

Python 安全编程实践教学平台建设

陈佳, 魏兰蕻, 刘连忠, 默莎莎

(北京航空航天大学 网络空间安全学院, 北京 100191)

摘要: 近年来, 编程类课程愈发重视对学生实践能力的培养。Python 安全编程课程从实践教学平台建设着手, 开展实践教学改革。在调研网络空间安全5个重要领域关键问题的基础上, 选取其中20多个编程案例编写教学实验程序, 构建Python安全编程实践教学平台。该平台包含供学生学习并进行编程练习的基础类实验, 以及模拟实际应用系统的进阶类应用平台教学实验, 例如访问控制教学平台和应用日志审计教学平台等。实践教学平台将安全理论知识与流行的Python编程结合, 在构建多个学生熟悉的应用系统平台基础上, 围绕其展开理论授课和实验编程教学, 有效培养了实践型的安全编程人才。

关键词: 教学改革; 实践教学; 安全编程; Python

DOI: 10.11907/rjdk.241703

中图分类号: G642

文献标识码: A

文章编号: 1672-7800(2025)011-0161-07

扫描二维码阅读全文:



Construction of Practice Teaching Platform for Secure Python Programming

CHEN Jia, WEI Lanqi, LIU Lianzhong, MO Shasha

(School of Cyber Science and Technology, Beihang University, Beijing 100191, China)

Abstract: In recent years, programming courses have increasingly emphasized the development of students' practical skills. The "Secure Python Programming" course has initiated a practical teaching reform, which focuses on the construction of a programming practice platform. 20 programming cases have been developed for the secure Python programming teaching practice platform. Some of the programming cases are foundational experiments for students to study and program, while others are the advanced application-oriented programming experiments. These advanced application-oriented programming experiments simulate practical applications, i.e., access control platforms and log auditing platforms. Because these application sub-platforms simulate applications which are familiar to the students, the theoretical and experimental programming teaching based on them are conducted effectively. The teaching practice platform cultivates practical-oriented engineers in secure programming.

Key Words: teaching reform; practical teaching; secure programming; Python

0 引言

Python 安全编程课程是一门培养实践型安全编程人才的专业课程, 实践教学环节在课程教学过程中具有重要的意义。通过 Python 安全编程课程的教学改革可以有效提升实践教学环节的比重, 同时, 提高实践教学内容的质量。

基于 Python 安全编程课程的特点, 安全编程实践教学改革的 key 点和难点在于如何将抽象理论与真实程序设计开发相结合。针对上述问题, 课程团队通过增加编程实践在课程中的比重, 构建 Python 安全编程实践教学平台, 设计了 20 多个编程案例作为教学实验编程题目, 其中包括多个模拟真实应用的中大型平台设计与开发题目。Python 安全编程实践教学平台有效结合了实际编程和网安专业培养方案, 提升了实践教学内容和水平。学生通过参与 20

收稿日期: 2024-08-13

基金项目: 北京航空航天大学研究生教育与发展研究专项基金项目(2024)

作者简介: 陈佳(1983-), 女, 博士, CCF 会员, 北京航空航天大学网络空间安全学院助理研究员, 研究方向为不完备数据分析、安全编程、信息系统分析与设计; 魏兰蕻(2002-), 女, 北京航空航天大学网络空间安全学院硕士研究生, 研究方向为安全编程、数据访问控制、信息系统构建; 刘连忠(1958-), 男, 硕士, 北京航空航天大学网络空间安全学院教授, 研究方向为大型信息系统分析与设计、访问控制、安全工程; 默莎莎(1988-), 女, 北京航空航天大学网络空间安全学院博士研究生, 研究方向为自然语言处理、安全编程。本文通讯作者: 默莎莎。

多个案例的问题分析、方案设计及编程开发等实践环节,逐步掌握了开发安全应用的核心能力。

1 Python 编程课程现状

近年来,随着 Python 语言在工业界的流行,国内外高校相继开设了与 Python 相关的编程课程^[1-3]。这些课程可按所授内容分为两大类:一是 Python 编程技术的基础教授课程,只涉及通用程序设计技术,不涉及专业领域知识^[4-6];二是基于 Python 编程的专业应用课程,主要教授 Python 编程技术在某一专业领域的应用^[7-8]。现阶段已开设的 Python 课程多属于第一类,专门为没有编程基础的高校一二年级本科生开设。第二类课程则为已有一定编程基础的大三学生开设,较第一类课程所授内容难度更大,更贴合专业所需技能培养的要求,是现阶段各高校和学院开设较少但急需的专业技术课程。

