

智能制造背景下虚实结合的实践教学模式研究

程胜明, 王雅君*, 张昕晨, 程金石, 樊双蛟, 侯传特, 张海辉

大连工业大学机械工程与自动化学院, 辽宁 大连

收稿日期: 2021年10月8日; 录用日期: 2021年11月5日; 发布日期: 2021年11月12日

摘要

智能制造是一种全新的制造模式, 在智能制造背景下, 开展工业工程新工科专业的发展与实践研究。大连工业大学筹建了基于VR技术的智能制造车间创新实践平台, 运用虚实结合技术和理念, 实现对产品设计、工艺设计、加工装配、智能生产管理、物流管理等产品全生命周期各个阶段的运行、监控和管控。依据学科特点和科研及创新实践基础, 开展工业工程实践教学模式的创新研究, 设计了虚实结合的层级化实践教学内容体系, 丰富专业实践教学资源, 创新实践教学新模式新方法, 将培养智能制造背景下的工业工程高素质领军人才和具有跨学科交叉整合能力的工程技术人才的培养目标落到实处。

关键词

智能制造, 工业工程, 虚实结合, 实践平台

Research on Practice Training Mode of Virtual and Real Combination under Intelligent Manufacturing Background

Shengming Cheng, Yajun Wang*, Xinchen Zhang, Jinshi Cheng, Shuangjiao Fan, Chuante Hou, Haihui Zhang

School of Mechanical Engineering and Automation, Dalian Polytechnic University, Dalian Liaoning

Received: Oct. 8th, 2021; accepted: Nov. 5th, 2021; published: Nov. 12th, 2021

*通讯作者。

文章引用: 程胜明, 王雅君, 张昕晨, 程金石, 樊双蛟, 侯传特, 张海辉. 智能制造背景下虚实结合的实践教学模式研究[J]. 教育进展, 2021, 11(6): 2198-2204. DOI: 10.12677/ae.2021.116341

Abstract

Intelligent manufacturing is a new manufacturing mode. Under the background of intelligent manufacturing, the development and practice of new engineering major in industrial engineering are studied. Dalian Polytechnic University has set up an innovative practice platform for intelligent manufacturing workshop based on VR technology, which combines virtual and real technologies and concepts to realize the operation, monitoring and control of product design, process design, processing and assembly, intelligent production management, logistics management and other stages of the product life cycle. According to the characteristics of the discipline and the basis of scientific research and innovative practice, the innovative research of industrial engineering practice teaching mode is carried out, and the hierarchical practice teaching content system combining the virtual and the real is designed to enrich the professional practice teaching resources and innovate the new practice teaching mode and method. The goal of cultivating high-quality industrial engineering leading talents and engineering and technical talents with interdisciplinary integration ability under the background of intelligent manufacturing will be put into practice.

Keywords

Intelligent Manufacturing, Industry Engineering, Virtual and Real Combination, Practice Platform

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着新一代信息技术快速发展和与制造业的深度融合[1],以智能制造为核心的制造业变革,促使智能制造成为“中国制造2025”的主攻方向[2][3][4]。大连工业大学结合高等工程教育发展方向,开展工业工程新工科人才培养实践模式研究,以工业过程实践平台建设为基础,依托学科优势和科研实力,将信息技术、虚拟仿真技术应用于工业工程实践教学,面向智能制造,开展虚实结合的实践教学新模式研究。

2. 基于VR的数字化车间创新实践平台

2.1. 创新实践平台构建

智能制造的核心技术是建立信息-物理系统(Cyber-Physical System, CPS),在环境感知的基础上,CPS系统融合了计算、通信和控制能力,是可控、可信、可扩展的网络化物理设备系统[5]。面向智能制造,构建基于VR的智能制造车间创新实践平台,如图1。平台面向产品智能化创新设计与制造、智能管理、智能物流服务,可实现生产的智能动态调度及智能工艺规划等功能,CPS技术和虚实结合技术及理念贯穿产品全生命周期运行、监控和管控的各阶段。产品和制造资源可以存在于虚拟车间和现实物理车间,在虚拟车间可以逼真的展现物理车间的生产线设备及各工位动作、运行时间等,同时虚拟车间中代表实体及实体状态与实体相互关系的模型和运算结果,可以精确地指导物理车间实体的行动和实体活动相互协同和优化。



