

Exploration of Practice Teaching of Information Security Specialty

HOU Zhengfeng, ZHU Xiaoling

School of Computer and Information, Hefei University of Technology, Hefei, China, 230009
houzf@mail.hf.ah.cn

Abstract: The paper analyzes some problems about practice teaching of information security specialty at home and abroad. With the teaching experience in Hefei University of Technology, it's introduced that the exploration of practice teaching which includes the construction of practical ability structure, integration of content, reform of teaching method, optimization of practice environment, maturity of examination and evaluation mechanism.

Keywords: information security specialty; practice teaching; ability structure; practice teaching evaluation

信息安全专业实践教学探索

侯整风, 朱晓玲

合肥工业大学计算机与信息学院, 合肥, 中国, 230009
houzf@mail.hf.ah.cn

【摘要】本文分析了国内外信息安全实践教学存在的问题, 结合合肥工业大学信息安全专业实践教学经验, 提出了以建立信息安全实践能力结构为基础的实践教学体系, 并从整合实践内容, 改革教学方法, 优化实践环境, 完善考核与评估机制等方面探讨了信息安全专业实践教学。

【关键词】信息安全专业; 实践教学; 能力结构; 实践教学评估

1 引言

信息安全专业知识体系覆盖面广, 具有很强的实践性, 本专业学生不仅要掌握计算机软硬件、计算机网络和信息素养等方面的理论知识, 还需要掌握保障信息安全的应用和开发的技能。因此, 实践教学对该专业人才培养具有特别重要的意义。目前, 全国设立信息安全专业的院校约有 70 余所, 不同院校的信息安全专业依托不同的学科, 导致实践教学体系存在较大的差异, 一些问题有待进一步研究和解决:

①信息安全专业毕业生的实践能力缺乏明确定位。该专业毕业生究竟应在哪些领域具备何种实践能力是构建本专业实践教学体系的基础, 如果简单仿照计算机、通信或其他相近专业的实践教学模式, 其结果势必会导致信息安全专业失去它应有的专业特色。

②实验项目有待进一步优化整合。由于信息安全专业的实践教学涉及的范围广, 实验项目多, 造成实验教学学时数紧张, 影响实验教学效果。如何整合本

专业现有实验项目是优化实践教学体系的重要环节。

③实验室建设有待加强。信息安全专业实践教学对实验环境要求较高, 一般需要多个网络实验平台, 每个实验平台包含多台网络及网络安全设备, 如服务器、交换机、路由器、防火墙、IDS、密码机等。

④实践教学效果缺乏有效的反馈评估机制。由于信息安全专业设立时间短, 一些院校尚未完成完整的实践教学过程, 对实践教学效果缺乏有效的反馈评估机制。

针对以上问题, 我们围绕信息安全专业实践教学体系建设, 在信息安全专业实践的能力结构、教学内容、教学环节、支撑环境、考核与评估等方面进行了积极地探索和实践。

2 构建信息安全专业实践能力结构

信息安全课程体系具有交叉学科特点, 覆盖计算机、数学、管理、信息系统、心理、社会和法律等方面^[1]。在美国, 最初不同的教育机构定义不同的 Information Security Assurance (ISA) 的教育模型和课程

大纲。后来, ISA 的公共知识部分由 International Systems Security Certification Consortium (ISC)统一; ISA 的实践部分较为复杂, National Security Telecommunications and Information Systems Security Committee(NSTISSC) 根据不同的技能制定了不同的信息安全教育标准 NSTISSI4011~4017,涉及信息安全、信息系统安全管理、风险评估和系统安全等七个领域^[2]。目前,通过 NSTISSI 4016 风险评估标准和 4017 系统安全标准认证的学校并不多。

国内信息安全专业尚处于起步阶段,实践教学体系有待进一步完善。我们参照《信息安全类专业指导性专业规范》(意见稿),在调研基础上^{[5][6]},构建了我校信息安全专业实践能力结构。该结构采用逐层细化的方式,力求系统性和可操作性,期望打破以往实践教学面向单一课程的模式,使信息安全实践教学自成体系,不再是理论教学的简单附属。

