从而实现现场融合协作功能。
- [0106] 另外,在数字孪生体和电网场站进行交互协作时,可以由工作人员佩戴混合现实眼镜,将数字孪生体和实景进行结合。
- [0107] 在数据的传输过程中,可能会因为线路损坏、路由器等设备故障造成的传输中断。为确保数据可以有效传递,避免因通信故障造成数据冗乱、数据丢失和数据传递不连续的问题。因此本申请提供另一实施例:
- [0108] 为融合数据标识时间戳;

- [0109] 根据所述时间戳和缓存在上位机中的数据进行数据恢复和断网续传。
- [0110] 通过在上位机建立数据断网续传逻辑,通过网络数据的缓存及时间戳记录,结合边缘计算数据逻辑进行数据恢复和断网续传功能。
- [0111] 可选地,所述方法还包括:
- [0112] 通过所述上位机对融合数据进行加密。
- [0113] 可选地,所述数字孪生体的构建方法包括如下步骤:
- [0114] 构建电网场站实体场景运行状态下的全局激光点云。
- [0115] 获取电网场站设备的三维细节特征。
- [0116] 将所述全局激光点云和电网场站设备的三维细节特征输入到虚实映射模型中进行训练得到虚拟场景的点云数据。
- [0117] 在本申请实施例中,虚实映射模型可以采用BP(Back Propagation,反向传播)神经网络,BP神经网络是一种按误差逆传播算法训练的多层前馈网络,是目前应用最广泛的神经网络模型之一。BP网络能学习和存贮大量的输入-输出模式映射关系,而无需事前揭示描述这种映射关系的数学方程。它的学习规则是使用最速下降法,通过反向传播来不断调整网络的权值和阈值,使网络的误差平方和最小。它的基本思想是,学习过程由信号的正向传播与误差的反向传播两个过程组成。正向传播时,输入样本从输入层传入,经各隐层逐层处理后,传向输出层。若输出层的实际输出与期望的输出不符,则转入误差的反向传播阶段。反向传播时,将输出以某种形式通过隐层向输入层逐层反传,并将误差分摊给各层的所有单元,从而获得各层单元的误差信号,此误差信号即作为修正各单元权值的依据。
- [0118] 利用所述虚拟场景的点云数据和三维建模软件构建电网场站的三维场景连续性模型。
- [0119] 在本实施例中,应用高精度渲染管线实现高仿真度现场实景三维展现,并采用PBR材质实现物理物体表面材质的模拟。
- [0120] 将所述三维场景连续性模型确定为电网场站的数字孪生体。
- [0121] 可选地,所述构建电网场站实体场景运行状态下的全局激光点云包括:
- [0122] 基于高精度激光三维扫描技术、计算机视觉标记技术和北斗RTK技术采集电网场站实体的三维多源主体数据;
- [0123] 将所述三维多源主体数据进行数据融合;融合的方法可以参考多传感器数据融合技术。
- [0124] 根据融合后的主体数据构建场站全局激光点云。整体精度可以控制在1cm左右。
- [0125] 在多源数据采集时,是否能达到2cm以内的采集精度将直接关系到数字孪生体的构建精度。
- [0126] 可选地,所述获取电网场站设备的三维细节特征包括:
- [0127] 通过摄影测量法、三维结构光扫描和GIM文件整合获取电网场站的图像集;
- [0128] 提取每个图像的特征;
- [0129] 根据预设坐标转换规则,将所述图像的特征转换为三维坐标系下的特征。
- [0130] 对设备细节进行毫米级特征收集,结合高精度的全局激光点云可以将整个场站的精度控制在2cm以内。
- [0131] 可选地,所述提取每个图像的特征包括:

[0132] 通过FAST关键点检测方法检测图像上的FAST关键点。

[0133] 具体过程为:判断一个像素点p是不是FAST关键点,只需要判断其周围的16个像素点中是否有连续N个点的灰度值与p的差超出阈值。N一般取12,称为FAST-12,常用的还有FAST-9,FAST-11。阈值一般为p点灰度值的20%。

[0134] 找出关键点后,还要计算该特征的方向,使用灰度质心法实现。灰度质心是指一小块图像中以每个像素的灰度值作为权重计算加权后的中心点。在上图以p点为中心的小块区域中,根据各个点的灰度值可以计算出一个灰度质心,通常不与p点重合,这样从p点到灰度质心的连线就是这个特征点的方向。

[0135] 通过BRIEF算法计算FAST关键点的描述子。

[0136] BRIEF描述子是一种二进制描述子,通常为128位的二进制串。它的计算方法是从关键点p周围随机挑选128个点对,对于每个点对中的两个点,如果前一个点的灰度值大于后一个点,则取1,反之取0。