Figure 1. Innovative practice platform of intelligent manufacturing workshop based on VR
图 1. 基于 VR 的智能制造车间创新实践平台

2.2. 创新实践平台层级架构

创新实践平台以国家智能制造系统标准架构[6]为参考，构建了图 2 所示的系统四层级架构。

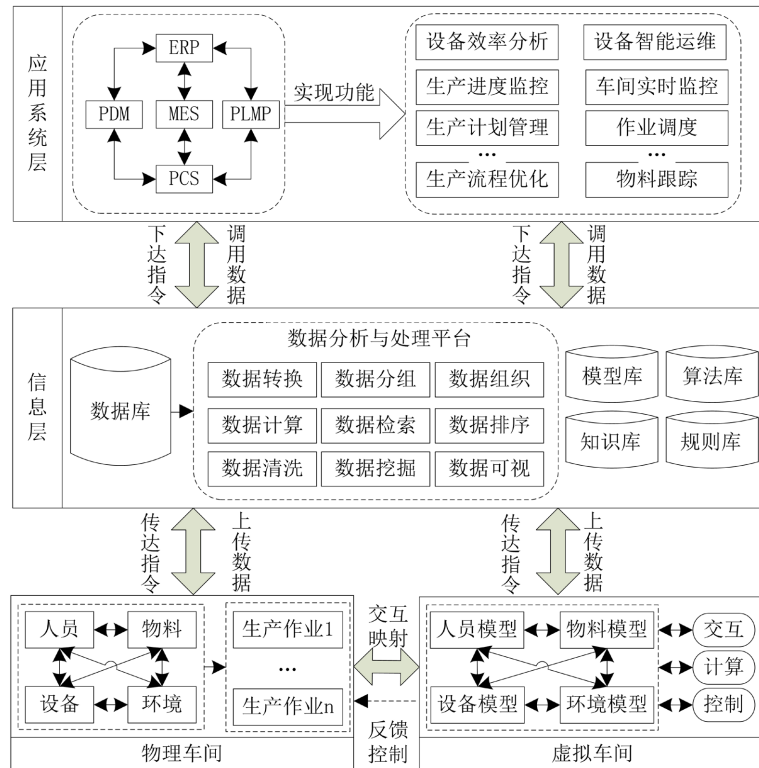


Figure 2. Hierarchy of innovation practice platform
图 2. 创新实践平台层级架构

1) 物理层, 即物理车间层, 主要指物理车间人员、设备、物料、环境等客观存在的各类实体集合, 负责执行车间的生产加工活动, 具有物理空间实时数据采集与传输功能, 如设备状态数据、物料加工、状态信息、人员信息、车间环境信息等。

2) 虚拟车间是物理车间的真实映射, 其中有加工设备, 工作人员, 物料和运输机器等数字孪生模型。模型层具有控制, 交互的属性, 它们之间是相互联系的各种数据相互共享, 可以对物理车间的活动进行仿真、决策、远程监控及运维等。这样的加工方式可以提高生产效率。

3) 信息层用来存储车间的数据, 包括模型层的数据, 知识, 调度规则等。把它们存储到对应的知识库, 模型库, 规则库中。信息层的数据和规则可以直接被系统层决策直接使用。信息层中的数据具有海量, 多样, 多源异构的特点, 经过信息处理平台可以把数据进行清洗和归类, 用作系统层生产调度的依据。信息层是实现物理车间和虚拟车间融合的关键, 保证了系统层, 信息层和物理车间之间的信息交互。

4) 应用系统层。创新实践平台车间的各类信息系统可以联合协作, 实现产品的全生命周期的管理。通过分析物理层的动态扰动, 经过信息层对虚拟车间的数据分析, 将调度规则和知识上传到系统层, 系统层对生产车间进行智能管控和优化, 主要内容包括生产流程优化, 效率分析, 产品进度监控等。

2.3. 虚拟仿真系统

工业工程是多学科交叉专业, 学生对专业知识的学习难度大, 如果能将虚拟仿真技术应用于专业实践各环节, 学生借助虚拟仿真系统进行学习和仿真实践, 然后在物理实体系统对仿真结果进行验证, 是一种有效的互动式学习实践方式。利用虚拟仿真技术, 构建虚拟车间生产场景、逼真的操作对象及界面, 模拟智能生产流程, 设置灵活多样的互动环节及专业学习实践内容[7], 极大提高了学生参与专业实践课程的积极性, 能有效提高实践教学的效果和质量。虚拟仿真系统贯穿车间布局、产品设计、工艺规划、生产装配、现场管理与运维等阶段的各个环节。

