

高校泛在通信技术虚拟仿真实验室建设研究与实践

刘杰¹ 谭明² 孙华魁¹ 高翔¹

1 山东大学低空科学与工程学院, 山东威海, 264209;

2 山东大学(威海)资产与实验室管理处, 山东威海, 264209;

摘要: 为贯彻国家针对高校实践育人方面工作的精神, 推进信息技术与实验教学深度融合, 破解传统通信类实验教学资源受限、模式固化、学科融合不足等痛点, 本文构建了以“平台开放、围绕学生、强化交互、资源分享”为核心理念的泛在通信技术专业实验教学平台。本文明确了泛在通信技术虚拟仿真实验室的总体建设目标, 即搭建具备统一实验教学管理功能的虚拟仿真实验室, 按照“虚拟仿真平台—专业基础课—专业核心课—结合未来技术”四级架构建立开放式虚拟仿真实验教学资源库, 形成满足电子及通信类专业及智能制造、机器人工程、物联网等相关未来技术专业学生的实验教学支撑环境。系统建设上, 采用C/S与B/S融合的灵活技术框架, 支持仿真软件“云端”部署与多架构资源对接, 兼具拓展性与实用性。实验室建设打造了多维度虚拟仿真工程模式, 提供全流程教学管理功能, 可无缝对接多种仿真引擎, 针对性开发多门核心课程的仿真实验内容, 内容设计兼具实操性、创新性与智能化。该实验室打破了传统实验室的学科与物理界限, 能高度还原真实实验环境, 可灵活调整实验参数与场景, 支持实验内容持续扩展更新, 同时有效降低实验成本、规避安全隐患, 提高实验的安全性和经济性, 为高校通信类专业实验教学改革与新工科人才培养提供了实践参考。

关键词: 虚拟仿真实验系统; 泛在通信技术; 开放交互理念; 实验资源拓展; 新工科人才培养

DOI: 10.69979/3041-0673.26.02.120

1 泛在通信虚拟仿真实验教学系统建设背景与设计理念

为贯彻习近平总书记关于强化实践育人工作的重要指示精神, 深入推进信息技术与高等教育实验教学的深度融合, 不断加强高等教育实验教学优质资源建设与应用, 着力提高高等教育实验教学质量和实践育人水平, 高校通信类实验教学改革势在必行。泛在通信作为多种无线网络通信的统称, 成为通信领域学习和研究的热点, 同时其在机器人工程、智能制造等未来技术领域的应用也快速拓展。在此背景下, 通信类专业高校学生面临着技术更新快、知识体系广、实践要求高的学习压力, 而实验教学作为通信类专业教学的核心环节, 传统实体实验模式已难以适应现代通信技术的发展潮流。

传统实验存在诸多突出问题: 一是资源使用受限, 实验设备的数量、场地、开放时间均有严格限制, 优秀学生的探究性学习需求难以满足, 后进生则难以跟上教学进度, 教学班只能“齐步走”, 无法实现个性化培养; 二是实验成本高昂, 现代通信技术更新迭代快, 5G、SPN 等高端实体设备购置、升级与维护费用高, 设备更新周期难以匹配技术发展速度; 三是学科融合不足, 传统通信实验多局限于单一学科, 无法实现与智能制造、机器人工程等相关专业的交叉融合, 不符合新工科跨学

科人才培养的要求; 四是实验安全性与利用率问题, 部分通信实验存在设备损耗风险, 且实体实验只能在实验室开展, 导致设备使用频次少、利用率低, 教学资源难以充分发挥价值。

虚拟仿真技术的发展为破解上述问题提供了有效路径, 利用虚拟仿真取代部分通信类实体实验, 不仅能帮助学生充分理解通信技术基本原理、电路设计、通信协议等知识技能, 还能有效降低实验成本、提高实验安全性, 更能成为实现学科交叉融合的重要手段, 拉近学生与最新信息技术的距离, 为科研成果反哺教学提供条件。

综合系统建设要求与泛在通信技术实验课程的特点, 围绕“平台开放、围绕学生、强化交互、资源分享”的核心理念, 本文明确了虚拟仿真实验室建设的三大总体思路: 一是课程体系化规划, 兼顾基础原理类及技能实训类课程资源的统一建设, 覆盖公共课、专业课及技能实训课, 既支撑学生对通信基础理论的验证与学习, 又兼顾学生技能的培养; 二是平台综合性建设, 前期建设的平台需具备高投入产出比, 综合性强、适应面广, 能够支撑多门核心课程、多项专业技能的统一实验实训, 形成示范效应; 三是内容深度化开发, 课程仿真资源需具备深度实践功能, 摒弃“固定操作、固定结果”的简单仿真模式, 打造具备“仿真内核”的实验内容, 发

