

校企深度合作、专业跨界联动的虚拟仿真实验/实训系统构建研究

黄陈蓉, 徐梦溪, 温秀兰, 蔡 玮

南京工程学院计算机工程学院, 江苏 南京

收稿日期: 2022年7月21日; 录用日期: 2022年8月25日; 发布日期: 2022年9月1日

摘 要

建设虚拟仿真实验/实训系统是拓展实验教学内容广度和深度、延伸实验教学时间和空间、提升实验教学质量和水平的重要手段。基于产业牵引、校企深度合作、专业跨界联动的指导思想, 围绕虚拟仿真实验/实训系统建设与实验教学的创新实践, 本文介绍南京工程学院有关虚拟仿真实验教学实践的总体实施路径, 介绍为计算机信息类和机电测控类专业群开发部署的虚拟仿真实验/实训系统架构及其特点, 以及对有关虚拟仿真实验教学项目的安排、实验要求和实验内容的设计等做出分析。

关键词

实验教学, 实验、实践课程, 虚拟仿真实验, 计算机信息类专业, 机电测控类专业

Research on the Construction of Virtual Simulation Experiment or Practical Training Systems Based on the Deep Cooperation between Universities and Enterprises and the Cross-Border Linkage of Majors

Chenrong Huang, Mengxi Xu, Xiulan Wen, Wei Cai

School of Computer Engineering, Nanjing Institute of Technology, Nanjing Jiangsu

Received: Jul. 21st, 2022; accepted: Aug. 25th, 2022; published: Sep. 1st, 2022

Abstract

The construction of the virtual simulation experiment/practical training system is an important means to expand the breadth and depth of experimental teaching content, extend the time and space of experimental teaching, and improve the quality and level of experimental teaching. Based on the guiding ideology of industrial traction, deep cooperation between universities and enterprises, and the cross-border linkage of majors, centering on the construction of the virtual simulation experiment/training system and the innovative practice of experimental teaching, this paper introduces the overall implementation path of virtual simulation experiment teaching practice, system architecture and its characteristics of virtual simulation experiment/training system developed and deployed by Nanjing Institute of Technology for computer information and electromechanical measurement and control group of majors. The paper also introduces and analyzes the arrangement of virtual simulation experimental teaching projects, experimental requirements and experimental content design.

Keywords

Experiment Teaching, Experimental and Practical Courses, Virtual Simulation Experiment, Computer and Information Majors, Electromechanical Measurement and Control Majors

Copyright © 2022 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

实验、实践课是高校教学的重要内容。教育部从 2013 年开始推动全国高校探索虚拟仿真实验教学资源建设；2017 年教育部办公厅《关于 2017~2020 年开展示范性虚拟仿真实验教学项目建设的通知》(教高厅[2017] 4 号)指出，实验教学项目作为高校开展实验教学的基本单元，其建设水平直接决定实验教学的整体质量，并确定了建设目标：以提高学生实践能力和创新精神为核心，以现代信息技术为依托，以相关与业类急需的实验教学信息化内容为指向，以完整的实验教学项目为基础，建设示范性虚拟仿真实验教学项目，推动高校积极探索线上线下教学相结合的个性化、智能化、泛在化实验教学新模式，形成部署合理、教学效果优良、开放共享有效的高等教育信息化实验教学项目示范新体系，支撑高等教育教学质量全面提高[1]。2018 年 4 月教育部印发的《教育信息化 2.0 行动计划》，提出要加快面向下一代网络的高校智能学习体系建设，“以示范性虚拟仿真实验教学项目等建设为载体，加强大容量智能教学资源建设，形成泛在化、智能化学习体系，推进信息技术和智能技术深度融入教育教学全过程”[2]。2018 年 5 月教育部《关于开展国家虚拟仿真实验教学项目建设工作的通知》(教高函[2018] 5 号)，对国家虚拟仿真实验教学项目提出要求，应突出以学生为中心的实验教学理念、准确适宜的实验教学内容、创新多样的教学方式方法、先进可靠的实验研发技术、稳定安全的开放运行模式、敬业专业的实验教学队伍、持续改进的实验评价体系和显著示范的实验教学效果[3]。2018 年上线了“实验空间”虚拟仿真实验教学平台，为全国高校提供了虚拟仿真课程开放共享服务；2020 年，教育部认定了 5118 门课程为首批国家级一流本科课程，其中遴选出虚拟仿真实验教学一流课程 728 门[4]。