此外,现有的与安全相关 Python 编程课程更侧重理论教学,内容难度大且开设较少。同时,课程还面临如何在专业知识中融入 Python 语法讲解,以及如何将理论知识转化为实践技能培养的挑战。针对上述问题,课程团队开展 Python 安全编程课程的实践教学改革,重点架构并建设编程实践教学平台。

2 实践型教学编程平台总体设计

Python 安全编程课程的定位为安全理论入门、Python 编程进阶、安全实践能力培养。课程团队为了配合理论课程教学,将课程重心从理论知识讲述转向培养学生的知识获取能力、基础编程能力和安全创新能力。首先,确立了“理论引领、实践为重、五大方向、三种能力”的实践教学平台建设目标;其次,在调研 5 个重要网络空间安全领域流行问题的基础上,设计了 20 多个编程案例,配合理论教学构建了 Python 安全编程实践教学平台;最终,重新设计考核方式,将传统的期末考试或上机考试改进为平时实验成绩考核和素质测评。

2.1 平台建设理念

当前,国内外高校的 Python 安全编程课程普遍采用“学生理解课程内容—单人进行实验编程—教师批改编程作业”的传统教学模式,这种模式存在教学内容与实际需

求脱节、学生参与度不足、评估方式落后等问题。针对上述问题,课程团队进行了教学模式改革,分别从舆情安全、渗透测试、电子取证、认证授权及安全可视化五大网络安全领域入手,实施了改进后的实践教学模式,具体包含关键案例的选择、编程实验的设计、编程实验的编写以及平台的搭建等。实践教学平台的整体建设思路为“教学理论引领,编程实践为重”。具体描述如下:①教学理论引领:以理论引领实践学习,通过理论知识教学指导实践活动的开展,使学生树立正确的政治意识,掌握网络安全领域重要方向的基本原理和实际需求^[9,10];②编程实践为重:以实践反哺理论教学,加强实践培训,加大实践编程力度,使学生能够将理论知识应用于编程实践,增强实践编程能力;③五大安全方向:全面设计实验内容,覆盖网络空间安全专业的五大应用领域;④培养三种能力:借助实践教学平台培养学生的基础编程能力、知识获取能力和安全创新能力。

课程团队根据实践教学平台的整体建设目标确定了新型教学平台的模式架构,具体如图 1 所示。

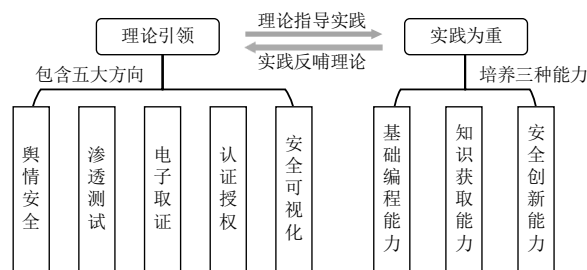


Fig. 1 Platform teaching mode

图1 平台教学模式

2.2 平台内容设计

课程团队结合理论教学内容拟定了 Python 安全编程实践教学平台的建设范围,涵盖舆情安全、渗透测试、电子取证、认证授权及安全可视化等五大方向,包含 20 多个实验任务。以舆情安全方向为例,拟定的教学内容包括 Web 数据采集及入库、文件取证及文件处理、恶意文档检测 3 个部分子内容。依据这三部分子内容,舆情安全方向共设计了 6 个实验,从基础的正则表达式实验、数据采集实验,层层递进到 Word 恶意文档检测实验。以舆情安全方向的数据采集实验为例,其设计纲要如图 2 所示。

实践教学平台中的实验可以按照规模分为基础类实验和提升类实验:基础类实验规模较小,通常需要 1~2 个

实验二 Scrapy 数据采集 (2 课时)

基于 Scrapy 库,编写一个通用爬虫软件,自动抓取百度百科某一网页的某一主题内容,例如新闻,特色百科,知识专题等。具体要求如下:

1. 参照教材的 Scrapy 数据采集实例,新建 Scrapy 项目及爬虫;
2. 通过 Scrapy 提供的四种爬虫模板,分别新建不同的爬虫并观察爬虫文件的区别;
3. 选用一个爬虫文件,通过修改 settings、item、item pipeline 等文件,实现对百度百科中的数据爬取。