实践能力结构包含三个层面:实践能力领域、实践能力单元和实践能力点。实践能力领域位于能力结构的顶层,主要内涵语言及编程、小型软件设计、计算机硬件、密码学、网络安全、创新实验等。各领域进一步细化,形成若干能力单元。例如,网络安全领域包括网络组配、服务器环境搭建与安全配置、网络安全设备安装与配置、恶意软件查杀、网络攻防、网络安全规划等能力单元,如表 1 所示。每个能力单元又包含若干能力点,如网络组配能力单元包含局域网组网、VLAN 配置、路由器基本配置等能力点。

Table 1. Practice ability unit and points in network security
表 1. 网络安全领域的实践能力单元和实践能力点

领域	单元	点
网络安全	网络组配	局域网组网; VLAN 配置; 路由器基本配置
	服务器环境搭建与安全配置	WEB 服务器、邮件服务器、FTP 服务器安全配置
	网络安全设备安装与配置	防火墙安装与配置; IDS 安装与配置; VPN 安装与配置
	数据捕获与分析	网络协议分析软件的使用; 链路层、网络层、传输层、应用层数据捕获与分析
	恶意软件查杀	木马、脚本病毒、PE 病毒、宏病毒、DLL 病毒、HTML 恶意代码的攻击与清除。
	网络攻防	缓冲区溢出; ARP 欺骗; SQL 攻击; ICMP 重定向; TCP 与 UDP 端口扫描
	网络安全规划	采用防火墙、入侵检测系统、VPN 等,构建企业安全网络环境; 利用 X-scan 等扫描工具对网络进行安全评估

3 改革信息安全专业实践教学环节

传统的高校工科专业实践教学主要包括课内实验、课程设计、毕业实习、毕业设计等环节。这种传统的实践教学环节对信息安全专业的实践能力的培养存在如下问题: ①课内实验学时数不足,影响实验效果。信息安全专业选修课程门数多,学时少,一般为 32 学时; 32 学时既包括课堂理论教学又包括实验,课堂教学和实验教学难以兼顾。课程设计内容通常局限于单门课程,跨课程综合性实验难以开设,不利于学生综合分析问题和设计能力的培养。②缺乏工程实践环节。在传统的实践教学中,所谓设计型实验往往是虚拟的,缺乏工程应用背景,忽视了需求分析、进度安排和交付等工程概念。③缺乏创新型实验。随着计算机网络的迅速发展,各种新的安全隐患层出不穷,这对信息安全专业学生的应变和创新能力提出了更高的要求,创新型实验对培养本专业毕业生的创新能力和应变能力具有十分重要的意义。我们对上述问题展开研究,尝试改革传统的实践教学环节。

为缓解选修课学时数不足和实验内容单一的矛盾,从 05 年开始,我们为高年级学生开设了“信息安全综合实验”课程,实验内容涉及网络程序设计、密码学概论、信息隐藏技术、计算机病毒与反病毒、防火墙与入侵检测等多门课程,取得了很好的效果。

工程实践能力的培养对实践环境和教师水平要求高,一直成为困扰我们的棘手难题。我们采用的解决思路是在第七学期尝试项目教学模式,将若干门相关课程涉及的原理、方法和技术与工程项目相结合,以经验丰富的工程技术人员为指导老师,以完成一个项目为课程考核目标,将需求分析、设计、实现和交付等工程概念贯穿教学全过程,全面提高学生的工程实践能力和综合素质。

创新能力的培养至关重要。一方面,通过毕业设计、本科科研计划等多种途径让更多的学生参与到教师的科研项目中,使学生接触到学科前沿内容。另一方面,积极开展各项活动,如组织参加各种竞赛。在 2009 全国信息安全大赛中,我校信息安全专业学生设计的《盲环境下图像的可信性分析》、《基于校园网的个人防火墙设计》、《基于协议分析和主动测试的抵御 DDoS 攻击系统》和《基于 CA 的安全敏感实用感知 Hash 函数图像取证系统》等作品,获得二等奖二名,三等奖一名,优胜奖一名。学生通过组队参

赛、查找资料、相互讨论、提出构思、编程实现，激发了兴趣和求知欲，培养了创新意识。

4 整合实践教学内容

信息安全专业课程内容涉及计算机、通信、电子信息等领域，一些专业课程的内容交叉重叠，相应的实践教学内容也可能会出现交叉重复。如密码学概论、网络安全、认证技术等课程的实验均涉及数据加密算法；信息论与编码、计算机网络等课程的实验均涉及编码算法。实践教学内容整合有助于消除冗余雷同的实验内容。此外，交叉课程的实验内容整合能够形成跨课程的综合性实验项目。