[0137] 例如,选取4个点,分别标记为:P1(A,B),P2(A,B),P3(A,B),P4(A,B),

[0138] 定义操作T

[0139] $T(P(A,B)) = 1, I_A > I_B;$

[0140] $T(P(A,B)) = 0, I_A \leq I_B;$

[0141] 分别对已选取的点对进行T操作,假设得到的结果如下

[0142] $T(P1(A,B)) = 1;$

[0143] $T(P2(A,B)) = 0;$

[0144] $T(P3(A,B)) = 1;$

[0145] $T(P4(A,B)) = 1;$

[0146] 则最终的描述子为1011。

[0147] 为了降低噪声的干扰,计算BRIEF描述子前需要对图像进行一次平滑处理,BRIEF的作者建议使用 9×9 的高斯核进行平滑。随机挑选的128个点对也建议服从高斯分布。

[0148] 将所述FAST关键点和所述描述子的组合确定为图像的特征。

[0149] 可选地,所述预设坐标转换规则为:

[0150] 将图像坐标系转换为北斗坐标系;

[0151] 将所述北斗坐标系转换为电网场站孪生体的全局坐标系。

[0152] 基于相同的技术构思,本申请实施例还提供了一种基于空间计算技术的电网场站数字孪生同步通信装置,如图2所示,该装置包括:

[0153] 采集单元201,用于通过多种传感器实时采集电网场站的实体运行数据和环境数据;

[0154] 第一发送单元202,用于将所述实体运行数据和环境数据通过边缘计算网关发送到上位机;

[0155] 融合单元203,用于由所述上位机对所述实体运行数据和所述环境数据进行多传感器数据融合处理;

[0156] 协议转换单元204,用于将融合数据通过FPGA网关进行数据协议转换;

[0157] 第二发送单元205,用于将转换后的融合数据通过5.8G无线专网发送给预构建的电网场站的数字孪生体进行动态更新,以实现所述电网场站和所述数字孪生体之间的同

步。

[0158] 基于相同的技术构思,本发明实施例还提供了一种电子设备,如图3所示,包括处理器301、通信接口302、存储器303和通信总线304,其中,处理器301,通信接口302,存储器303通过通信总线304完成相互间的通信,

[0159] 存储器303,用于存放计算机程序;

[0160] 处理器301,用于执行存储器303上所存放的程序时,实现基于空间计算技术的电网场站数字孪生同步通信方法的步骤。

[0161] 上述电子设备提到的通信总线可以是外设部件互连标准 (Peripheral Component Interconnect, PCI) 总线或扩展工业标准结构 (Extended Industry Standard Architecture, EISA) 总线等。该通信总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示,图中仅用一条粗线表示,但并不表示仅有一根总线或一种类型的总线。

[0162] 通信接口用于上述电子设备与其他设备之间的通信。

[0163] 存储器可以包括随机存取存储器 (Random Access Memory, RAM),也可以包括非易失性存储器 (Non-Volatile Memory, NVM),例如至少一个磁盘存储器。可选的,存储器还可以是至少一个位于远离前述处理器的存储装置。

[0164] 上述的处理器可以是通用处理器,包括中央处理器 (Central Processing Unit, CPU)、网络处理器 (Network Processor, NP) 等;还可以是数字信号处理器 (Digital Signal Processing, DSP)、专用集成电路 (Application Specific Integrated Circuit, ASIC)、现场可编程门阵列 (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。

[0165] 在本发明提供的又一实施例中,还提供了一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质内存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现上述任一基于空间计算技术的电网场站数字孪生同步通信方法的步骤。

[0166] 在本发明提供的又一实施例中,还提供了一种包含指令的计算机程序产品,当其在计算机上运行时,使得计算机执行上述实施例中任一基于空间计算技术的电网场站数字孪生同步通信方法。

[0167] 在上述实施例中,可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。当使用软件实现时,可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现。所述计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行所述计算机程序指令时,全部或部分地产生按照本发明实施例所述的流程或功能。所述计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。所述计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中,或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输,例如,所述计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线(例如同轴电缆、光纤、数字用户线(DSL))或无线(例如红外、无线、微波等)方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。所述计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是包含一个或多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是磁性介质,(例如,软盘、硬盘、磁带)、光介质(例如,DVD)、或者半导体介质(例如固态硬盘 Solid State Disk(SSD))等。

[0168] 需要说明的是,在本文中,诸如“第一”和“第二”等之类的关系术语仅仅用来将一

个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0169] 以上所述仅是本申请的具体实施方式,使本领域技术人员能够理解或实现本申请。对这些实施例的多种修改对本领域的技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本申请的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本申请将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所申请的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

