

数字孪生在企业运营仿真教学中的应用探索

何 斌

广东酒店管理职业技术学院, 广东 东莞 526960

摘 要: 伴随工业 4.0 和数字中国的快速发展, 要求现代社会的管理者拥有先进的数字化素养和全局性的系统决策能力。高职工商企业管理专业学生的实践教学正处在情境虚拟化不足、数据静态化、与企业实时动态运营脱节的困境中, 迫切需要解决这些问题。本课题针对数字孪生理念下高职教育规律以及构建企业经营业务流程虚拟仿真教学进行了探究, 开发了一个“数据驱动、虚实交互、动态演化”企业经营虚拟仿真实训教学资源, 并以 G 高职院校《智慧供应链管理》的课程教学为例, 依托课程知识完成了教学资源的实施, 通过统计方法对企业经营业务全流程模拟结果与实际情况进行比较, 数据表明此课程在促进学生企业经营业务流程系统思维培养、大数据决策运用以及团队协作创新能力提高方面具有较好的成效。

关键词: 数字孪生; 企业运营; 仿真教学; 高职教育

0 引言

数字化转型大潮对企业运行模式产生了巨大影响, 数字孪生 (Digital Twin) 作为实现信息物理空间融合的核心技术, 通过构建物理实体的全息数字化镜像, 实现了数据的实时驱动与过程的双向优化, 已成为企业实现智能化决策与精细化管理的关键基础设施。其运用也对高职工商企业管理专业人才培养标准提出新的要求, 要求该专业的毕业生要能接受大数据思维并运用其对现实的工作情况进行有效分析, 同时还需学会制定可行的计划, 使用相关软件工具对该工作的实施过程进行虚拟演示, 并对上述活动做出适当的评价。

然而, 以往该专业实践教学有如下问题: 第一是利用沙盘和软件进行操作, 无法模拟出真实的市场竞争环境以及供应链不稳定的情况; 第二是企业顶岗实习很难真正接触到企业的主要经营决策过程; 第三是实践的情景过于单一、碎片化, 不能真正让学生体会到企业的系统化全过程运作和各项职能交叉的协调能力, 直接影响了培养目标与产业需求的契合程度。

因此, 把数字孪生技术引入高职工商企业管理专业的实践教学当中, 是教学系统、过程体系上的深刻变革, 就要通过这系列的改革破除我们的困境, 建立面向高职学生的基于数字孪生企业运营仿真化的教学资源, 并将其引入到教学实践过程中, 促进高职学生掌握数字时代的商务管理技能。

1 数字孪生仿真教学的理论框架与教育意蕴

1.1 数字孪生的核心内涵与教育转化

数字孪生是将物理模型、传感器数据、运行历史等多种来源的数据组合起来形成一个概

率系统模型, 在教学方面最突出的特点就是以下三点:

高保真虚实映射: 教学的“物理实体”是目标企业运营系统。仿真资源需构建一个在组织结构、业务流程 (如“计划—采购—生产—仓储—销售—回款”)、资源状态 (设备、库存、资金) 上高度一致的“数字虚体”。

实时数据驱动: 与传统的模拟软件静态参数不同, 数字孪生体的状态演变是被源源不断的“突发事件”所驱动的, 其中一些数据是来自模拟的真实市场的数据库, 另一些是通过 API 接口从实时经济指标中取得, 还有一些是教师为营造某种情境模式故意而为之的“突发事件”, 它们是真实的数据。数据驱动就能做到仿真环境与真实商业世界的同频共振。

闭环迭代优化: 学生做出的任何一项决定, 对于虚拟的企业来说都是一次实际行动; 而学生的每一个决定都将迅速地影响到数字孪生体, 业务逻辑和算法模型为学生呈现出每一个决定产生的结果, 并根据决定本身的优劣给出对应的打分以及学生作出反映。最终实现“决策—模拟—反馈—反思—再决策”螺旋式上升的学习闭环。

1.2 对专业教学的独特价值

赋能系统思维能力: 数字孪生仿真用可视化的界面和动态的数据看板把市场、销售、生产、采购、财务等职能之间各种复杂相关的决策以及动态博弈直接展现在学生们面前, 推动他们跨部门协作, 站在整个企业的角度去考虑问题, 达到企业发展最大的效益。

锤炼应变能力: 把动态的事件带入到学习中去, 像“黑天鹅”“灰犀牛”等真实的商业世界中的不确定事件一样让学生置身其中, 在化解危机的过程中学习到风险、韧性和敏捷性。