Fig. 2 Experimental guidelines for data collection in public opinion security

图2 舆情安全方向的数据采集实验纲要

学时,学生需在掌握相关理论和编程样例后举一反三,完成实验报告中拟定的单个编程实验;提升类实验规模较大,课程团队为此类实验专门设计并开发了实践教学平台。例如,在认证授权方向,课程团队建设了模拟实际本科生教学课程管理平台的访问控制教学平台、模拟实际集中式应用日志审计平台的日志审计教学平台等。这些平台贯通相应领域的研究内容,将理论与实际编程紧密结合。平台总体功能架构示意图,如图3所示。



Fig. 3 Overall functional architecture diagram of the platform

图3 平台的总体功能架构示意图

2.3 依托平台的考核方式

Python安全编程课程依托实践教学平台,通过实验编程、代码讨论和平台案例改进沟通等多种方式考察学生对知识点的理解、应用与实践能力,鼓励学生动手编程、解决实际问题。此外,课程还创新了评分机制,将原有的期末上机考试评价改成多次实验综合评价,落实实验报告中的考核项和加分项,并根据学生的代码编写水平、实验中展现的创新能力以及平台相关开放问题的回答情况进行综合性考核。

改进后的评分机制不再拘泥于学生提交的实验报告或考核卷面,教师可以从每次实验中考察学生解决问题方面的代码能力和创新能力。通过实验报告中的考核项,教师可以评估学生对当前知识点的掌握水平;通过实验报告中的加分项,教师可以考察学生的创新分析能力;通过查看学生提交的项目源代码,教师可以更细致地评估学生的程序设计思路和代码编写质量。这种评分机制的改进更加注重过程评价,有助于促进学生在整个开课学期中的持续学习,从而有效加强学生分析和解决问题的意识,提升其程序设计、代码编写能力。

根据以上总体设计,课程团队构建了Python安全编程实践教学平台,主要包括实验编写、案例平台搭建以及实验课程设计。

3 以访问控制平台为例的子平台分析

课程团队在构建实践教学平台时设计了多个用于课堂编程教学、课中讨论改进以及课后自主学习的中型教学编程案例。因其代码量大、构建复杂,教学方式较小型程序实验差异大,本文特以其中的访问控制教学子平台为例,阐明实践教学平台中的中型案例设计与构建。

3.1 访问控制平台介绍

“面向应用的授权与访问控制”章节属于课程“五大方向”中的认证授权部分。此章节由4个主要知识点组成,如图4所示。

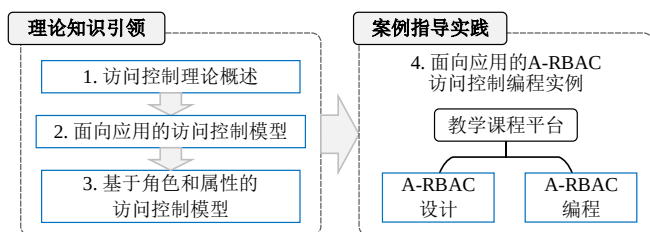


Fig. 4 Knowledge point structure diagram for the chapter ‘application-oriented authorization and access control’

图4 “面向应用的授权与访问控制”章节的知识点结构图

其中,知识点1“访问控制理论概述”和知识点2“面向应用的访问控制模型”,要求学生掌握面向应用访问控制领域的基础知识和主要模型^[10-14]。在此基础上,拓展出知识点3“基于角色和属性的访问控制(Attribute-enhanced Role-Based Access Control, A-RBAC)模型”。这三部分的理论教学对抽象的访问控制概念和模型进行介绍,使学生对访问控制领域基础知识获得较为全面的了解。但仅通过理论学习,学生难以掌握如何根据应用选择、设计并编程实现访问控制模型。因此,课程团队设计了相应实践教学平台——本科生教学课程管理平台。

基于本科生教学课程管理平台,课程团队设计了一系列实验,旨在让学生深入理解A-RBAC抽象设计并进行实际编程。该部分实验以日常学习生活中的常见应用为例,引导学生理解抽象的A-RBAC模型,并对具有一定规模的应用展开学习。以本科生的教学课程管理平台为实例的A-RBAC模型编程实例较普通的访问控制程序更加规范。该平台采用Python Flask框架进行整体构建,并引入了包括Flask Security在内的多个第三方Python库,以提升平台的安全性。以本科生教学课程管理平台的身份认证子模块为例,其系统主要界面如图5所示。“以本科生教学课程管理平台为实例”的知识点4是授课的核心内容,其深入讲解了A-RBAC模型在Web应用中的设计和编程实现。

