

数字孪生技术在汽车行业的应用研究

苏松 莫军昌

(柳州五菱汽车工业有限公司 广西 柳州 545007)

摘要: 汽车市场正向品种多样化、个性化方向发展, 产品生命周期越来越短, 因此造成汽车制造厂普遍存在产能过剩与产能不足并存的现象, 汽车传统四大工艺产线急需从传统的大规模制造向大规模定制化制造转型。数字孪生技术的兴起, 实现了通过软件定义轻松在虚拟空间完成对物理世界的感知、重现、控制、优化和决策, 将成为提高生产力的重要手段。

关键词: 汽车行业; 数字孪生; 物联网; 工业智能; 柔性制造

0 引言

在信息世界中, 每一个生产设备与产品都有一个数字化镜像 (Digital Twin), 它将现实中的生产设备与产品进行完整的记录与反映, 这些镜像可以形成一个虚拟世界, 如何在虚拟世界中将物理空间实体的状态以及实体之间的关系透明化, 彼此共享信息和协同活动, 进而对生产活动进行对称性指导与辅助, 正是数字孪生技术诞生的目的和意义。

本文将介绍数字孪生技术的基本概念与应用现状, 并着重讨论数字孪生技术体系与汽车行业的应用实践和前景。

数字孪生技术源于对追溯要求极高的飞机、太空装备领域, 近年被引入到民用制造领域。其核心思想是通过感知技术将物理世界数据采集存储, 然后利用数字建模技术重构物理世界, 并对物理世界进行仿真和分析, 从而实现对物理世界的感知、重现、控制、优化和决策。近年来, 国内多所高校和公司潜心研究数字孪生技术平台, 并已在烟草和电子行业取得成功, 成果显著。数字孪生是一项综合技术, 它对工业数据收集、存储、清洗、重构、分析预测、分发、展示、决策等过程进行定义和规范, 因其统一的架构非常符合现代数字化、智能化工厂设计思想, 已成为工业智能化体系中的一项重要技术。

1 数字孪生技术的架构体系

数字孪生技术有多种实现方式, 目前国内普遍推荐的架构是基于工业互联网规范的数字孪生技术架构, 它整合边缘计算、大数据处理、云计算、3D 引擎及物联网等技术组成一个规范的数字孪生体系。

1.1 智能感知层

智能感知层负责完成与硬件设备的交互, 是打通设备和信息系统的桥梁。包括实现对智能生产装备, 智能物流装备, 智能质检装备, 非标设备的接入, 或直接采用传感设备采集数据, 实现与设备的通讯解析和物理环境感知。

1.2 数据采集层

数据采集层的作用是实现设备数据采集和存储。感知层实现的是物理的通讯链路和感知手段, 数据采集层则负责将设备数据按规则进行采集和管理。包括利用设备登记管理, 设备数据存储, 时序数据处理等。

数据采集层为已接入的各类设备提供统一采集管理手段, 实现不同设备之间的数据互联互通, 通过数据采集网关、

边缘计算机等从工业现场设备里实时获取数据, 并把数据安全地保存到数据服务器。

1.3 信息挖掘层

信息挖掘层负责对数据采集层采集到的数据进行清洗和关联处理, 并通过标准的 API 接口实现数据分发, 将数据共享到其他需要设备实时数据的平台中。

1.4 网络层

网络层实现现场设备与服务器的互联物理通道。包括实现感知层到数据采集层、数据采集层到执行层的物理通道。目前一般采用工业以太网、5G、WIFI6、LORA 等网络实现。

1.5 配置执行层

配置执行层是一个管理平台, 提供全面管理数字孪生服务的各种配置的管理工具。包括管理设备登记、数据采集频次、数据存储规则、数据清洗方案、数据分发方案等。

1.6 认知层

认知层是一个提供数据决策的平台, 实现数字孪生模型构造, 大数据分析、优化和监控预测等。

1.7 展示层

将认知层输出的数据进行全方位展示, 并实现物理世界 3D 重现。基于工业互联网规范的数字孪生技术架构充分利用了现有信息科学技术手段, 分层实现设备接入, 数据采集, 过程管理, 数据重构和数字孪生的展现。

2 数字孪生技术在汽车行业应用实践

当前汽车行业最突出的问题就是如何实现柔性化定制。随着自动化装备的发展, 现场执行层的装备柔性化问题已逐步得到解决, 但控制层和管理层的柔性化尚缺乏实践案例。数字孪生的虚实结合特性, 特别是车间仿真和自动化反向控制特性, 对现阶段的汽车制造过柔性化实现有重要价值, 国内外许多车企正在借力数字孪生技术, 实践汽车柔性化制造。下图是某车企已上线的数据孪生场景。

在该案例中, 企业以“工业互联网平台”为基础, 实现车间内的物理空间与信息空间的人员、设备、物料、方法、环境等要素映射、实时交互、高效协同。根据需求, 数字孪生系统将智能车间的控制管理、运行情况、质量、物耗、能耗等数据在虚拟空间中建立实时镜像, 并开展制造事前、事中、事后的虚拟仿真, 并将仿真结果反作用于物理空间现

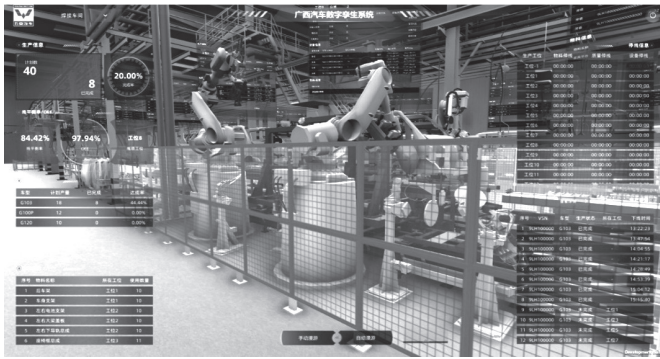


图 某车企车间生产线数据孪生展示场景效果图

场,助力企业提升资源优化配置能力、生产过程控制能力、均质生产保障能力、柔性制造能力和敏捷生产能力。该案例有如下特点:

