

三维可视化在涂装车间数智化管理中的应用

王芳, 刘博, 张晗, 吕朋辉, 董方

(中国汽车工业工程有限公司, 天津 300113)

摘要: 介绍了一种可视化数据呈现技术——将设备的三维模型转化为车间数字孪生系统场景, 再结合实时采集的设备工艺、运行状态数据, 呈现在浏览器端, 提供涂装车间数据实时监控、设备路径漫游、工艺动画仿真等功能。该方案基于局部刷新、批量聚合、图像缓存的优化技术, 将实时数据同三维模型结合, 具有轻量、高效、易部署、易维护的特性, 可清晰展现涂装车间的实时情况, 为生产管理提供全面准确的信息, 助力企业数智化领域的探索发展。

关键词: B/S; 三维; 可视化; 数智化

中图分类号: TQ639

文献标志码: B

文章编号: 1007-9548(2024)05-0049-03

3D Visualization in the Digitalization and Intelligence Management of Painting Workshop

WANG Fang, LIU Bo, ZHANG Han, LYU Peng-hui, DONG Fang

(Automotive Engineering Corporation, Tianjin 300113, China)

Abstract: This article introduces a B/S architecture-based three-dimensional (3D) visual data presentation technology. This technology converts the 3D models of equipment into a digital twin system scenario for the workshop. By combining real-time collected data on equipment processes and operating states, it presents the information in a 3D format on the browser end. This provides functions such as real-time monitoring of data in the painting workshop, roaming of equipment paths, and simulation of process animations. Based on optimization techniques such as partial refresh, batch aggregation, and image caching, this solution combines real-time data with 3D models, exhibiting lightweight, efficient, easy deployment, and easy maintenance characteristics. It clearly demonstrates the actual situation of production processes in the painting workshop, providing comprehensive and accurate information to assist enterprises in exploring and developing digitalization and intelligence.

Key words: B/S; 3D; visualization; digitalization and intelligence

0 引言

随着科技的发展, 数字智能化管理已成为提升企业生产效率和竞争力的重要影响因素。涂装车间中央控制系统作为整个车间数智化的核心中枢, 汇聚着重要的数字资产——设备状态数据及企业生产数据, 不仅是企业对外宣传的形象窗口, 更是管理人员掌握车

间生产状况的数据驾驶舱。本文旨在梳理各种设备工艺参数以及状态数据, 探索新的数据可视化呈现技术, 将设备数据结合三维模型, 以文字、报表、动画等形式更加直观形象地展示在中央控制系统, 既可实时监测设备运行, 了解生产状态, 快速追踪异常告警事件, 为安全生产提供技术支持, 还可充分发掘利用现有的数字资产, 提供展示设备工艺路线、生产工序、动画仿真等功能, 提升企业数字化宣传形象, 助力企业的数智化建设发展。

传统中央控制系统为二维维度, 通过文字、图片、颜色标识等形式, 显示出设备的工艺参数、生产数据、

收稿日期: 2024-03-08

作者简介: 王芳(1984—), 女, 本科, 工程师, 主要从事信息化技术在涂装智能装备领域的研发、应用和推广工作。E-mail: wangfang6336@chinaaie.com.cn。

运行状态等画面。随着涂装车间设备及工艺复杂度增加,管控标准也在提高,这种形式展示数据的短板逐渐显现:大量数据以数字仪表形式平铺时,仪表矩阵没有重点,不利于快速查找;复杂多维设备,例如立库存储区域的实时运行状态,二维技术跟踪复现设备运动轨迹、显示库位实时状态时,不够直观形像。

另一方面,三维仿真已经成为车间工艺规划、设备设计环节中的必需过程,设计产出的相关三维模型在仿真验证结果工作完成后,最多是资料归档以备其他项目参考复用。这些设计成果作为工程设计院所的重要数字资产,如何挖掘利用、拓宽延伸数字生命,也是企业数智化发展的探索之路。

针对这些涂装车间数智化发展道路上遇见的问题,本文提出新的三维可视化数据呈现技术,将独立的设备三维模型,组合转化为景深自由可调的车间数字孪生场景,并将设备及生产信息融合在场景之中,既可丰富中央控制系统的展示形式,补缺二维展示的短板,又可再次利用企业三维数字资产创造价值。