在此大背景下,南京工程学院自 2015 年始立项开展校级虚拟仿真实验实训平台建设研究,在产业牵引、校企深度合作、专业跨界联动的框架下,探索了实验教学的改革创新。本文后续的内容组织安排:介绍南京工程学院深化实验教学改革思路和总体实施路径,介绍和分析为计算机信息类和机电测控类专业群开发部署虚拟仿真实验/实训系统的架构及其特点、开发构建涉及的关键技术,以及对有关实验教学项目的设计安排、实验要求和实验内容做出介绍和分析等。

2. 深化实验教学改革及开发部署虚拟仿真实验/实训系统的思路和总体实施路径

南京工程学院是一所江苏省属普通本科高校。南京工程学院的计算机信息和机电测控类专业群包括:计算机科学与技术、电子信息工程、测控技术与仪器、机械电子工程、过程装备与控制过程、自动化、机器人工程、电气工程及其自动化、能源与动力工程、光电信息科学与工程等专业。

为学习贯彻党的十九大精神,适应信息化条件下知识获取方式和传授方式、教和学关系等发生革命性变化的要求,学校和各级教学单位深刻领会教育部文件精神,近年来积极推进现代信息技术融入计算机信息类和机电测控类专业课程教学和实验教学项目、拓展实验教学内容广度和深度、延伸实验教学时间和空间、提升实验教学质量和水平、深化信息技术与教育教学深度融合。基于与 6 家校办科技型企业长期合作的基础,依托校级工业创新中心(校级教学管理机构),构建了跨专业共享的虚拟仿真实验/实训系统,服务于南京工程学院计算机信息类和机电测控类专业群的实验教学。探索了产业牵引、校企深度合作、专业跨界联动,以及改革创新实验教学的实施路径。

2.1. 深化实验教学改革的指导思想和虚拟仿真实验/实训系统的构建原则

以提高学生实践能力和创新精神为核心,坚持“学生中心、问题导向、学科融合、创新实践”的实验教学理念,深化实验教学改革,依托与校办科技产业和江苏省科技服务社会校企联盟,以完整的实验教学项目为基础,按照“虚实结合、以虚补实”的原则,优质建设和持续改进虚拟仿真实验/实训系统,着力提升学生解决复杂工程问题的能力,支撑高素质创新型应用型本科人才教育教学质量全面提高[5]-[12]。

2.2. 深化实验教学改革的实施路径和虚拟仿真实验/实训系统运行机制

校办科技产业是南京工程学院办学的传统优势,学校建有两个现代化高新技术产业园,拥有南京康尼机电股份有限公司(上市公司)、南京鼎牌电器有限公司等 6 家科技型企业,6 家科技型企业中省级高新技术企业 4 家,国家认定企业技术中心 1 家,国家级大学生校外实践基地 1 家,产业总收入近 20 亿元/年。基于与校办科技产业已有的长期深度合作基础,并与东软集团南京有限公司、南京南瑞继保电气有限公司、国家能源集团江苏电力有限公司、苏州佰富琪智能制造有限公司等 20 余家企业,共同组建江苏省科技服务社会校企联盟。学校与北京中软国际信息技术有限公司、施耐德电气(中国)投资有限公司等 4 家企业单位联合共建的工程实践教育中心,2012 年获批教育部第一批国家级工程实践教育中心。

以校办科技产业、江苏省科技服务社会校企联盟和国家级工程实践教育中心为平台,探索学科链、专业链对接产业链的办学模式和深化实验教学改革和创新模式,依托校级工业创新中心(校级教学管理机构),建立了虚拟仿真实验/实训系统的运行机制和持续改进机制,逐步完善了计算机信息类和机电测控类专业群的实践教学体系。