2.1 OT 与 IT 深度融合

通过对制造业的智能控制 OT 技术和信息化 IT 技术的理解深刻、逐步建立工业基础模型、数字模型和控制模型,将“隐形的数据”展现为“显性的操作指南”,推动生产企业全流程“科学决策”和“系统自治”,实现设备智能化控制与 ERP、MES、PLM 等生产应用系统的上下贯通、左右协同,打通“人、机、料、法、环、测”信息流。

2.2 软硬件结合实现设备状态感知和智能控制

基于标准的物联网技术,将工业电脑、现场总线模块、驱动产品和工业控制软件集成一套完整的、相互兼容的控制平台,为设备工控领域提供智能化控制系统,综合运用物料追溯、质量检测的多样化手段促进超高速状态下的精准生产,为设备级智能装备提供过程控制的完整解决方案,实现设备级智能装备的数据读取及传递的互联互通,构建一个覆盖设备智能控制、智能诊断、智能交互、智能管理、智能互联为一体的智能设备管控平台,在设备底层形成数据流动的全感知、可交互、可计算、可控制,提升智能设备的“状态感知”能力。

2.3 工厂级异构数据平台化集成和实时分析

基于采集的设备生产实时数据、设备运行状态数据、质量在线数据等,实现异构数据、异构网络、异构软件在信息空间与物理空间不同环节的集成。运用边缘计算技术将设备侧采集的实时数据进行清洗,计算处理后的关键数据应用到工业运行过程,以实时动态的方式反映生产线运行中的生产状态、原材料消耗状态、设备运行状态、生产产能状态、设置正常运行参数,以可视化报警的方式提示操作过程中的异常现象,为数字工厂建设提供数据驱动的基础,实现感知数据的实时分析和使用。

2.4 物数融合实现信息空间与物理空间的仿真重现

通过采集和加工数据,利用科学的算法分析,形成信息模型,驱动生产执行与精准决策,创建虚拟空间与实体工厂的虚拟映射,实时映射生产过程、设备运行情况、质量跟踪状态,实现数字孪生体与实时生产过程管控、设备运行状态管控、过程质量管控和物料管控同步,并通

过建模、仿真及分析再将结果反馈回物理空间,实现实体资源配置优化、生产过程管控优化、产品物料全过程追溯优化等,提高企业整线设备的使用能力,提升生产管控水平。

该案例利用数字孪生技术创建一个虚拟车间模型,准确的将现实世界的生产线生产过程以数字化的方式表达出来,对复杂的制造体系和生产过程进行快速建模(如车身线、总装线),对产线的生产能力进行评估,实现生产过程和产品全生命周期的智能化和协同化,创建一个基于数字孪生的汽车零部件智慧生产平台,实现生产过程的运行、监测和维护。通过对生产过程控制实施基于工业互联网平台的数字孪生系统,能够加快数据的同步与交换,使闭环控制系统准确而高效的运转,使控制的决策与执行能够有效的平行运行,节约生产成本,提高生产效率,提升产品质量,增加企业的行业竞争力。

该案例项目建设 1 年后正式试运行,在虚拟环境中已实现了汽车制造工厂的全景运动仿真,实时掌握工厂运行状态,工厂质量表现情况,工厂生产执行状态等。工厂的数据分析效率已得到很大提升。采用仿真驱动,将新车型导入仿真平台,即可实时检验新车型对工艺的新要求,通过工艺人员参与,即可提炼需要进行哪些工艺改造才能实现新车型生产。大大提高了新车型的上市的效率。

3 结语

未来的工厂和产品将具有实时的自省、自我预测、自我比较和自重构能力的无忧生产和使用环境。然而,在真正迈入智能化制造阶段以前,还有诸多关键技术需要持续不断地研究,基础设施需要不断升级以应对工业智能的新标准,特别是对智能分析平台中技术缺口的填补。如何通过虚拟数字模型产生的信息对实体进行对称化的内容管理和价值服务的数字孪生技术将成为未来企业竞争的核心技术。

参考文献:

- [1] 沈沉,贾孟硕,陈颖.能源互联网数字孪生及其应用[J].全球能源互联网,2020,3(1):1-13.
- [2] 陶飞,张贺,戚庆林.数字孪生十问:分析与思考[J].计算机集成制造系统,2020,26(1):1-17.
- [3] 庄存波,刘检华,熊辉.产品数字孪生体的内涵、体系结构及其发展趋势[J].计算机集成制造系统,2017,23(4).
- [4] 李浩,陶飞,王昊琪.基于数字孪生的复杂产品设计制造一体化开发框架与关键技术[J].计算机集成制造系统,2019,25(6).
- [5] 刘云璐,刘宗长,田丰(译)[美]李杰(Jay Lee)著,云上工业智能[M].北京:中信出版集团,2017年6月第1版,ISBN 978-7-5086-7507-7.
- [6] 《数字孪生五维模型及十大领域应用》[J].陶飞,刘蔚然,张萌.计算机集成制造系统,2019,25(1)

作者简介:苏松(1973.01-),男,汉族,广西临桂县人,学士,工程师,高级企业信息管理员,信息总监,研究方向:汽车领域网络化、信息化、智能化建设。