3.2 访问控制案例设计及构建

本科生教学课程管理平台的搭建主要包括平台设计和构建2个部分。其中,平台设计部分包括A-RBAC总体访问控制模型设计和分步骤的RBAC方案设计、ABAC方案设计;平台构建部分包括RBAC编程、ABAC编程、平台初始化及授权。

3.2.1 平台的A-RBAC访问控制设计

平台选用A-RBAC模型实现访问控制^[15-17]。首先,以RBAC模型作为主要的访问控制模型架构,实现选课、课程资源管理使用等核心业务的功能访问控制;其次,再将ABAC置于RBAC模型之上,对复杂属性和数据资源提供保护。A-RBAC访问控制架构在实现应用纵深防护的同时降低了系统的复杂度,既能在RBAC模型的基础上动态加入对资源等属性的统一访问管理,也避免了单独ABAC发生错误时导致的完全性安全损失,适用于“本科生教学课程管理平台”这种角色—权限相对固定且需要附加部分



Fig. 5 Main interface diagram of identity authentication submodule

图5 身份认证子模块主要界面图

属性的应用。A-RBAC 访问控制的结构示意图,如图6 所示。

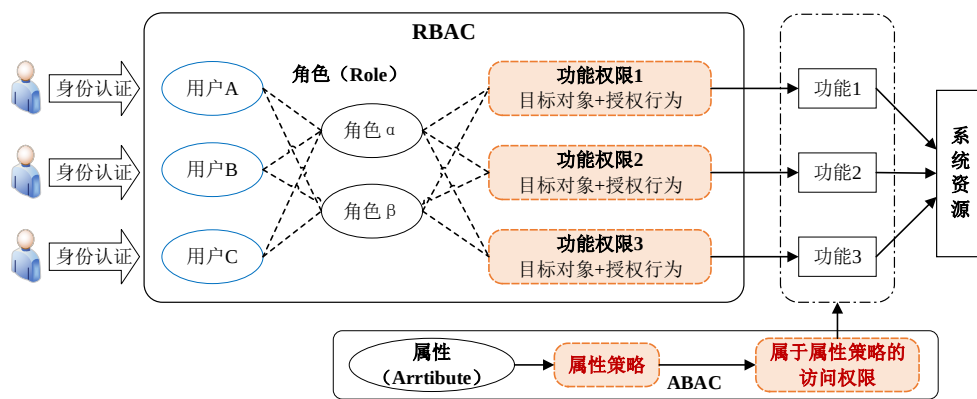


Fig. 6 Illustrative diagram of access control permissions based on A-RBAC

图6 基于A-RBAC的访问控制权限关系示意图

其中, RBAC是本科生教学课程管理平台实现访问控制功能所采用的主要模型,平台的RBAC总体设计涵盖了多层次角色设计、各角色功能资源与权限设计,以及RBAC模型的上层属性策略设计。

平台中的多层次角色设计如图7所示。课程团队在经典的RBAC模型上引入属性策略设计,用以实现角色访问控制之上的复杂属性限制。例如,针对不同用户的课程查看、管理权限、课程资源使用、登录时间、登录地址以及课程选择的前置条件等方面进行限制。根据不同的属性限制,同一层级的用户或角色在本科生教学课程管理平台中将拥有不同的数据访问范围。

完成访问控制设计后,开展基于A-RBAC的访问控制编程工作,最终完成平台搭建。搭建时,不仅要遵循所设计的A-RBAC模型,还需考虑预留部分功能点和访问控制点,将其设计为实验课的学生编程内容。

3.2.2 平台的A-RBAC访问控制编程

A-RBAC访问控制编程需要依次进行RBAC的基础模型搭建与关联、基于RBAC的属性策略添加、平台初始化及授权3个步骤。

RBAC的基础模型搭建与关联是平台的核心部分,具体步骤如图8所示。首先,使用Python Flask架构中的Flask Security库提供的角色、用户基类及权限字段,构建