基于 VR 的数字化车间创新实践平台将虚拟仿真系统与物理系统有机融合, 信息互联互通, 既提高工业工程专业学科交叉实践平台的承载能力, 又能有效拓展实验教学内容的广度和深度。平台真实展现智能制造生产系统及过程, 教师和学生可以在数字化生产环境下开展与“工业 4.0”相关的跨学科综合实验和科学研究, 为专业课程理论与实验和工程实际深度融合创造有利条件。

3. 智能制造背景下虚实结合的实践教学模式构建

智能制造背景下, 工业工程毕业生需要掌握多学科交叉的专业知识, 工业工程人才培养目标, 要面向“中国制造 2025”的国家重大需求, 面向未来科技、产业和社会发展, 培养高素质的专业领军人才和具有跨学科交叉整合能力的工程技术人才[8]。基于此培养目标, 明确本专业学生应具备的知识结构及相应的课程体系和教学、实践内容。

实践教学体系构建

以工业工程人才培养目标为核心, 构建以专业认知为基础、模块化专题实验为主体、综合创新实训为导向的层级化实践教学内容体系, 如图 3。在各层次的教学内容中, 均按照教学目标定位要求, 将虚拟仿真技术与现实实践结合应用, 构建一套完整的虚实结合的实践教学内容体系, 落实以学生为中心的“新工科”工程教育理念。

通过完成生产线平衡仿真实验, 能有效调动学生学习的积极性, 既让学生较为真实的感受了车间生产线工作场景、生动直观的再现生产线产品制造的流程和工作过程, 又能帮助学生掌握相关专业理论知识。实验采用 VR 技术, 为学生逼真展现生产线各工位操作动作、操作时间、生产能力等性能特点, 对学生熟悉产品制造环境, 掌握产品制造工艺流程设计、生产线平衡工作原理, 研究生产线平衡优化方法具有重要意义。

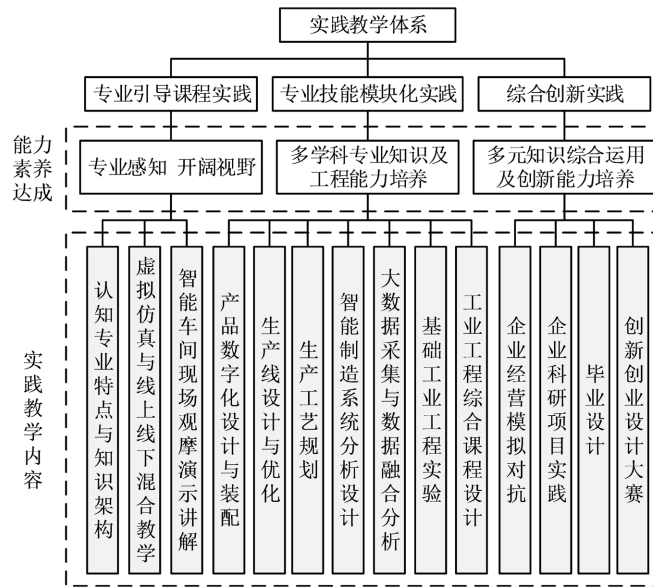


Figure 3. Create a hierarchical practical teaching content system
图 3. 层级化实践教学内容体系