我们在这方面已进行一些有益的尝试和探索。如组织相关教师成立专业方向课程组，每个专业方向课程组包括若干门联系密切的课程。根据专业方向课程组的实践教学要求，设置实验项目，消除冗余雷同的实验内容，形成综合实验“套餐”，学生可根据自己的兴趣爱好和将来的发展方向选择“套餐”。

5 建设实践教学支撑环境

实践教学支撑环境是实践教学体系的基本要素。实践教学支撑环境主要是指实验室和实验教师队伍等；信息安全专业是一门实践性很强的专业，实践教学内容丰富，许多实验课需要在复杂的网络环境下进行，这对我们的实验室建设以及实验教师队伍建设提出了新的挑战。

我校信息安全专业依托于已有的计算机科学与技术专业，但传统的计算机专业实验室不能满足本专业的实验要求。我们于 2004 年开始组建信息安全专业实验室，实验室面积约 220 平方米，共有 10 个实验台。每个实验台由 6 台 PC 机、1 台交换机和 1 台路由器组成一个独立的局域网，通过路由器可实现不同平台互连形成互连网络实验环境，并通过三层交换机、防火墙接入校园网和 Internet，网络拓扑如图 1 所示。目前，该实验室已拥有网络工程、网络协议分析和信息安全三大试验平台。网络工程试验平台由路由器、交换机、服务器、防火墙、密码机、入侵检测系统等真实的网络设备组成，可提供局域网组网、路由器配置、VLAN 配置、防火墙与 VPN 等试验项目。网络协议分析试验平台具有网络协议的分析、编程、调试、可视化执行和自动测试的功能，可提供基于数据链路层、网络层、传输层和应用层的协议分析和开发的试验。信息安全

试验平台核心组件是软件，并采用虚拟机技术，可提供密码学、主机安全、病毒木马、入侵检测、PKI、安全审计等信息安全试验项目。

该实验室特色是：① 既有真实的网络设备，又有虚拟的实验平台，通过软、硬件的合理配置，为培养学生实际动手能力提供了多元化的实验场所。② 提供多层次的，多方位的网络与信息安全综合实验环境。该实验室目前能够开设 30 余个实验项目，涵盖三个方面：计算机网络课内实验、信息安全综合实验、计算机网络系统实践。

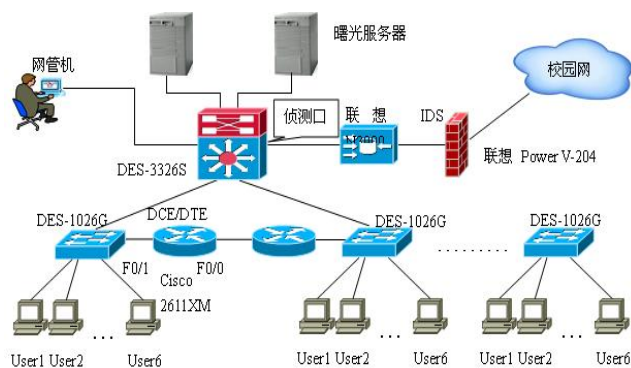


Figure 1. Network and Information Security Lab
图 1.网络与信息安全实验室

考虑到实践教材不同于理论教学教材，具有很强的针对性，与实践支撑环境密切相关。结合实验支撑环境，我们专门编写并出版了实验指导书《网络与信息安全系列课程实践教程》，实验内容涉及计算机网络、网络程序设计、密码学概论、信息隐藏技术、计算机病毒与反病毒、防火墙与入侵检测等多门课程。

6 建立实践教学效果评估机制

实践教学效果评估能够为今后实践教学的改进提供重要依据。评估机制由评估者、评估对象、评估方法、评估指标等要素组成。在设计评估指标时，应遵循以下原则^[4]：① 一致性，使评价指标与评价目标一致。② 可测性。评价指标系统中末级指标能够用可操作化的语言加以明确，所规定的内容可直接测量，以获得明确结论。③ 可比性。评价指标必须反映评价对象的共同属性，同时还能进行比较。④ 独立性。在指标体系内同一层次的指标必须各自独立，指标间不能相互重叠和包含，不能存在因果关系，不能从一项指标导出另一项指标。⑤ 可行性。设计评价指标的数量