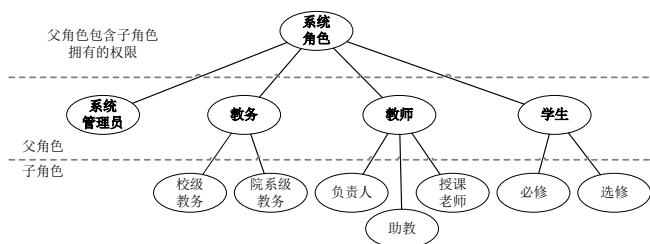


Fig. 7 Multi-level role design for a RBAC-based undergraduate teaching course management platform

图7 基于RBAC的“本科生教学课程管理平台”多层次角色设计

安全性较高的用户模型、角色模型、课程模型等;其次,实现用户、分配、角色-权限-功能的关联;最后,实现业务功能函数的角色授权^[18-20]。课程将在模型构建基础上着重讲述模型间的关系连接方法,带领学生深入理解用户、分配、角色-权限-功能的关联。

基于上述RBAC模型的实现,在此基础上构建ABAC模型,并通过加入自行编写的ABAC函数,实现复杂属性的动态访问控制。将ABAC置于RBAC模型之上能够降低系统完全采用ABAC模型的复杂度,也能在RBAC的基础上动态提升对复杂属性的访问控制能力。例如,“某门课程的上课学生、课程负责人、授课教师、助教、学院和校级教务、系统管理员,都具有课程内容的查看权限;但不属于

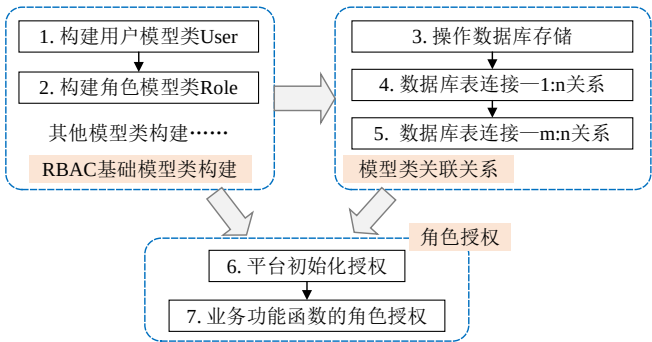


Fig. 8 Programming implementation steps centered on RBAC model
图8 以RBAC为核心的编程实现步骤

该课程授课范围的学生、老师无法查看课程内容”这一访问控制策略,需要在RBAC编程实现角色保护的基础上,再加入具体的属性策略编程保护。即某一课程的负责人、授课教师、助教、学生能看到此课程;学院教务能看到本学院的课程;校级教务、系统管理员能看到全校的课程。在实现A-RBAC编程时,需要将上述属性策略编写成member_in_course_read()函数,并作为判断条件加入采用RBAC编程保护的业务函数。具体的函数示例代码,如图9所示。

```
def member_in_course_can_read(self, course):
    # 检查当前用户是否是课程负责人、授课教师、助教
    leader_flag = course.leader and (course.leader.id == self.id)
    teacher_flag = course.teachers and (self in course.teachers)
    assistant_flag = course.assistants and (self in course.assistants)
    # 检查当前用户是否是教务或管理员,院系教务需对应到所在学院
    university_staff = self.has_role('校级教务') or self.has_role('系统管理员')
    college_staff = self.has_role('院系教务') \
        and (self.speciality_id == course.speciality_id)
    # 检查当前用户是否是学生,学生需对应到课程
    rstu_flag = course.required_students and (self in course.required_students)
    estu_flag = course.elective_students and (self in course.elective_students)

    return (leader_flag or teacher_flag or assistant_flag or rstu_flag or
            estu_flag or university_staff or college_staff)
```

Fig. 9 Some program code for attribute policies
图9 属性策略的部分程序代码截图

在本科生教学课程管理平台上,通过使用member_in_course_read()函数,可以实现对用户课程内容查看操作的细粒度访问控制。以教师用户为例,每位教师只能在本科生教学课程管理平台查看其教授的课程,对应系统界面如图10所示。

完成上述A-RBAC编程后,采用虚拟数据对本科生教学课程管理平台进行初始化。例如,平台在初始化过程中模拟创建真实应用中的教师二级角色数据,如图11所示。课程团队采用预定义的角色字典初始化角色模型,再将虚拟的用户数据、课程数据及角色权限导入平台。学生可在平台Web页面验证平台的初始化效果。这一部分代码的加入和展示,可供学生实际观察平台的初始化角色生成以及用户授权过程,进一步通过实例学习抽象的A-RBAC模型,理解本科生教学课程管理平台的安全机制。