1 系统架构

系统采用基于 WebGL 协议的 B/S 架构,这种模式将客户端统一为浏览器,将系统功能实现的核心部分集中到服务器上,简化了系统的开发、维护和使用。客户机通过浏览器同服务器进行数据交互,用户无需安装单独的客户端软件,只需通过浏览器访问即可,提高了用户的易用性和便捷性。系统架构见图 1。

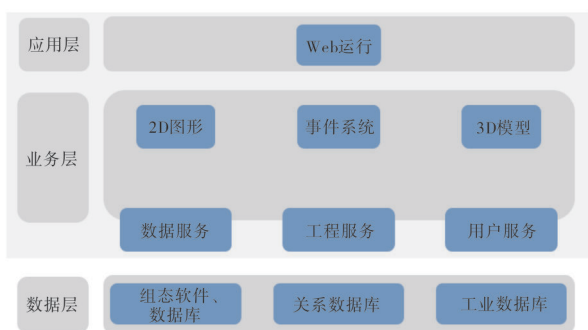


图 1 系统架构

1)数据层:PLC 设备、传感器等采集的实时数据通过数据查询或数据订阅的形式汇集。数据源接口支持组态数据采集软件、OPC 协议、关系数据库和工业数据库。

2)业务层:可分为数据服务、工程服务和用户服务。数据服务负责整合与数据层交互的数据,工程服务调度系统逻辑事件,将数据与系统中的变量、模型关联,用户服务响应用户业务层的互动需求。

3)应用层:主要进行三维场景渲染和简单的数据处理。利用 WebSocket 协议实时订阅业务层数据,实现

数据驱动应用。

2 系统特点

1)不受限于特定操作系统和硬件显示终端。系统环境基于 HTML5 的 Web 浏览器,软件开发人员可实现页面布局构建、2D 图形绘制、3D 场景搭建、SVG 矢量图编辑、JavaScript 脚本调用等功能;软件使用人员无需任何浏览器插件支持,可以在支持 WebGL 的各种平台、设备上的 Web 浏览器中渲染交互式 3D 场景,利用计算机 GPU 进行硬件加速,实现更流畅、更高性能的用户体验。

2)不局限特定的三维模型设计软件。系统复用三维模型导出的轻量化文件,将三维模型应用从 C/S 软件端推广至 B/S 浏览器端,通过 OBJ 文件提取模型结构特征,通过 MTL 文件提取模型颜色特征,从而将软件开发工作中的结构尺寸设计和视觉场景设计分开,降低对设计人员的跨专业高素质要求,更利于软件分工协作开发。

3)低代码开发环境,JavaScript 脚本逻辑可实现关联数据驱动场景中设备零部件元素在空间里的运动,轻松实现工艺仿真,运动轨迹追踪,车间设备漫游展示等功能。

4)支持与传统 2D 画面联合使用,相辅相成,互为补充。

5)满足用户充分发挥主观能动性和创造性的需求,利用不同数据组合、元素组合、画面组合、动画制作、代码控制等手段实现所需效果。

3 系统实现

3.1 功能规划

系统功能划分见图 2,设备展示部分将设备信息状态融入三维场景,可对设备外型结构拆解,用动画模拟工艺过程;生产过程部分,实时展示工艺参数及设备监控数据,还可全场景产线漫游查看车间情况;数据分析部分,一方面是自有数据报表的分析展示,另一方面增设外部引用功能,通过网页链接扩展对外接口,实现画面嵌套展示。

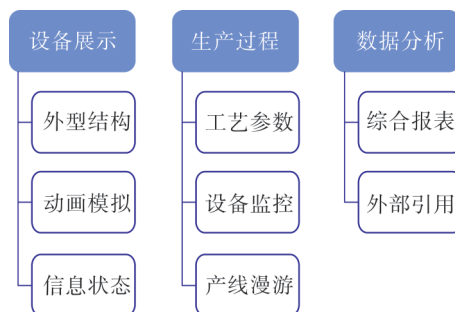


图 2 系统功能

3.2 功能实现

3.2.1 实施步骤

工程搭建的过程,参考系统架构中数据流的方向逐步实施:1)建立数据源,确保服务端和各个数据源的连接;2)维护工程变量,添加需要关联显示的数据点;3)对接数据库,查询、转存历史数据;4)2D 元素的维护,创建画布、标签、图表,并设计数据展示样式模板;5)3D 元素的维护,加载 OBJ 文件,转换为三维模型,搭建三维场景;6)脚本设定,添加逻辑事件;7)融合资源,调用三维场景,放置 2D 资源,关联数据点,设置报警定位动画等。实施步骤示意图 3。