和评价标准的高低都要适中。

根据以上原则,将学生评价实践课程教学的评估指标分解为指导教师态度、实践项目安排、教学方法和实践教学效果四个方面,具体评估点如表 2。该方案采用百分制,总分计算 $M = \sum K_i M_i$,其中 K_i 为评分等级系数,A、B、C、D 的系数分别为 1.0、0.8、0.6、0.4, M_i 是各指标的分值(指标权重)。总分在 90 分

以上的实践教学效果为优秀,80 分~89 分为良好,70 分~79 分为良,60 分~69 分为合格,60 分以下为不合格,经过打分可以得出教师的实践教学评估结果。在指标体系中,确定合理的指标权重十分重要。权重大小与指标的重要性相关,表 2 中的权重依据经验给出,简单易行,更科学的权系数确定方法如层次分析法^[3]等值得进一步研究。

Table 2. student evaluation form for practice curriculum teaching of Information security specialty
表 2. 信息安全专业实践课程教学学生评价表

	评估点	分值 M_i	评 估 等 级 (K_i)			
			A	B	C	D
			1.0	0.8	0.6	0.4
教学态度 15 分	实践教学认真负责,不迟到不早退,不无故缺课。	5				
	指导答疑及时,过程监督严格,考核科学公正。	10				
实践项目安排 35 分	编写与实践环境配套的信息安全专业实践教材。	10				
	实践内容具有渐进性、实用性、科学性和专业特征。	10				
	每年更新实践内容 15%以上,把最新发展成果引入实践教学。	5				
	设计性、综合性实验比例达到 60%以上。	10				
实践教学方法 20 分	师生互动,注重启发,注重学生创新能力的培养。	5				
	改革传统的教学方法中,引入具有专业特点的新方法。	10				
	采用现代教育技术,如利用多媒体和网络教学。	5				
教学效果 30 分	激发学生学习兴趣,培养学生的创新意识。	10				
	能培养学生进行网络与安全系统的研发或进一步展开信息安全领域研究的能力,教学效果明显。	20				

当评估者和评估对象发生变化,评估指标也应有所改变。有别于学生评估,我们初步考虑专家评估应重点考核实践大纲、实验教材和实践环节等。由于评估方案总有其局限性,因此,我们要不断调整和发展评估指标体系,尽可能科学地、全面地反映评估对象。

通过近年来的专业建设,我校信息安全专业在实践能力结构、实践教学环节及其内容、实践教学支撑环境、实践教学效果评估机制等方面取得了一定的成效。今后,将进一步优化信息安全专业实践教学体系,结合本校的特点,尝试形成一套具有本专业特色的实践教学模式。

以上是我们在信息安全专业实践教学过程中的一些尝试和想法,不足之处欢迎各位同行、专家指教。

References (参考文献)

- [1] M. Hentea, H.S. Dhillon. Towards Changes in Information Security Education[J]. Journal of Information Technology Education,

2006, 5, P221-223.

- [2] NSTISSI ,NSTISSI standards[EB/OL],
<http://niattec.info/ViewPage.aspx?id=103>.
- [3] Saaty ,Thomas L, Analytic hierarchy process series[M], United States: RWS Publications,1990.
- [4] Beijing Municipal Higher Education Bureau, Education Evaluation Theory and Practice [M], Beijing: Beijing Aviation University Press, 1987.
北京市高教局等,教育评估的理论与实践[M],北京:北京航空学院出版社,1987.
- [5] Du Ruiying, Zhang Huanguo, etc., Information Security Practice and Research on Teaching System of Wuhan University [J], Computer Education, 2007,10, P22-27.
杜瑞颖,张焕国等,武汉大学信息安全专业实践教学体系的探索与研究[J],计算机教育,2007,10 ,P22-27.
- [6] Zhou Shi-Jie, QIN Zhiguang, Cheng Hongrong, The information security professional practice of teaching system [J], computer education 2007,11, P154-156.
周世杰,秦志光,程红蓉等,信息安全专业实践教学体系初探[J],计算机教育 2007,11, P154-156.