

Reform and Practice of Network Attack and Defensive Virtual Simulation in New Engineering Background

Huan Wang^{1,2} Junjie Yan^{1,2} Zhe Wang¹ Shuhong Yang^{1,2} Weilong Li^{1,2} Yunsheng Yan^{1,2}

1. School of Electrical, Electronics and Computer Science, Guangxi University of Science and Technology, Liuzhou, Guangxi, 545006, China

2. Liuzhou Intelligent Processing and Security Key Laboratory of Big Data, Liuzhou, Guangxi, 545006, China

Abstract

Practice and innovation ability are the core of student training under the background of “new engineering”. Experimental link is the key to improve students’ online offensive and defensive innovation and practical ability. However, there are still some problems in the incomplete network offensive and defense experimental teaching system, poor simulation ability and imperfect assessment mechanism. This paper builds an experimental teaching system based on virtual simulation experimental platform and diversified assessment mechanism as the constraint, realizes a talent training mode with scientific research projects as the guidance, discipline competition as the starting point and practical engineering as the carrier, and improves students’ practical practice ability and innovation ability.

Keywords

network attack; defense virtual simulation; experimental teaching

新工科背景网络攻防虚拟仿真实验教学模式改革与实践

王欢^{1,2} 闫俊杰^{1,2} 王喆¹ 阳树洪^{1,2} 李威龙^{1,2} 颜云生^{1,2}

1. 广西科技大学电气电子与计算机科学学院, 中国·广西柳州 545006

2. 柳州市大数据智能处理与安全重点实验室, 中国·广西柳州 545006

摘要

实践和创新能力是“新工科”背景下学生培养的核心。实验环节是提升学生网络攻防创新和实践能力的关键。然而, 现有的网络攻防实验环节仍然存在着实验教学体系不完备、仿真能力差、考核机制不健全等问题。论文构建以虚拟仿真实验平台为依托, 多元化考核机制为约束的实验教学体系, 实现以科研项目为引导、学科竞赛为抓手、实际工程为载体的人才培养模式, 提升学生的动手实践能力和创新能力。

关键词

网络攻防; 虚拟仿真; 实验教学

1 引言

近年来, 技术和产业快速变革, 这对中国高等教育的人才培养提出了新要求。为了应对这种新要求, 教育部提出了“新工科”计划。新工科针对人才培养过程中, 知识技能与社会发展和产业需求脱钩的现象, 重点解决人才综合实践

能力差、工程教育定位不明确等问题。实践与创新能力的培养是新工科的核心问题。

网络空间是继陆、海、空、天之外的第五空间, 网络空间安全也成为了国家关注的重点。网络空间的博弈本质是人的博弈^[1]。网络空间相对于其他物理空间情况更为复杂, 要求网络空间的捍卫者具有更高的创新能力和动手实践能力, 较其他新工科专业人才培养相比, 要求更高。为此, 急需探索网络攻防人才的实践教学方式和方法。

【基金项目】2020年度广西高等教育教学改革工程一般项目“新工科背景下计算机网络攻防虚拟仿真实验教学模式改革与实践”(项目编号: 2020JGB241); 2021年度教育部产学研合作协同育人项目“《网络攻防技术》课程与实验资源建设”(项目编号: 202101374009)。

【作者简介】王欢(1987-), 男, 中国辽宁朝阳人, 博士, 副研究员, 从事网络与信息研究。

2 实验教学存在的问题

实验教学是学生巩固和消化理论基础的重要环节, 对理论课堂教学起到重要的补充作用, 能够培养学生的动手实践能力和创新思维, 是“新工科”形势下人才培养不可分割

的重要内容^[2,3]。网络攻防类课程是网络空间安全专业课程体系的重要组成部分,对于本科生网络攻防技能的培养起决定性的作用。现有网络攻防类课程的实验教学内容过于陈旧,现场实验资源受限,教学效果不佳^[4,5]。此外,网络空间安全作为一个新兴专业,在实验教学环节也仍然处于探索阶段^[6,7],面临着如下问题。