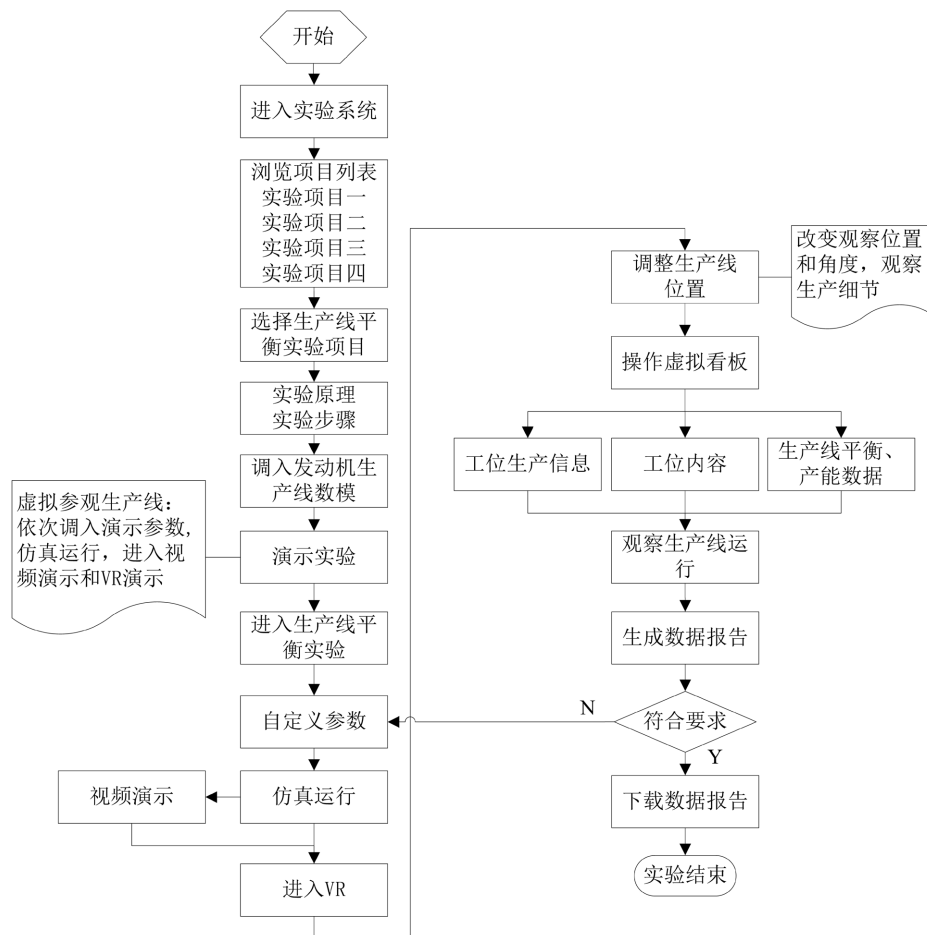


Figure 4. Implementation process of line balance experiment
图 4. 生产线平衡实验实施过程

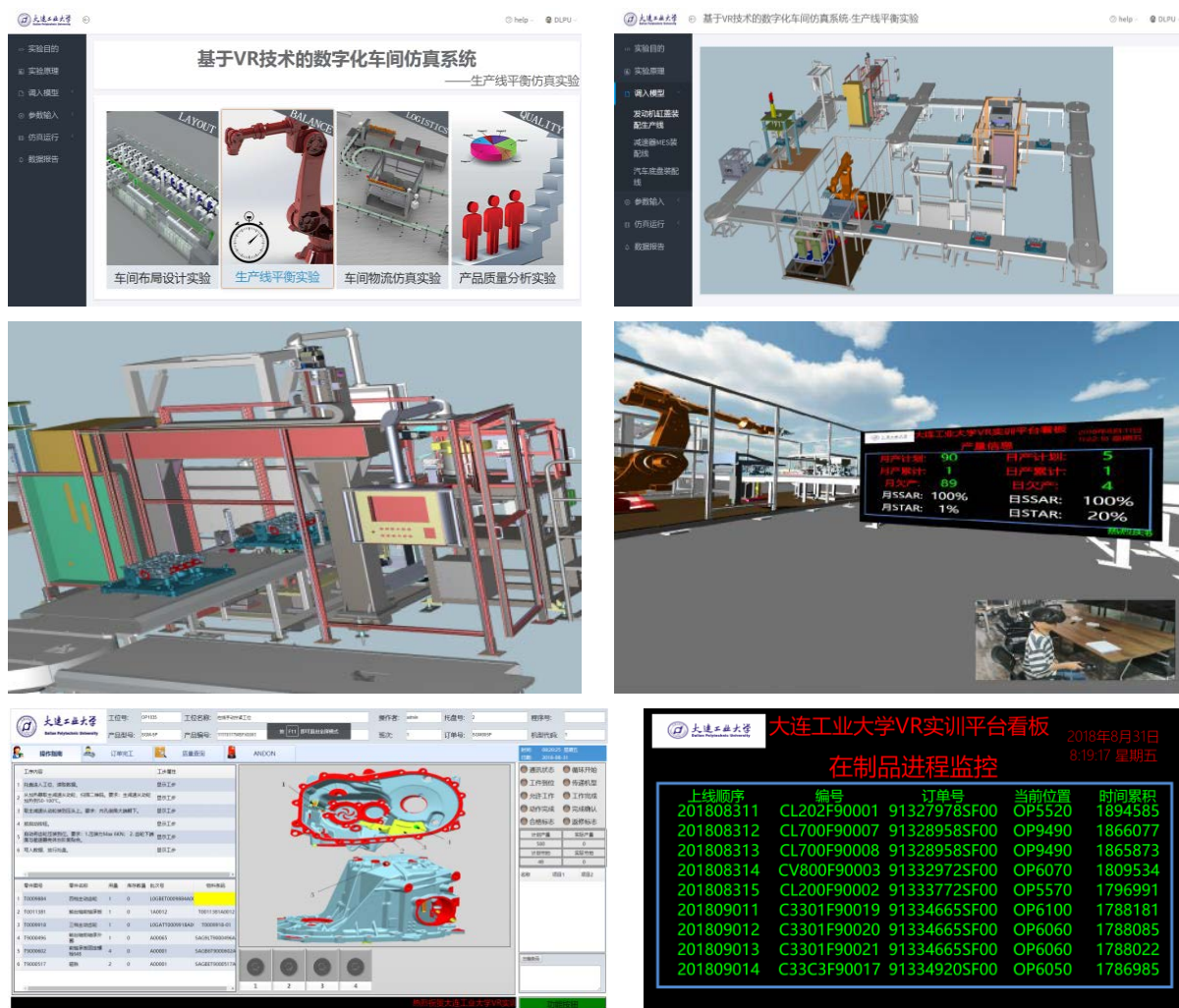


Figure 5. Partial interface of experimental process
图 5. 实验操作过程部分界面

4. 实践教学案例

以生产线优化实验为例，基于 VR 技术的数字化车间创新实践平台，进行生产线平衡实验，使学生沉浸式体验虚拟的数字化生产车间，不但可以在虚拟场景中模拟单体设备运行情况，还可以多次进行生产线平衡的调试，形成不同的数据报告，进行生产线加工能力分析，从而实现对不同产品的生产线平衡进行虚拟仿真操作与分析。实验实施过程如图 4 所示，实验操作过程部分界面如图 5 所示。

5. 结论

本文将新一代信息技术与先进制造技术融合，构建了基于 VR 技术的智能制造车间创新实践平台和层级化实践教学体系，开展虚实结合的工业工程专业实践教学，创新了实践教学新形态，丰富了实践教学资源和方法，解决了工业工程专业实践教学平台物理资源有限的实际问题，将工业工程实践教学培养目标落到实处。通过实践验证了实践教学效果明显提高，使学生具备了扎实的专业理论基础，较强的技术应用和创新能力，面向智能制造行业，培养了一批工业工程高素质领军人才和具有跨学科交叉整合能力的工程技术人才。