2.3. 探索实施“产业牵引、校企深度合作、专业跨界联动”的实验教学模式,着力提升学生解决复杂工程问题的能力

1) 探索计算机信息、自动化、机械工程类专业的跨界联动实施路径,打破各专业细粒度“小课程”

的局限性,基于“知识-技能”融合的实验教学方式和基于“大课程小项目”实践教学改革成果,设置“共享/部分共享”实验/实训课程[8] [11]。

2) 按“产业需求牵引、跨界、融合、提升”的项目总体设计思想,调整各个专业的传统实验课程,增加了校企共同设置的实训课程,共同制定培养标准。以“整体性、系统性”方式加以重构,注重综合性项目的实验和训练[13] [14]。

3) 虚拟仿真实验/实训项目的设置,重点考虑解决以往存在的重视单项技术的深入而轻多学科交叉和系统思维、强调个人学术能力而忽视团队协作精神、重视知识学习而轻视开拓创新的培养、重视技术基础而轻管理和经济等问题。并注重提升学生多学科的技能、引导学生以主动的、实践的方式学习工程。另外,通过仔细审查现有项目所能提供的涉及物联网、云计算、大数据、人工智能、无人系统等新知识应用,包括利用校企合作的实训平台,为学生提供更多的与企业相关的合作项目,包括适应于“中国制造 2025”和新工业时代、新经济和新兴产业发展所需的新技能集[7] [8]。

2.4. 持续提升教师的实践教学水平

虚拟仿真实验/实训课程建设与实践教学模式的改革创新,对教师(包括任课教师、实验教师)的新知识应用水平、个人和人际交往等技能,特别是工程意识和教学组织能力提出了高要求。在注重提高教师的课程讲授、学生培养、实践教学课程建设水平的同时,注重提高教师的工程意识、学科知识水平,以及再学习新知识、个人和人际交往等技能[7] [8]。

3. 虚拟仿真实验/实训系统架构

利用虚拟现实技术和虚拟仿真系统软硬件,共同构建面向校企深度合作、专业跨界联动的计算机信息类和机电测控类专业群虚拟仿真实验教学环境。系统由虚拟仿真实验/实训云平台、软硬件仪器设备、传感器/控制器网络环境等组成,运行维护和日常管理任务由校级工业创新中心负责牵头承担。虚拟仿真实验/实训系统架构示意于图 1。

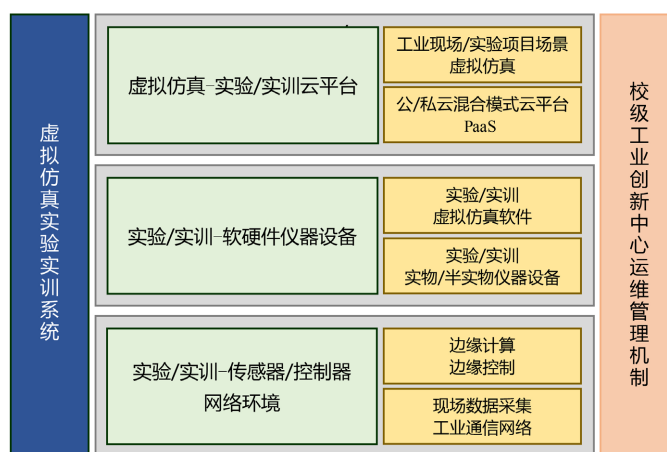


Figure 1. Architecture of the virtual simulation experiment/practical training system

图 1. 虚拟仿真实验/实训系统架构

4. 虚拟仿真实验/实训系统开发构建涉及的关键技术

虚拟现实(VR)技术是伴随多媒体技术发展起来的计算机新技术,已在军事模拟、先进制造、城市规

划/地理信息系统、生命科学、卫生医疗等领域广泛应用。虚拟现实技术(包括近年来发展的增强现实 AR、混合现实 MR 和扩展现实 XR 技术)融合了高性能图像生成及处理、多传感交互和高分辨率显示等技术,能够使用户真正进入一个由计算机生成的交互式虚拟三维环境中,与之产生互动交流。通过与虚拟仿真环境的相互作用,并借助对所接触事物的感知和认知能力,帮助启发用户的思维,以全方位地获取虚拟环境所蕴涵的各种空间信息和逻辑信息。沉浸/临场感、实时交互性和对时空环境的现实构想是虚拟现实本质性特征,其构想性强调应具有广阔的可想像空间,可拓宽人类认知范围,不仅可再现真实存在的环境,也可以随意构想客观不存在的甚至是不可能发生的环境[15] [16]。