2.1 实验教学体系不完备,创新环节缺失

现代信息技术快速发展,攻击手段和攻击场景日新月异,呈现出多样性和多变性的特点。现有的实验教学体系还主要依赖于理论知识的验证阶段,也无法提供与实际场景一致的仿真环境。这极大地影响了学生创新性思维的培养和综合实际能力的提升。此外,由于学生所处的学习阶段和职业发展目标不同个人的个性化诉求也较为明确,传统的统一实验课程安排,按部就班进行也极大地影响了学生的学习劲头^[8,9]。

当前的网络攻防场景都是多元化的,只有通过综合场景的模拟,才能培养出学生的综合应用、创新实践能力,进而提高学生的综合素质和全局思维能力。

2.2 网络攻防实验只能在本地进行,无法部署在真实网络中

网络攻防实验往往设计各类不同的网络设备,其需要对异常检测、防火墙、拒绝服务攻击等网络攻防内容进行练习,投入成本很高,而且在传统计算机网络安全实验中,很难展开有效的真实网络攻击,必须考虑对校园网造成的影响,无法产生有针对性的网络攻防练习。网络攻防实验在传统计算机网络实验中实现很困难。虚拟仿真的环境下进行网络安全实验,具有天然的隔离性,不会影响真实网络环境,也可以更好地模拟仿真网络攻击过程和现象,能让学生得到更有效的网络攻防锻炼。

2.3 实验教学考核方式简单,难以适应“新工科”人才培养需求

传统的实验教学以验证性内容为主,考核方式主要是通过撰写实验报告完成。但新工科背景下网络攻防人才的培养目标是高素质的综合应用型人才,需要从创新思维、动手实践、解决问题能力等多方面进行评价。

为此,就必须改变传统流于形式的考核方式,不能仅凭实验报告等结果性的内容作为主要评价依据,必须建立全过程的评价体系,形成多样性的评价指标,进而达到新工科培养的目标。

2.4 课程资源匮乏,实验内容缺乏综合性和设计性

当前的实验过程中,学生基本上是一做相同的实验

内容,在给定的实验条件下,单一的对实验内容进行验证。这种实验安排,已经无法满足“新工科”背景下的交叉融合、综合性和设计性的要求。此外,网络攻防专业的学科竞赛(如CTF, Capture The Flag)都是具有较强的实战性,涉及软件工程学、web、密码、系统工程等多方面知识,要求网络攻防实验课程资源的具有较强的系统性和交叉综合性。为此急需建设丰富的课程资源体系。

3 虚拟仿真实验教学体系设计

3.1 以科研项目为引导

在实验实践教学的过程中,大力倡导将实验实践与科研项目相结合。例如,通过柳州市大数据智能处理与安全重点实验室、广西教育系统网络安全监测中心等院内科研团队的科研项目,将老师最新的科研成果转化为虚拟仿真实验项目,将科研方法融入实验教学活动,有利于学生掌握网络攻防方面的科研思维与工程价值,让学生意识到网络攻防及网络安全的重要性和发展趋势,培养学生科学研究能力和创新实践能力。

3.2 以学科竞赛促学、促练

“全国大学生信息安全竞赛”“中国高校计算机大赛网络技术挑战赛”“护网行动”等竞赛是针对网络安全问题,要求参赛选手在模拟真实的网络环境中开展攻防对抗、算法设计以及增强系统安全实现等任务,检验学生发现问题、分析问题和解决问题的能力,为学生提供了一个培养过硬的专业综合素质以及创新思维能力人才的平台。同时也能对发现选拔优秀网络安全人才以及增强学生创新实践能力发挥着重要的作用。

3.3 虚拟仿真实验平台为依托

网络攻防实验教学往往存在安全风险高,在真实网络环境中开展网络攻击、病毒注入等破坏性实验极易出现安全漏洞,会严重威胁实验室中的设备安全和管理安全,甚至会酿成灾难性后果的问题。为此需要建立虚拟仿真实验平台,从网络攻防实战技能实训需求出发进行模块化设计,构建一个集课程实验、课程实训、网络攻防竞赛训练的网络空间安全虚拟仿真实验平台。

虚拟仿真实验平台建设以培养创新能力为导向,以基础实验、工程实践、综合设计和创新研究为主线,强调学以致用,注重能力训练,倡导创新拓展。平台与理论课程相结合,与网络空间安全虚拟仿真实验项目开发联合运作,提供灵活、多样实验教学资源,促进实践教学模式创新。平台提供模拟真实网络的靶场环境,系统性地集成网站漏洞分析、