基金项目

大连工业大学本科教育教学综合改革项目(No. JGLX2021065)。

参考文献

- [1] 周济. 智能制造导论[M]. 北京: 高等教育出版社, 2021.
- [2] 周济. 智能制造——“中国制造 2025”的主攻方向[J]. 企业观察家, 2019(1): 54-55.
- [3] 吴爱华, 杨秋波, 郝杰. 以“新工科”建设引领高等教育创新变革[J]. 高等工程教育研究, 2019(1): 1-7.
- [4] 吴岩. 新工科: 高等工程教育的未来[J]. 高等工程教育研究, 2018(6): 1-3.
- [5] 唐堂, 滕琳, 吴杰, 等. 全面实现数字化是通向智能制造的必有之路——解读《智能制造之路: 数字化工厂》[J]. 中国机械工程, 2018(29): 366-377.
- [6] Hankel, M. and Rexroth, B. (2015) The Reference Architecture Model Industries 4.0 (RAMI4.0). ZVEI.
- [7] 刘亚丰, 余龙江, 卢群伟. 教育信息化背景下虚拟仿真教学资源建设[J]. 实验室科学与技术, 2018, 16(2): 195-198.
- [8] 白泉, 边晶梅, 于贺, 等. 虚实结合的土木工程专业实践教学体系构建研究[J]. 高等工程教育研究, 2018(4): 67-71.