挥学生的自主创新能力,以“解决复杂工程问题”为抓手,按照工程专业认证的新要求进行开发,能够解决实体设备或环境所不能完成的实验教学任务。

2 泛在虚拟仿真实验教学系统建设内容

针对现代通信技术学科的特点,整合考虑专业基础学习、实训学习、综合实践等不同阶段的教学需求,将各个阶段的教学特点与虚拟仿真技术深度融合,打造“管理平台+专业基础课虚拟仿真+专业核心课虚拟仿真+结合未来技术课程虚拟仿真”为主的虚拟仿真工程模式。

建设内容严格围绕新工科人才培养目标,遵循“以虚补实、以实为主、能实不虚、虚实结合”的原则,将虚拟仿真技术与通信类核心课程教学目标紧密结合,实现教学理念科学化、实训内容智能化、教学管理信息化。

2.1 数智化仿真管理平台

数智化仿真管理平台是整个虚拟仿真实验教学系统的核心支撑,围绕高校通信类实验课程的实际教学需求设计,旨在搭建一个实验课程可共享、实验资源泛在化、学做评一体化、实验管理信息化、管理操作高效化的综合管理平台。平台提供全方位的仿真实验课程教学管理功能,涵盖门户网站、实验教学管理、实验资源和数据管理等模块,采用管理员、老师、学生三级权限分级管理机制,实现从院系、班级、人员信息的基础建设,到课程、实验、任务的建设和发布,再到实验指导、操作考核和报告防作弊自动生成,最后到报告查看、批阅、成绩和报告导出的“全教学过程闭环管理”,为各门课程仿真实验教学环境提供信息化综合服务。

平台内部包含四大核心子系统,各子系统协同运行,保障实验教学的高效开展。一是教学管理子系统:实现师生信息、课程信息、实验任务的统一管理,支持分班教学、公开课教学、多教师共管等多种教学组织形式,可针对不同班级设置差异化的教学内容权限、课程评分及统计分析规则,同时提供仿真软件的统一接入口,学生通过平台即可完成所有课程的学习和实验,无需切换多个系统,操作便捷;二是智能批阅子系统:支持实验报告的智能批阅与人工批阅相结合,提供便利的报告题目评分权重设置和多种评分模式选择,可实现实验报告的在线分班浏览、导出查阅与存档,大幅降低教师的批阅工作量;三是实验数据智能分析子系统:自动采集学生实验过程中的各类数据,包括实验参数、虚拟示波器波形截图、操作步骤等,同时对学生的实验成绩、完成情况、错误点等进行统计分析,为教师掌握学生学

习情况提供数据支撑;四是教学质量改进辅助子系统:基于实验数据智能分析子系统的结果,为软件及实验案例的修订、教学方法的优化提供数据基础,构建“教学—实验—分析—改进”的闭环反馈机制,持续提升实验教学质量。

该平台可无缝对接多种仿真引擎,能够支撑开展通信原理、移动通信、光纤通信、通信电子线路、软件无线电技术、5G移动通信系统、5G网络优化技术、5G承载网SPN网络技术、数通与计算机网络,以及机器人工程仿真、智能制造技术实践等多门课程的实验任务,实现了通信专业与相关未来技术专业实验资源的整合与共享。

2.2 分层次课程虚拟仿真建设

结合通信类专业的课程体系与人才培养要求,按照专业基础课、专业核心课、结合未来技术课程三个层次,针对性开发虚拟仿真实验内容,各层次课程内容层层递进,既夯实学生的专业基础,又提升其专业实训能力与跨学科实践能力,同时有效解决传统实体实验中预习不充分、设备损耗、指导负担重等问题。所有课程的仿真内容均遵循统一的设计标准,兼具实操性、创新性与交互性,具体设计特点如下:一是集成高还原度仿真仪表,实验课程中集成了示波器、信号源等实验所需的各类测试仪器,且集成的仪表拥有与真实设备一致的硬件行为,让学生获得与实体实验一致的仪器操作体验;二是提供双模式实验显示,实验模块同时具备实物模块图和实验原理框图两种显示模式,学生可在实验过程中自由切换,且两种模式下均支持连线测试,既帮助学生熟悉实体设备的结构与操作,又加深其对实验原理的理解;三是实现全流程实时仿真,支持模块间任意连线、实验参数自由调节,当操作或参数设置错误时,系统会真实展示错误的实验结果,而非简单提示,同时支持同时调用多个虚拟示波器进行实验的实时观测,解决了传统实体实验中测试仪器不足、测试效率低的问题;四是支持二次开发与验证,课程中内置二次开发模块,支持将m函数或生成的DLL文件直接加载到模块上进行快速验证,为学生的探究性学习、创新性实验提供平台,培养学生的工程创新能力;五是对接智能化管理评价,所有实验课程均与数智化仿真管理平台无缝对接,学生可将预习报告、实验记录、实验报告等上传至平台供指导教师审阅,教师可利用平台的分析和评价模块对学生的实验情况进行全面总结,同时根据实验数据优化教学内容与指导方式。