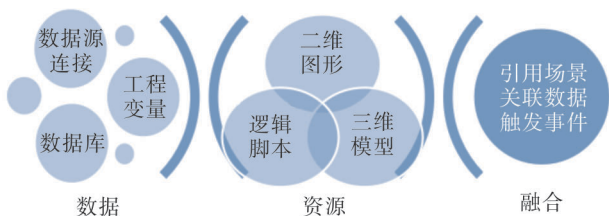


图3 实施步骤示意

3.2.2 实施要点

系统实施过程中遇到的问题,在不断探索中得到解决,归纳总结出如下几个要点:

1)数据层次性。车间生产过程中汇集的数据量庞大,作为中央控制系统,在总览页面中简要显示区域指标类的数据,当画面焦点聚焦到具体设备时,再显示细节数据,避免大量数据堆叠;

2)数据点选取。实现数据驱动动画运行功能,需要提前预设相关的数据点,例如设备的位移、角度空间位置反馈值,通过脚本绑定设备的坐标值,从而实现设备位置实时变化;

3)模型文件优化。系统中使用的三维模型是在 mesh 数据基础上渲染的,为了提高页面加载的速度及流畅度,需要降低模型的顶点数和面数,最直接的优化操作就是减少曲面和孔洞细节,提取包裹面后转换为 OBJ 格式。静态的工艺细节例如烘房风道格栅,可以考虑贴图的形式;

4)3D 模型转换。场景中的三维模型,可分为静态模型和动态模型。静态模型例如钢结构、地板、设备底座,在场景移动时相对原点的位置不会变化,OBJ 文件导出转换时,可作为一个整体;动态模型例如机械手臂、滚床、滑橇,需要单独的数据脚本驱动动作,要以独立控制单元为最小元素导出后转换,再拼接组合。

3.2.3 应用现状

近年来,该系统已相继在汽车厂涂装车间展开应用,以涂装设备数字模型资源为基础,进行三维场景搭

建,并结合车间生产数据,构建三维数字驾驶舱。系统运行时,利用鼠标键盘操作可进行场景无极缩放、角度调整,通过景深视角切换,设备分层数据逐渐迎面展现,主要可分为以下几种数据展示形式。

1)数据面板:设备信息、状态参数、工艺参数、生产数据等实时信息,显示在二维数据卡中,随场景视角旋转自动适应主视角度;

2)动画仿真:设备实时定位数据、预设位置脚本绑定至三维模型,实现了设备的结构仿真拆解、流体状态、工艺路线、轨迹模拟、漫游展示以及实时位置、运动跟踪;

3)悬浮报表:数据库作为图表数据源进行综合展示,展示区域生产计划及能耗情况;

4)数据大屏:整个大屏是车间场景中的一个设备,将多个区域场景的分析数据汇总显示,并通过网页链接引入第三方软件的扩展页面。

系统应用以来,运行稳定、性能良好、便于维护,证明了该系统的可行性和有效性,也为我们提供了宝贵的经验和启示。

4 结语

本应用技术将数据信息同场景模型结合,搭建数字化孪生车间,拓展了数据资源可视化在三维空间的呈现,使数据查看更加直观形象,有助于提升企业的数智化水平。同时我们也必须认识到该技术需要面临的挑战,例如数据安全问题,技术问题如设备动态实施跟踪时,位置反馈点数量如何提高、布局如何优化,数据更新频率和传输速率需要调整,复杂场景画面中设备轨迹、动作的跳变现象如何减少等,最重要一点是该技术带来的价值如何提升,我们将不断探索和创新,通过深入研究和实践,逐步找到解决方案,推动该技术的健康、可持续发展。

参考文献:

- [1] 宗学妍.基于数字孪生的车间作业仿真与监控系统的设计与实现[D].沈阳:中国科学院大学(中国科学院沈阳计算机技术研究所),2021.
- [2] 许晓慧.工业生产管理软件界面的三维可视化设计研究[D].上海:华东理工大学,2019.
- [3] 罗家文.数字化车间实时三维可视化监控关键技术研究[D].南京:南京航空航天大学,2019.
- [4] 王玄平,刘美佳,严宏丹.基于 WebGL 的三维仓库管理和监控系统设计[J].起重运输机械,2021(8):32-36.
- [5] 薛建英,宁澎,孟繁敏,等.基于 WebGL 的开放 BIM 跨平台可视化方案研究[J].内蒙古农业大学学报(自然科学版),2021(4):87-91.