虚拟现实技术是建立虚拟仿真实验/实训系统的核心技术,开发构建虚拟仿真实验/实训系统的关键技术还包括:① VR 应用开发技术(包括动态环境建模、云渲染、系统集成等技术);② 虚实结合方式的半实物仿真技术;③ 实验数据的数值仿真技术[16] [17] [18] [19]。

5. 虚拟仿真实验/实训项目

5.1. 虚拟仿真实验/实训项目的设计安排

可运行的校级虚拟仿真实验/实训项目包括计算机信息类专业和机电测控类专业二大类,典型的虚拟仿真实验/实训项目列于表 1 和表 2。

Table 1. Experiment/practical training project for computer and information majors

表 1. 计算机信息类专业的实验/实训项目

序号	虚拟仿真实验实训项目名称	实验实训的要求/内容	教学对象
1	嵌入式系统	基于 Proteus EDA 工具软件, 电路原理布图、代码调试、单片机与外围电路、PCB 设计和调试, 案例系统设计和调试	本科生
2	计算机组成原理在线实境实验	基于虚拟现实引擎 VRPlatform2020, 支持移动通信网络环境, 虚拟仿真应用场景及计算机组成原理在线实境实验	本科生
3	数据库测试用例虚拟仿真系统	语义知识库、人工智能算法、接口程序设计验证, 测试用例自动生成仿真数据, 为数据库课程实验及案例应用软件提供模拟海量数据集	本科生
4	工业物联网虚拟仿真和半实物仿真虚实结合实训	结合生产现场, 培养学生在工业物联、大数据和 AI 方面的系统性知识和解决实际问题的技能, 包括“中国制造 2025”、新经济和新兴产业发展所需的新技能集	本科生
5	MIMO 天线阵列设计验证	MIMO 相控阵列结构、混合波束成形、MIMO 无线通信系统建模、架构选项和权衡等设计与测试	本科生
6	车载自组织网络路由协议实验	车载自组织网络的先进通信原理、路由协议、协议交互和数据收发, 应用设计验证	本科生 研究生
7	危险品在途运输安全监测与跟踪系统	总体设计, 传感器微系统、北斗卫星定位、无线传感网与 4G/5G 组网设计和实验, 模拟重大交通和危险品泄露事故的应急响应处置实验	本科生 研究生
8	网络攻击检测与防御	网络攻击检测与防御、企业级网络安全防护方案设计、企业信息系统漏洞渗透与加固等实验, 模拟系统瘫痪/部分瘫痪下应急恢复实验	本科生 研究生

Table 2. Experiment/practical training project for electromechanical measurement and control majors
表 2. 机电测控类专业的实验/实训项目

序号	虚拟仿真实验实训项目名称	实验实训的要求/内容	教学对象
1	工业红外温度传感器设计与测试	基于热电堆的硅基红外传感器设计与测试	本科生
2	绝对式和增量型光电编码器精密测量	绝对式、增量型光电编码器设计与测试, 应用于工业机器人、数控机床的精密测量系统设计、验证和测试	本科生
3	双 CCD 视觉检测系统	印刷电路板 PCB 和表面贴装技术 SMT 工艺流程在线视觉检测系统设计与测试	本科生
4	智能生产线	虚拟仿真环境中对生产线流程、操作、布置的开发设计, 单机机器人、工作台单元作业、智能生产线、生产数据等虚拟仿真实训	本科生
5	机器人焊接工作站	汽车车架焊接机器人工作站组件选型与设计, 焊枪焊接工艺参数、机器人运动轨迹规划、闭环测控系统等设计、编程和调试	本科生
6	工业物联网虚拟仿真和半实物仿真虚实结合实训	结合生产现场, 培养学生在工业物联、大数据和 AI 方面的系统性知识和解决实际问题的技能, 包括“中国制造 2025”所需的新技能集	本科生
7	机械手的手部、运动机构和控制系统设计分析与综合	数字化概念设计→详细设计→工程化仿真分析→机械手结构设计→自由度控制→传感器测量反馈闭环控制设计与测试	本科生 研究生
8	危险品在途运输安全监测与跟踪系统	总体设计, 传感器微系统、北斗卫星定位、无线传感网与 5G 组网设计和实验, 模拟重大交通事故和危险品泄露事故的应急响应处置实验	本科生 研究生