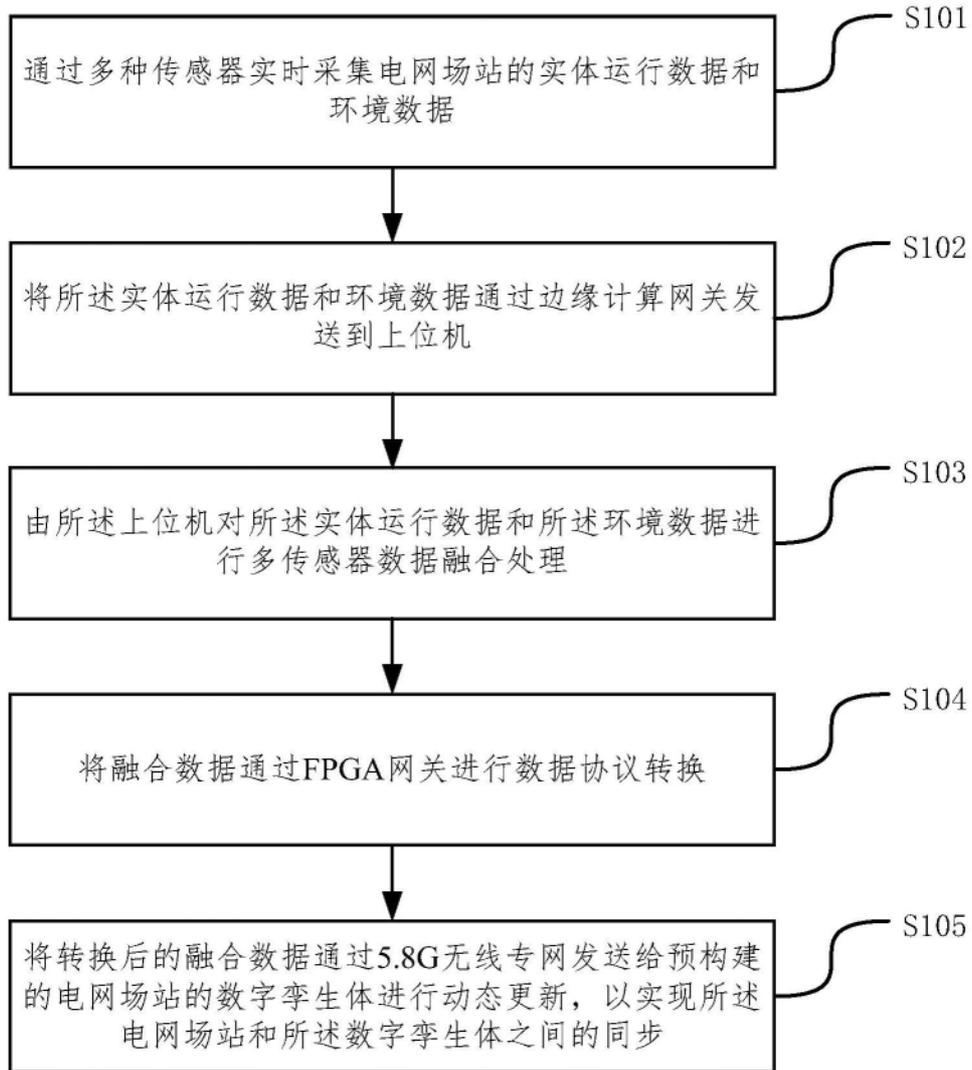


图1

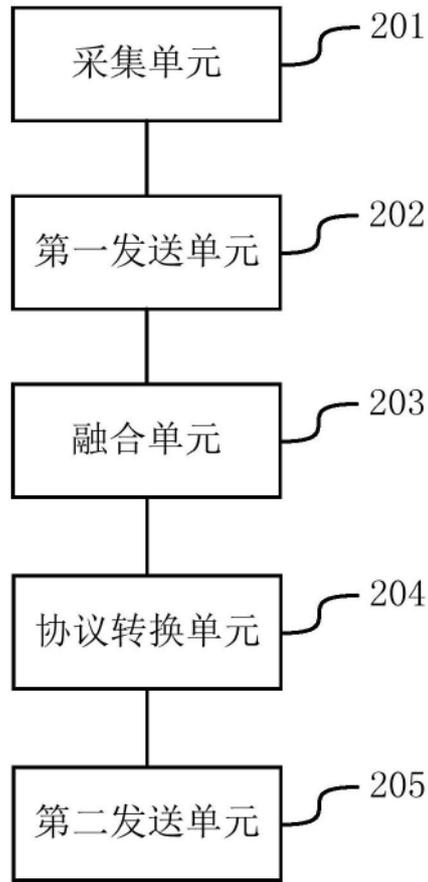


图2

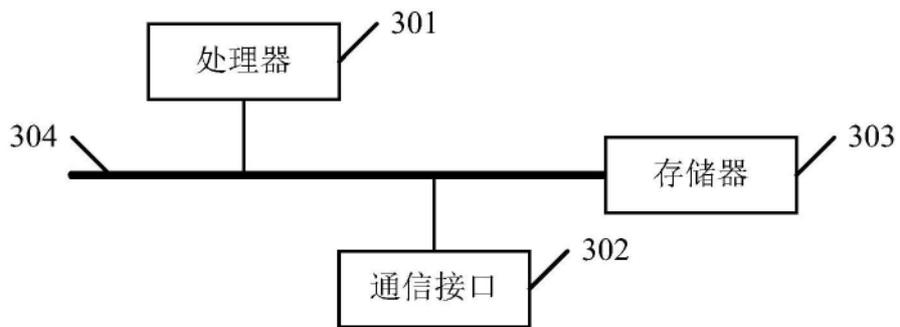


图3