实现高阶试错: 可让学生去做出在现实生

活中会导致非常严重损失的高阶决策,但仅仅导致虚拟的经营亏损甚至是企业虚拟破产而已,“安全的失败”是激发反思和内化素养的核心和杠杆。

2 企业运营数字孪生仿真教学资源的系统化开发

基于上述理论框架,我们与大湾区某精密制造公司开发了数字孪生仿真教学平台。该平台以一个典型的离散制造型企业为原型,覆盖了从线索商机到现金回笼的端到端业务流程。

2.1 总体架构设计

平台基于分层解耦的设计思路,形成包括4层的系统架构体系。

数据采集与存储层:为业务活动提供的基础数据主要负责汇集、治理和服务这些数据。主要包括:①静态主数据——物料清单BOM、工艺路线、客户/供应商等;②动态交易数据——订单、工单、入库/出库记录;③实时环境数据——模拟的宏观经济指数、大宗商品价格等;④历史运营数据仓库。

模型构建与算法层:“神经中枢”就是一系列耦合、驱动着各种业务逻辑模型、智能算法的集合体,主要有以下几类:需求感知和预测模型,基于约束理论的生产排程优化模型,综合服务和总成本的库存控制模型,供应链多级库存和牛鞭效应仿真模型,全过程的成本核算和盈亏分析模型等。模型越精确、耦合度越高,其仿真的真实性和教学效果就越好。

仿真引擎与服务层:为上层应用提供核心仿真推演服务、三维可视化渲染服务、用户管理及权限控制、实时消息通知等的服务,采用接口支撑的方式供上层应用调用和扩展。

应用交互与呈现层:面对教师和学生的用户端人机交互界面主要有:沉浸式3D虚拟工厂(可第一人称漫游)、运营数据驾驶舱(实时监测KPI关键绩效指标,并且可直接以图表等方式进行显示)、业务流程操作台(模拟ERP/SCM系统操作),多角色协同决策中心等。

2.2 核心教学模块详解

2.2.1 全要素业务模型库

市场与销售模型:模拟不同地域市场的客群分层、买点特性,需求随产品的生命周期、市场竞争情况、季节性波动、以及宏观经济政策变化(仿真的系统内置)形成迥异的表现形式。

生产运营模型:进行多条产线的产线产能、设备综合效率OEE、平均无故障时间、换模周期和成本等指标仿真;向虚拟传感器中注入设备状态异常数据触发预测性维护任务。

供应链与物流模型:模拟包含原材料供应商、零部件供应商、第三方物流公司、分销网络4个层次的多级供应链系统,针对各个节点的处理能力、提前期、运输可靠性及成本结构

进行分析和模拟,在此基础上考虑供应商协同、VMI管理以及紧急调拨等情况下的模拟。

财务与成本模型:直接归集与核算法定成本、作业成本和实发成本,并且能够根据实际情况自动生成现金流量表、利润表、资产负债表;真正将业务的运营决策和企业的财务状况相结合。

2.2.2 高保真虚拟工厂环境

利用游戏引擎技术搭建与后台业务逻辑模型完全一致的高保真虚拟工厂环境,能够使学生直接通过虚拟的车间电子看板查看生产线上产品的在制品进度、仓库货位的实时库存状态和设备的当前运行参数以及能耗数据等,其沉浸式的体验大大增加了学生的代入感和参与感。

2.2.3 实时数据注入与事件驱动机制

平台拥有能实时注入的数据与事件驱动机制,配有一款强大的“情景编辑器”教师端:可以随时根据具体的教学目标以及学生现有的能力水平,来触发不同的动态事件(包括但不限于)……

市场端事件:当某电商平台启动“618”活动时,大量的订单瞬间涌来;另外,竞争对手也可能突然宣布降价或有一种颠覆性的产品问世。

供应链端事件:因重要的原材料产地出现自然灾害而断供涨价以及重点物流堵塞。

内部运营事件:生产线上的主力设备发生了严重的故障,出现了设备长时间无法修复的情况,有一个批次的产品在最后的质控环节中出现了重大的质量问题,这两个问题都是平台自动推送消息到各相应岗位学生手上并驱动学生会商的问题。

2.2.4 多角色协同决策平台

学生以4~6人一组的方式完成总经理、营销总监、运营总监、供应链总监以及财务总监的角色,不同的角色拥有不同的信息视图、操作权限、决策责任,彼此需要借助平台内嵌的即时通讯、视频会议、共享白板等功能进行充分沟通,协同做出决策,制订企业发展战略和日常运作策略,是一个完全基于数据的企业团队决策模拟。

3 教学实践应用与效果评估

3.1 实践课程设计与实施流程

将此平台用于工商企业管理专业三年级学生《智慧供应链管理》综合实训(共36学时)。

阶段一:认知准备和规则导入(共4学时)。讲述数字孪生的概念、企业的基本运营逻辑及平台的使用规则。分组,组织第一次小组会议,讨论确定每个成员承担的任务及完成任务的方式方法。