专业基础课虚拟仿真聚焦通信专业的基础理论验

证,主要开发通信原理、信号与系统、高频电子线路、光纤通信四门核心课程的仿真内容,旨在帮助学生夯实通信技术基础,掌握基础实验仪器的操作方法与基础实验的设计思路。

结合未来技术课程虚拟仿真聚焦跨学科实践能力培养,主要开发通信技术在智能制造工程、机器人工程等领域的应用仿真内容,打破传统实验室的学科界限,实现通信技术与相关未来技术的交叉融合。该部分内容以通信技术为核心,结合智能制造的设备通信、机器人的无线通信、物联网的多协议通信等实际应用场景,设计综合性的跨学科实验任务,让学生在仿真环境中实现通信技术与其他专业知识的融合应用,契合新工科跨学科人才培养的要求。

2.3 实验教学资源库建设

依托数智化仿真管理平台与分层次课程虚拟仿真内容,按照“虚拟仿真平台—专业基础课—专业核心课—结合未来技术”四级架构,建立开放式的虚拟仿真实验教学资源库。资源库不仅包含各课程的仿真实验系统、实验指导书、实验案例,还整合了课件、教学视频、作业习题、实验报告模板等各类教学资源,实现教学资源的一体化管理与共享。资源库具备动态更新功能,可根据通信技术的发展与教学需求的变化,持续添加新的课程仿真内容、实验案例与教学资源,同时支持教师自主上传个性化教学资源,实现教学资源的共建共享。此外,资源库支持远程访问,学生可随时在线查阅、学习各类资源,为自主学习、个性化学习提供充足的资源支撑。

3 结论

泛在通信技术虚拟仿真实验室建设研究与实践,在强化通信技术与虚拟仿真技术深度融合的基础上,更加强调打破了传统实验室的界限,实现了通信技术和相关未来技术实验环境结合的虚拟化和仿真化。通过先进的虚拟仿真技术,实验室能够高度还原真实世界中的通信技术和其他相关未来技术的实验环境,包括设备、网络、协议等,为研究人员和学生提供接近真实的实验体验。虚拟仿真实验室不受物理空间、时间、设备数量的限制,可以根据实验需求灵活调整实验环境和参数,同时支持实验内容的不断扩展和更新。相比传统实验室,虚拟仿

真实验室避免了实验过程中可能存在的安全隐患和设备损耗,降低了实验成本,提高了实验的安全性和经济性。

参考文献

- [1]王凤,万智萍.新质生产力背景下卓越电子信息拔尖创新人才培养研究与探索[J].高科技与产业化,2024,339(8):128-130.
- [2]耿直.新工科教育漫谈与展望[J].科教文汇,2022(01):135.
- [3]薛波,张琳,俞洋,等.5G无线网络优化虚拟仿真实验平台设计与应用[J].现代电子技术,2025,48(9):73-78.
- [4]朱辰,金心宇,魏兵,贺诗波.5G移动通信虚拟仿真实验平台的构建与应用[J].实验科学与技术,2023,21(06):55-60.

作者简介:刘杰,1979年7月,男,汉族,山东高密人,山东大学低空科学与工程学院,硕士研究生,高级实验师,计算机图形学、数据挖掘与分析,山东省威海市文化西路180号。

谭明,1974年8月,男,汉族,山东平度人,山东大学(威海)资产与实验室管理处,本科,助理研究员,仪器设备自动化管理、仪器设备检定校准,山东省威海市文化西路180号。

孙华魁,1988年8月,男,汉族,山东省寿光市,山东大学低空科学与工程学院,博士研究生,实验师,无线资源管控,低空探测技术、水声通信,威海市文化西路180号。

高翔,1983年8月,男,汉族,内蒙古包头,山东大学低空科学与工程学院,博士研究生,副教授,智能无线电,威海市文化西路180号。

项目基金:2024年度山东大学实验室建设与管理研究重点项目(项目编号:sy20242502)

2025年度山东大学实验室建设与管理研究一般项目(项目编号:sy20253502)

山东省本科教学改革研究项目面上项目(编号:M2023304)