

电力生产实时数据驱动数字水电站研究

彭远方, 赖真明, 杜光勇, 周波

(中电建水电开发集团有限公司, 四川 成都 610041)

摘要:近年来,传统企业都在探索数字化转型的思路和方法。随着能源革命与数字革命的双重叠加,电力生产企业通过充分整合生产数据,结合三维可视化展示,用实时数据驱动数字电厂,实现物理电厂与数字电厂孪生应用是一个重要研究方向。在此背景下,开展了电力生产实时数据驱动数字水电站研究,利用水电站三维模型、实时数据资源及 Unity3D 引擎实现实时数据驱动三维场景应用,以期为行业研究数字水电站应用提供参考。

关键词:数字化转型;实时数据;Unity3D;数据驱动;数字水电站

中图分类号:TP311.5;F407.61;TV74

文献标识码:A

文章编号:1001-2184(2022)01-0058-04

Research on Real-time Data-driven in Power Generation of Digital Hydropower Station

PENG Yuanfang, LAI Zhenming, DU Guangyong, ZHOU Bo

(PowerChina Hydropower Development Group Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610041)

Abstract: In recent years, traditional enterprises are exploring the ideas and methods of digital transformation. With the overlap of energy and digital revolutions, it is an important research direction for power generation enterprises to realize twin application of physical power plant and digital power plant by fully integrating production data, combining with three-dimensional visualization display and driving digital power plant with real-time data. Under this background, the real-time data-driven digital hydropower station for power generation is studied, and real-time data resources and Unity 3D engine are used to realize real-time data-driven three-dimensional scene application, in order to provide reference for industry research on digital hydropower station.

Key words: digital transformation; real-time data; Unity3D; data-driven; digital hydropower station

1 概述

随着国家十四五规划的出台,加速了企业数字化转型。面对能源革命与数字革命的双重叠加及“国有企业数字化转型”的战略要求,电力生产企业不断探索。利用数据可视化、信息物理融合等数字孪生技术可为更好地服务于企业生产运营。数据驱动三维场景是数字孪生体系的重要组成部分,数据驱动的智能是当前国际学术前沿与应用过程智能化的发展趋势^[1]。目前部分研究主要依赖信息空间的数据进行数据处理、仿真分析、虚拟验证、及运行决策等,缺乏应用实体对象的物理实况小数据(如设备实时运行状态、突发性扰动数据、瞬态异常小数据等)的考虑与支持,存在“仿而不真”的问题。

数字水电站是水电行业发展过程中工业化与信息化融合的产物。近年来,在信息技术引入到生产实际应用后,工业技术并没有与信息技术产生相互促进与彼此带动的效应^[2],数字水电站的提出与应用迎合了智慧运营管理的要求,实现工业化、信息化相互融合,彼此带动。当前行业在数字工厂及培训方向已有一些研究,赵晖等^[3]设计了具备工程设计、工厂生产管理、DNC 单元远程控制功能的数字化工厂系统,具备灵活性与实用性;隋少春等^[4]基于工业大数据的方式构建了一种数字化工厂,具备对设备的三维可视化监控、加工数据统计可视化以及设备预警等功能;谢天宇,吴馨等^[5]通过 Unity 引擎引入 SQL Server 数据库的连接使用,实现了变压设备的交互性教学,具备实际应用价值。

收稿日期:2022-01-10

实时数据驱动数字车间及培训的研究在智能制造、军事、航天、医疗等领域应用较广泛,但在水电领域应用较少。

2 Unity3D 平台介绍

Unity3D 作为被广泛使用的实时 3D 创作平台,在多个领域被应用,如工业中数字孪生。使用 Unity 能够对模型数据、传感器数据或点云数据进行实时传输和渲染,在添加物理特性和行为逻辑后,不仅可以简单、抽象的模型和数据处理为照片级的实时渲染效果,还可以在多个平台以 AR/VR/MR 的形式进行交互。

Unity 是实现数字线程的良好平台,提供了实时渲染、物理引擎、MR 等关键技术,同时具备面向工业标准的支持,这对实现实时数据驱动数字水电站具有独特优势。

3 技术框架及模型数据资源

3.1 技术框架

采用 Unity 的实时数据驱动数字水电站技术实现主要包括三维建模、实时数据准备、Unity 编程驱动几个部分。三维建模可选择 Revit、SolidWorks、3DMax 等多种建模软件,将三维模型文件导出为内嵌材质的 FBX 文件后导入 Unity,实现对三维模型的驱动。实时数据驱动主要通过 Socket、UnityWebRequest 等方法与实时数据平台通信定时获取实时数据,也可通过将 Unity 与实时数据平台建立长连接的方式,将实时数据通过变位上送的策略上送给 Unity 引擎,Unity 调用获取的实时数据改变三维场景中模型的颜色、位置、运动状态等,实现数据驱动。Unity 驱动三维场景技术框架见图 1。

3.2 三维模型资源

Unity3D 支持主流的 CAD 格式模型导入和轻量化: CATIA、IGES、STEPS、SolidWorks、Pro/Engineer、ALIAS、JT、FBX、3dxml、OBJ、DAE、3DS、STL 等。构建一个常规 Unity3D 项目可使用 Revit、SolidWorks、3DMax 等建模软件建立的模型导出为一种通用模型格式 FBX 模型并导入 Unity 项目中应用。