逆向漏洞挖掘、密码学综合知识、流量分析、网络攻防对抗等网络安全基础知识与进阶训练。

3.4 以实际工程为载体

网络安全的工程实例为虚拟技术平台提供了丰富的案例素材,使工程项目具有明确的目标以及阶梯难度,能够使有着不同阶段的进步。学生能够综合运用专业知识,提升自身的工程素质和实践能力,成为合格的网络攻防专业型人才。

4 实验教学改革举措探究

4.1 建立实验课程资源

在改革的过程中,某校建立由基础课程类实验、职业发展类实验、注册培训类实验、创新研究性实验的课程资源体系。开设网络攻防等10个方向,近140个虚拟仿真实验项目,提供具有完整体系的信息安全实践教学平台与教学资源库,70%实验项目对应相关课程知识点,实验难度由浅入深,实验类型由验证到设计;30%为综合实训项目,依托具有鲜明行业特色的典型案例开展。资源体系如表1所示。

表1 课程资源层次与目标

资源层次	资源建设目的
基础课程类实验	基础操作系统、基础网络配置、基础软件开发
职业发展类实验	WEB安全工程师、逆向工程师、安全运维工程师
注册培训类实验	CISP-PTE培训、360ES注册工程师
创新研究性实验	信息安全铁人三项、CTF竞赛、单兵闯关、分组混战

4.2 构建虚拟仿真实验教学平台

虚拟仿真实验教学平台由管理员、教师和学生三类用户构成,涵盖课程学习、测评考核、任务分配、统计分析、资源管理、环境监测等多项功能。各项功能分布如图1所示。

4.3 建立健全实验课程考核方式

针对传统实验报告式考核单一、评价体系不健全的弊端。改革现有的考核模式,以虚拟仿真实验平台为依托,结合学科竞赛和工程时间,建立由学习任务完成率、实验内容完成度、学习时长、测试成绩、创新竞赛、工程实践等6部分构成的新的考核方式,健全考核体系,使考核与新工科的培养目标接轨。考核体系之间的关系和构成如图2所示。

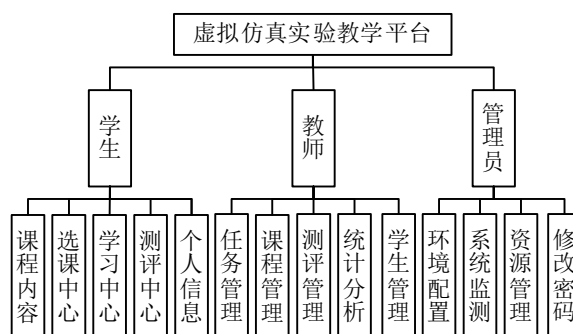


图1 虚拟仿真实验教学平台的功能结构

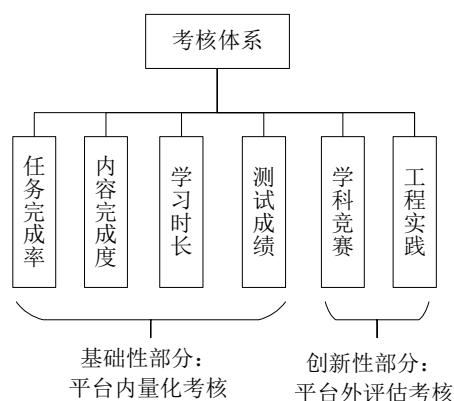


图2 考核体系构成

5 改革效果

在新工科背景下,对学生的综合创新能力要求越来越严格,需要制订更加优质、新颖的教学计划,更注重发展学生的个性与能力培养。虚拟仿真实验教学资源平台应该具有综合创新的特点,特别是在实践教学过程中能够形成基础课程类、职业发展类、注册培训类、创新研究类等4个层次的实验结构,构成创新能力与工程能力并行培养的新制度,促进培养目标的实现。在制订教学计划中,听取企业的意见,吸取企业优秀的管理经验和创新技术思维。我学院在进行创新项目开发时,将科研成果与虚拟仿真实验教学资源进行融合,取得了很好的教学效果。某校在广西“2021护网”网络安全攻防实战演习中,被评为“优秀攻击团队”,位列广西高校第一名;指导学生分别获得广西大学生信息安全技术创新实践能力大赛三等奖两项、中国高校计算机大赛网络技术挑战赛华南赛区二等奖两项;获批广西科技大学教学成果特等奖1次,这些成果都是我校在网络攻防领域的重大突破。