5.2. 虚拟仿真实验/实训项目设计安排的分析

1) 按照计算机信息类和机电测控类二大类专业分别规划计算机信息类、机电测控类专业的虚拟仿真实验/实训项目集, 并基于“知识-技能”融合的实验教学方式和基于“大课程小项目”思路, 具体安排设计项目。

2) 安排设计了计算机信息类专业的计算机科学与技术、电子信息工程、光电信息科学与工程等专业的的项目共享/部分共享。安排设计了跨计算机信息类专业的机电测控类测控技术与仪器、机械电子工程、过程装备与控制过程、电气工程及其自动化等专业的项目共享/部分共享, 其中“危险品在途运输安全监测与跟踪系统”、“工业物联网虚拟仿真和半实物仿真虚实结合实训”项目属计算机信息类专业和机电测控类专业跨类共享项目。

3) 实训型项目为校企共同设置的实训课程, 由学校教师和企业导师组成教学团队, 共同制定培养标准。实训项目设置了“智能生产线”项目、“工业物联网虚拟仿真和半实物仿真虚实结合实训”项目。

4) “工业物联网虚拟仿真和半实物仿真虚实结合实训”、“危险品在途运输安全监测与跟踪系统”项目设置了有关新技术发展的知识点, 其知识深度和学习阶段的安排已兼顾到每个专业的需要。项目结合较高级水平的生产现场实训, 系统性培养学生掌握有关物联网、大数据、人工智能和 5G 移动通信等新技能的培养。例如, 工业物联系统、北斗卫星导航系统(BDS)的创新和发展将需要自动化、仪器科学工程、计算机和通信网络等领域不同学科专家, 甚至在在在在全球化背景下合作, 学生需要更熟练的人际交往技能, 和与不同背景和学科的人合作工作的能力[7] [13]。

5) 虚拟现实中的云、物联网、沉浸式环境等, 提供了以一种新的方式参与主动体验式学习的机会, 特别是在校园环境下学习执行现实世界中危险、或太复杂太昂贵的任务时, 同学之间的在线协作, 使得学生在探索不同的场景或结果的学习过程中, 得到更高层次的思维技能的训练。通过创造性地应用沉浸式环境等, 主动体验式学习的效果可变得更佳[13][14]。如“危险品在途运输安全监测与跟踪系统”项目模拟执行重大交通和危险品泄露事故的应急响应任务, “网络攻击检测与防御”项目模拟执行系统瘫痪下应急恢复任务等。

6) 对于虚拟仿真实验/实训项目的学习形式, 通过“学习-结对-分享”的学习小组形式, 与跨计算机信息类、机电测控类专业学生和教师、工程现场工程师的合作, 培养学生更熟练的人际交往技能, 以及与不同背景不同专业人员合作工作的能力[7][14]。对于学生成绩考核方式及标准, 学生学习成果除提交以往常规的实验实物/软件/程序演示、实验报告外, 增加了三人结合组成学习小组可选择性提交: ① 项目设计/实训报告; ② 模拟车间级生产计划管理书; ③ 模拟产品市场需求分析报告。通过三人结合组成学习小组形式, 和与不同背景和学科的人合作实验/实训, 试图提升学生解决复杂工程问题的能力。另外, 通过组成学习小组的实验教学形式, 也试图改进传统的重视知识学习而轻经济、轻管理缺陷, 培养学生创新创业精神和意识。