Fig. 10 The course management system interface from the perspective of the 'teacher'

图10 “授课教师”视角的课程管理系统界面

```
role_dict2 = {
    '负责人': {
        'description': '课程的创建者或主讲教师,具有此门课程的所有访问控制权限',
        'permissions': ['COURSE_MANAGE', 'COURSE_RESOURCE_MANAGE'],
        'parent': '教师'
    },
    '授课老师': {
        'description': '课程的讲课老师,具有此门课程的部分访问控制权限',
        'permissions': ['COURSE_READ', 'COURSE_RESOURCE_READ',
            'COURSE_RESOURCE_UPDATE', 'COURSE_RESOURCE_MODIFY'],
        'parent': '教师'
    },
    '助教': {
        'description': '助教,具有此门课程的部分访问控制权限',
        'permissions': ['COURSE_READ', 'COURSE_RESOURCE_READ',
            'COURSE_RESOURCE_UPDATE', 'COURSE_RESOURCE_MODIFY'],
        'parent': '教师'
    }
}
```

Fig. 11 Initial data of the teacher role on the undergraduate teaching course management platform

图11 本科生教学课程管理平台中教师角色的初始化数据

4 平台在教学改革中的应用与实践

课程团队通过设计和构建实践教学平台,实现了Python安全编程课程的实践教学改革。在进行理论授课时,课程团队始终贯彻“理论引领实践,案例指导实践”的建设目标。首先,以层层递进的方式讲授领域理论知识;其次,以课程的中小型实验子平台为例,剖析如何将理论知识应用于项目实践中的Python编程方法。

以“面向应用的授权与访问控制”章节的教学为例,课程团队进行了如图12所示的主要教学改革,并开发了配套的本科生教学课程管理平台。此章节的理论课堂教学共4学时,通过教师的引导式讲授,以本科生教学课程管理平台案例深入剖析“面向应用的授权与访问控制”章节中经典访问控制模型的工作原理、面向应用的A-RBAC的安全机制,并借助平台讲授面向应用的A-RBAC设计与编程实例。其中,课堂教学的前2个学时讲授访问控制模型的基础知识以及A-RBAC在应用中的设计,为一次完整授课;课堂教学的后2个学时讲授面向应用的A-RBAC编程技术。

依据上述方式改革后,每次理论课配套的实验教学设

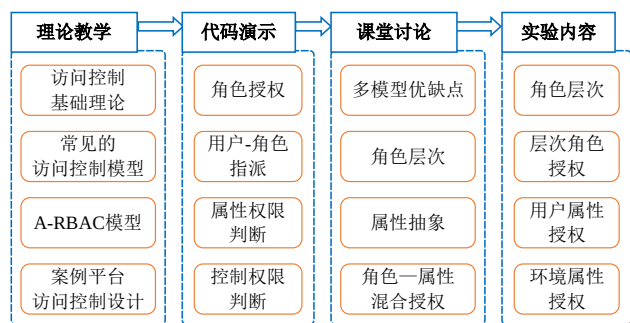


Fig. 12 Teaching method reform taking undergraduate course management platform as an example

图 12 以本科生教学课程管理平台为例的教学方式改革

置为 4 学时。在实验课中,教师提供本科生教学课程管理平台的源代码,提示同学们在计算机上安装运行实践教学平台。以此为基础,根据学生人数划分教学小组,分组探讨并完成本科生教学课程管理平台中的课程资源管理、用户管理的 A-RBAC 访问控制设计与实现。实验过程中,教师先组织学生进行集中讨论,理清设计思路;随后学生在平台上完成编程任务,各自编写负责的代码部分后,再以小组形式统一调试运行。

此外,在理论授课结束后加入自主理解平台环节,鼓励学生访问本科生教学课程管理平台,进一步理解课堂授课的理论和编程知识。学生可通过模拟的学生、教师及管理员账号登陆平台,对应课堂理论知识点试用平台相应功能,体验不同角色在使用系统时的功能权限限制,感受属性访问控制策略在这个过程中起到的作用。课程也鼓励学生自主查找平台,用于实现系统访问控制的代码模块,在项目源代码文件中找出并理解本科生教学课程管理平台中的 A-RBAC 模型、核心业务的 RBAC 访问控制以及上层 ABAC 的规则构建和嵌入。针对普遍性的理解薄弱问题,授课教师可安排在后续课程中进行二次讲解;针对少部分同学对个别知识点无法理解的问题,则应做好单独沟通交流和个性化辅导的工作。