三维模型建模中应考虑项目在实际驱动中需用到的模型对象,针对这部分对象需是可运动或改变材质的独立组件,额外的其他模型应做合并处理,项目导出为 FBX 时应勾选内嵌模型材质,

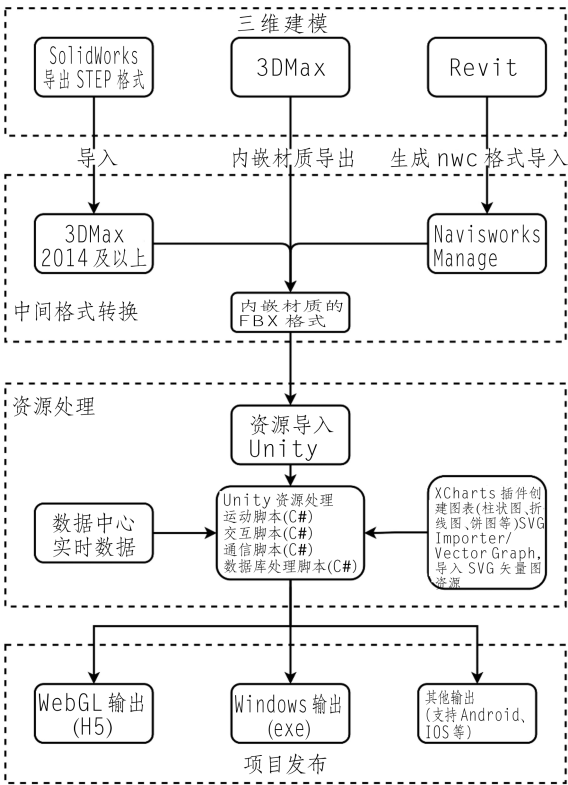


图 1 Unity 驱动三维场景技术框架

同时考虑在不影响整体使用体验的前提下适当减少模型面数,此操作将会在最终项目生成运行时节省设备性能,提升用户体验。

FBX 格式的三维模型文件可直接导入 Unity 项目资源文件夹。如出现 FBX 模型材质丢失,可点中 FBX 模型,在 Inspector 窗口中将 Materials 下的 Location 模式改为 Use Embedded Materials 即可。

3.3 实时数据资源

数字水电站的实时数据资源来源于生产现场电力监控系统(含机组、升压站、公用、闸门等控制单元)、在线监测系统(含机组、主变、GIS 等监测系统)等,根据电力监控系统安全防护要求将数据经正向隔离装置后送往生产管理大区,通过建一套灵活的实时数据处理服务系统,按数字水电站三维场景驱动需求,加工整理数据。处理流程为:采集—整理—传输—加工—服务,系统结构为:生产现场传感器—采集系统—安全隔离装置—专用网络—实时数据服务平台。

实时数据从电站现场到数据服务平台采用单向传输,不与生产设备交互。传感器采集生产数

据,经现地控制单元采集、监控系统上位机处理后打包送出。数据打包时只传送变量值,加上必要的校验信息,使用计算机网络 UDP 协议,可以很好地满足传输要求。

实时数据处理平台部署在互联网接入区域,生产控制大区、管理大区与数据服务平台之间部署单向隔离装置,确保传输安全。平台采用 Java 语言编写,功能包括实时数据接收校验、分析计算、数据存储、向外主要以 HTTP 方式提供服务,数据调用灵活方便。

3.4 Unity 平台实时数据资源获取

Unity 中实时数据资源获取通过 C 脚本实现。实时数据获取方式有多种,如 Socket、Unity-WebRequest 等方法。实时数据接口可定义为标准 JSON 数组(key-value)格式,如:

```
[{"id": "A00001", "value": 0}, {"id": "A00002", "value": 13.423}]
```

其中"id"表示点号,"value"表示数值,一个数据对象即为一个测点对应的点号及数据。此时应将该字符串解析为模拟量数据类型,才能在 Unity 脚本中进行数值调用。JSON 解析可通过开源的 LitJSON 插件进行解析,此外,在解析脚本中还应创建模拟量实时数据的实体类用于 JSON 解析,解析出的实时数据即可调取用于数字水电站的各种三维模型控制。

4 实时数据驱动数字水电站的技术实现

4.1 运动控制

在 Unity 中,驱动对象运动给出了多种方案,主要有 Transform 组件、Rigidbody(刚体)组件及 CharacterController(角色控制)组件。

Transform 组件可实现 3D 物体的平移(Translate)、缩放(scale)、旋转(Rotate)的控制,其中来自物理水电站的实时数据如转速、位移距离等数据可根据物体运动特点传入到对象的速度控制参数中,实现对运动距离、运动速度、旋转速度等控制,配合位置坐标插值算法(Lerp、SLerp)可实现平滑运动的效果,通过参数调教,实现数字水电站与物理水电站一致的孪生应用。