6. 结束语

本文在简要介绍全国高校探索虚拟仿真实验教学资源建设情况, 以及教育部关于《教育信息化 2.0 行动计划》等文件精神的基础上, 介绍了南京工程学院校级虚拟仿真实验实训平台建设的总体实施路径, 在产业牵引、校企深度合作、专业跨界联动的框架下, 探索了实验教学改革创新的具体措施。介绍和分析了: 1) 深化实验教学改革及开发部署虚拟仿真实验/实训系统的思路和总体实施路径; 2) 虚拟仿真实验/实训系统架构; 3) 虚拟仿真实验/实训系统开发构建涉及的关键技术; 4) 虚拟仿真实验/实训项目的设计安排及特点分析等内容。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 关于印发 2017-2020 年开展示范性虚拟仿真实验教学项目建设的通知[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7945/s7946/201707/t20170721_309819.html, 2017-7-11.
- [2] 中华人民共和国教育部. 关于印发教育信息化 2.0 行动计划的通知[EB/OL]. http://www.yueyang.gov.cn/2238/2239/6022/content_1357403.html, 2018-4-26.
- [3] 中华人民共和国教育部. 关于印发《开展国家级虚拟仿真实验教学中心建设工作》的通知[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7945/s7946/201806/t20180607_338713.html, 2018-5-30.
- [4] 中华人民共和国教育部. 公布首批 5118 门国家级一流本科课程[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5147/202012/t20201204_503400.html, 2020-12-04.
- [5] 徐梦溪, 吴晓彬. CDIO 方法: 高等工程教育改革与新发展[J]. 教育进展, 2022, 12(3): 606-613. <https://doi.org/10.12677/AE.2022.123099>
- [6] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1-6.
- [7] 徐梦溪, 卢阿丽, 庄严. CDIO 工程教育改革实践模式与“中国制造 2025”的关联性[J]. 教育进展, 2022, 12(5): 1741-1747. <https://doi.org/10.12677/ae.2022.125269>
- [8] 何柏青, 梁玉英, 李晓芳, 赵慧, 胡荣群, 黄建军. 面向“卓越一线工程师”教育培养的专业课程建设与改革探索[J]. 创新教育研究, 2022, 10(4): 851-857. <https://doi.org/10.12677/CES.2022.104139>
- [9] 中华人民共和国教育部. 关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201810/t20181017_351887.html, 2018-10-08.
- [10] 中华人民共和国教育部. 关于加快建设发展新工科实施卓越工程师教育培养计划 2.0 的意见[EB/OL]. <http://news.tju.edu.cn/info/1003/49508.htm>, 2018-10-18
- [11] 黄陈蓉, 张建德. 校企深度融合的计算机应用型人才培养模式探索[J]. 计算机教育, 2017(6): 14-16.

- [12] 屠立忠, 陈洪, 高成冲. 以“卓越计划”为载体的应用型人才培养新模式[J]. 南京工程学院学报(社会科学版), 2015(2): 70-73.
- [13] 罗中华, 杨扬, 严林波, 阮英兰, 白书华. “传感器网络及应用”课程建设与教学模式改革的实施路径[J]. 教育进展, 2022, 12(4): 1235-1240. <https://doi.org/10.12677/AE.2022.124193>
- [14] 沈克永, 邱震钰, 胡荣群, 彭雪梅, 吴玲红, 朱文龙. 创新产教融合模式、突出职业接口课程特色[J]. 职业教育, 2022, 11(3): 328-333. <https://doi.org/10.12677/ve.2022.113052>
- [15] 汤君友. 虚拟现实技术与应用[M]. 南京: 东南大学出版社, 2020.
- [16] 杨春曦. 虚拟过程控制系统仿真实验教程[M]. 北京: 科学出版社, 2017.
- [17] 徐梦溪. 基于 CDIO 理念的多媒体技术课程教学改革探讨[J]. 课程教育研究, 2016(29): 245-246.
- [18] 徐梦溪. 多媒体网络在高校计算机教学中的应用[J]. 时代教育, 2016(17): 193.
- [19] 杨庆, 吴晓彬, 卢阿丽, 张建德, 屠立忠, 林忠. 基于增强现实的复杂产品智能装配辅助系统研究[J]. 机械设计与制造工程, 2017, 46(11): 33-37.