6 结语

“新工科”背景下,实践能力和创新能力是学生培养

(下转第106页)

明、勇敢、见多识广少年。老师故意设疑问“真的是这样吗？”接着出示《中年闰土》让学生阅读。最后引导学生对比阅读与发现：你发现了“少年闰土”和“中年闰土”的哪些不同？你觉得为什么会有这样的改变？结合资料小组内交流。课后推荐阅读《故乡》这部短篇小说，学生兴趣盎然。单元学习之后，教师提出说说“鲁迅先生是个怎样的人”？你的依据是什么？引导学生积累语言，深刻认识鲁迅，完成以下学习任务：①抄写本单元四篇课文中，你认为最值得记录下来得语句，最好写写你为什么喜欢这些句子。②出示鲁迅先生的一些名言，指导学生阅读积累。③以“鲁迅语言特色、鲁迅性格特点、鲁迅精神境界”为核心词，办一期手抄报。

此环节让学生由学会走向会学，最大限度地提高课堂教学的有效性。

（上接第103页）

的核心。论文针对现有的网络攻防实验环节仍然存在着实验教学体系不完备、仿真能力差、考核机制不健全等问题，构建以虚拟仿真实验平台为依托，多元化考核机制为约束的实验教学体系，实现以科研项目为引导、学科竞赛为抓手、实际工程为载体的人才培养模式，提升学生的动手实践能力和创新能力。

参考文献

- [1] 王瑞锦,张翔,张萌洁,等.面向新工科的互联网安全虚拟仿真实实践教学建设与探索[J].实验技术与管理,2019,36(7):124-128.
- [2] 赵湘宁,纪祥敏,刘芬.网络空间安全专业实践课程体系改革研究[J].福建电脑,2021,37(5):42-45.
- [3] 张连成,郭毅,程兰馨,等.“新工科”背景下网络空间安全人才培养实验教学改革探究研究[J].网络空间安全,2019,10(10):

7 结语

按照“五步三练”教学模式，笔者牢牢把握学生是主体、教师是主导、训练是主线的原则，成功实现了师生角色的相互转换，大胆地将课堂让给学生，自己甘愿充当舞台下的一名普通观众，把舞台让给广大的学生，让学生主宰课堂，让学生走上舞台去唱戏。

参考文献

- [1] 游忠燕.小学语文要素教学:价值、内容及实施[J].教育科学论坛,2021(29):20-22.
- [2] 沈凤.核心素养背景下小学语文古诗词教学探索[J].河南教育(教师教育),2021(10):65-66.
- [3] 王洪芳.主题教学模式在小学语文教学中的渗透发展——评《小学语文主题教学研究(修订版)》[J].中国教育学刊,2021(10):128.

101-104+109.

- [4] 刘莞玲,谢伙生,叶福玲,等.网络安全与计算机技术虚拟仿真实验教学平台建设与探索[J].计算机教育,2019(6):62-66.
- [5] 曹鹏飞,杨望,叶传标,等.新工科背景下应用型大学网络空间安全专业课程体系构建研究[J].计算机教育,2019(11):54-57+63.
- [6] 刘静,赖英旭,杨胜志,等.新工科背景下的网络安全综合课程设计教学改革[J].计算机教育,2019(4):133-136.
- [7] 刘桂开,刘江涛.计算机网络在线虚拟仿真与实验评价管理相结合探讨[J].中国教育信息化,2019(24):29-33.
- [8] 宦成林.基于虚拟仿真的信息安全实验教学体系构建[J].中国信息技术教育,2019(24):161-164.
- [9] 陈芳.基于虚拟仿真平台的网络工程专业核心课程实验教学实践研究[J].科技资讯,2019,17(21):161+163.