Rigidbody(刚体)组件可以使三维模型能够受到物理系统中力的影响。Rigidbody 组件提供了大量参数设置,可提供丰富的外力控制效果,该组件需与碰撞盒(CollisionBox)搭配使用,利用碰

撞检测(Collision Detection)属性实时计算物体碰撞后的运动状态,可用于机组零件拆装摆放等仿真。

Character Controller(角色控制)组件是 Unity 为了使开发者能方便地开发第一人称视角而封装的一个组件,可以看做是受限的刚体,会表现出一定的物理效果,但不受力的作用。该组件也提供了大量参数用于对象控制,场景中虚拟人物或摄像机运动控制时,使用 character controller 来控制对象的移动,可以获取更加丰富的碰撞信息,完成更好的控制。

4.2 颜色控制

水电站生产现场的 PLC 控制屏柜中,有大量指示灯用于指示设备状态,一般有红色、绿色、橙色、白色等。在三维场景中,相关指示灯对象可通过实时数据中对应的开关量(DI)控制,如开关量状态为 0 显示绿色,状态为 1 显示红色。在 Unity 中,通过脚本获取实时数据并监控状态变化,调用 Unity 自带的 Color 方法进行对象颜色控制,如:obj.GetComponent<Material>().color = Color.red;也可直接通过替换对象材质实现状态变化。

4.3 UI 搭建

Unity 引擎 V4.6 以后版本自带了功能强大图形用户界面 UGUI(unity Graphical User Interface),开发者可自主搭建各种用户图形界面用来显示信息或与用户交互。通过 UGUI,可快速搭建出用于用户操作的功能菜单、数据展示、设备信息展示等功能。Canvas 组件上设置 Render Mode(渲染模式),可实现 UI 显示渲染方式的调整,UGUI 提供了覆盖、摄像机、世界空间三种模式,可适用于不同的应用场景,如要将 UI 设置在三维模型旁,则将渲染模式选择世界空间模式,将 UI 的 Canvas 坐标调整到三维模型旁即可。

基于 UGUI,开发者们也开发了大量操作简单实用的开源插件,如 XCharts 图表插件,可通过简单配置实现条形图、柱状图、雷达图、液位图、热力图等多种可视化图表配置,并支持上万数据量的可视化呈现,为数字水电站的数据可视化提供了很好的支持。

数字水电站 220 kV 出线场见图 2。



图2 数字水电站 220 kV 出线场

5 结 语

面对能源革命与数字革命的双重叠加,面对“国有企业数字化转型”的战略要求,传统的电力生产企业积极应变。根据水电站实时数据构成、生产管理大区实时数据平台现状,从数字水电站三维模型资源准备、实时数据资源准备、Unity 与实时数据通信、实时数据驱动数字水电站的技术实现及 UI 呈现等方面进行了阐述,验证了应用 Unity3D 引擎实现电力生产实时数据驱动数字水电站的可行性,该方法亦可在数字风电、数字光伏、数字储能等场景中应用,在一定程度上为电力生产企业在数字化转型中的探索提供支持。

Unity3D 引擎使用 C 语言编程,通过脚本驱动数字场景,同时具备丰富的插件库及开发文档,降低了开发门槛。分析了一个简单实例,在实际项目中,应充分考虑企业生产实时数据现状,提前做好数据应用规划,这将为项目落地及扩展带来便利。

(上接第 57 页)

[4] 胡光忠,柳忠彬,肖守讷.机械产品快速设计理论与方法研究现状[J].现代制造工程,2014(12):110-118.

[5] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. DL/T 950—2005 电厂标识系统设计导则[S].北京:中国电力出版社,2005:2.

作者简介:

参考文献:

[1] 陶飞,刘蔚然,张萌,等.数字孪生三维模型及十大领域应用[J].计算机集成制造系统,2019,25(01):5-22.

[2] 胡凡成.基于 Unity 3D 的实时数据驱动数字化车间研究[D].湖南大学,2018.

[3] 赵晖,何宇辉.数字化生产车间的虚拟制造系统实现[J].物流工程与管理,2012,34(1):168-170.

[4] 隋少春,牟文平,龚清洪,等.数字化车间及航空智能制造实践[J].航空制造技术,2017,526(7):46-50.

[5] 谢天宇,吴馨,岳明奕.基于 Unity3D 的变压器仿真操作虚拟培训平台设计[J].企业技术开发,2015,34(14):6-7.

作者简介:

彭远方(1989-),男,贵州遵义人,工程师,学士,从事电力生产管理工作;

赖真明(1974-),男,四川邻水人,正高级工程师,硕士,从事电力生产及安全工作;

杜光勇(1985-),男,贵州安顺人,工程师,学士,从事信息系统综合设备设施管理工作;

周 波(1974-),男,重庆忠县人,高级工程师,学士,从事水电站机电管理工作.

(责任编辑:吴永红)

赖真明(1974-),男,四川邻水人,正高级工程师,硕士,从事电力生产及安全工作;

周 波(1974-),男,重庆忠县人,高级工程师,学士,从事水电站机电管理工作;

彭远方(1989-),男,贵州遵义人,工程师,学士,从事电力生产管理.

(责任编辑:吴永红)