阶段二:稳态运营与流程熟悉(8学时)。各小组运行企业在相对稳定的市场环境下运行2个“财年”(仿真时间为10周),使各小组

熟悉企业各项职能模块的操作,并让企业现金流量保持正值。

阶段三:开展动态博弈与挑战应对学习(20学时),不断注入各种情景事件到“情景编辑器”,促使市场处于高动态、高强度竞争状态,要着重培养学生的综合能力,对数据要有充分的洞察力和判断力,做好战略研判;注重团队的建设与协作能力。

阶段四:战略复盘和成果展示(4学时):每组向全体同学汇报最终经营业绩(按平衡计分卡的KPI体系完成),选取一两个有代表性的决策点做进一步复盘;学生上交个人反思日志。

3.2 多元化教学效果评估体系

为了更准确、客观地对学生掌握情况做出评价,用过程和结果相结合的方法开展评价。

过程性评价(占50%):平台自动记录每个小组及其成员的关键操作行为、决策响应时间、组内沟通的次数和质量等数据,并分析其客观事实。

结果性评价(占40%):以虚拟企业的综合绩效(如EVA值、客户满意度、供应链敏捷性指数)为客观尺度。

反思性评价(占10%)是指学生对自己所提交的个人反思日志的程度和见解所评定的成绩。

问卷调查与深度访谈:对实训前、后学生开展问卷调查,调查其对自身在系统思维、数据分析、决策自信、团队协作等方面的主观感受变化;同时通过深度访谈部分典型个案,获取有关于本次课程实践的具体质性意见。

3.3 实践成效与数据分析

本课程通过两个学期3个班共计127人次进行两轮教学实践,并在此基础上进行了收集与统计分析。

知识理解与应用深化:通过后测问卷了解到:有93.4%的同学感受到自我认识到“供应链协同的价值”,“生产运营中的瓶颈管理”,“现

金流与利润的动态关系”等思想,都得到了进一步的深化认识。

数据驱动决策能力提升:在面对“关键客户临时变更订单交期”的情况下,有85%的小组可以运用历史履约数据,测算当前产能负荷情况,使用成本模型做出快速报价;而此前学生通过笔算方式讨论案情,仅有不到25%的学生能够全方位地进行该项问题考虑。

高阶思维能力发展:

a.系统思维:在与毕业已二年的学生交流时说:“以前我是运营总监,只管自己产线的利用情况,但现在明白了,如果销售接的不是好订单,或者是采购没有将物料准备好,在这种情况下我产线利用得再高也是生产过剩的产品,在制造‘死库存’、‘废料’。”

b.协作与沟通:从平台日志分析结果可知,在实训的开始阶段,团队成员沟通的信息主要是彼此之间抱怨、传递信息等;到实训后期,沟通的内容更倾向于通过数据分析方案论证及风险把控。

4 总结

本研究系统地将数字孪生这一工业前沿理论转换成高职工商企业管理专业可应用到课堂上的教学实践方案,它能够呈现出高保真映射、实时数据驱动、闭环迭代优化的核心特征,并构建出具有全真的沉浸体验效果、实时化的动态反馈效果以及试错空间的安全性,的一个集约化学习环境;通过该资源的应用可以提高学生的学习动机,强化学生的职业意识及职业素养,并且可以在该资源中更好的对学生的系统思维、数据分析以及协同创新能力进行培养锻炼。

所以,本文通过开发并应用了基于数字孪生的企业运营仿真教学资源,切实解决了高职工商企业管理专业实践教学“隔靴搔痒”无法解决的问题。

参考文献:

- [1] 田庆.数字孪生技术赋能职业教育教学改革实践研究[J].电子元器件与信息技术,2025,9(02):56-58.
- [2] 李蕊.人工智能时代高校教师教学发展路径研究[J].现代商业工贸,2025(19):125-127.
- [3] 李金雪.数字技术赋能高职院校高质量教学发展路径研究[D].贵州师范大学,2025.
- [4] 邓会敏.数字技术在高职实践教学中的应用现状研究——以江西省为例[D].江西科技师范大学,2025.
- [5] 祝智庭,胡姣.教育数字化转型的理论框架[J].中国教育学刊,2022(04):41-49.
- [6] 国务院.关于印发“十四五”数字经济发展规划的通知2021.https://www.gov.cn/gongbao/content/2022/content_5671108.htm

作者简介:何斌(1972.07—),男,汉族,江西赣州人,硕士研究生,高级经济师,研究方向:人力资源管理、企业运营管理。