上述实践教学模式可总结为“阅读代码(Read)—实验(Experiment)—分析(Analysis)—讨论(Discussion)”的 READ 实践教学模式。首先,学生通过阅读(Read)平台代码,再次理解平台的工作原理和模型实现方法;其次,在实验(Experiment)阶段,学生通过修改和编写代码来验证自己的理解,探索代码在平台中的功能和性能;再次,学生还要在实验过程中加入分析(Analysis)和讨论(Discussion),对实验过程中遇到的问题和实现结果进行深入分析、分组讨论,分享各自的发现和思考,并探讨不同解决方案的优劣。通过这种实践教学模式,学生不仅能够掌握编程技能,还能够培养创新能力和沟通协作能力。

5 结语

Python 安全编程课程是一门重点培养学生安全编程

能力的专业技术课,是网络空间安全新学科的主干课程。课程团队改革了课程总体架构,精心设计并构建了由 20 多个编程案例、平台程序以及对应实验报告组成的 Python 安全编程实践教学平台。平台通过选取关键的实例素材来构建实验。例如,本文重点阐述了将访问控制的知识点与实际编程紧密结合的方法,并以本科生教学课程管理平台的开发作为模拟实际应用的案例。在实践教学平台,学生可针对其中的实际案例进行问题分析、方案设计、编程开发及调试等实践操作,提升编程实践的核心能力。

改革后的课程受到了专家和广大师生的好评,上课人数由改革前的 29 人增加至 56 人,学生教学评价为优秀。此外,依托该课程中的实际教学知识点申报的教学案例获得了 2024 年计算机教育大会网络空间安全赛道三等奖。课程团队正在教学过程中持续收集学生反馈意见,不断改进实践教学平台中的实验,加入更多学生熟悉的实验样例,并进一步将课程推广至线上。

参考文献:

- [1] State Council. Overall plan for advancing the construction of world-class universities and first-class disciplines [EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/moe_1777/moe_1778/201511/t20151105_217823.html. 国务院. 统筹推进世界一流大学和一流学科建设总体方案[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/moe_1777/moe_1778/201511/t20151105_217823.html.
- [2] ZHOU G L, WU J X. What is the world-class discipline [J]. China Higher Education Research, 2016(1): 65-73. 周光礼,武建鑫. 什么是世界一流学科[J]. 中国高教研究, 2016(1): 65-73.
- [3] ZHANG S Y. "Python programming" curriculum teaching reform and practice [J]. Industry and Information Technology Education, 2019 (6): 57-60. 张思扬. "Python 程序设计"课程教学改革与实践[J]. 工业和信息化教育, 2019(6): 57-60.
- [4] YAN S H, WANG X W, LI Z J. Research on the reform of blended teaching of python courses in vocational colleges under the background of "Internet +" [J]. Journal of Hebei Software Institute, 2020, 22(2): 50-53. 闫绍惠,王新文,李战军. "互联网+"背景下高职院校Python课程混合式教学改革研究[J]. 河北软件职业技术学院学报, 2020, 22(2): 50-53.
- [5] ZHANG H C, SHEN W, ZHOU W D. "Python programming" course teaching-exploration of interest-oriented teaching methods [J]. Higher Education Journal, 2020(36): 13-16, 21. 张涵翠,沈炜,周维达.《Python 程序设计》课程教学——兴趣型教学方式探索[J]. 高教学刊, 2020(36): 13-16, 21.
- [6] WANG Y P. Teaching reform practice of "Python programming" course from the perspective of computational thinking training [J]. Computer Knowledge and Technology, 2018, 14(2): 99-100, 102. 王亚萍. 计算思维培养视域下《Python 程序设计》课程的教学改革实践[J]. 电脑知识与技术, 2018, 14(2): 99-100, 102.

- [7] WANG D Z, LIANG J Y. Research on building a computer curriculum system facing "new engineering" based on Python [J]. Industry and Information Technology Education, 2020(5): 29-33.
王德志,梁俊艳. 基于Python构建面向“新工科”的计算机课程体系研究[J]. 工业和信息化教育, 2020(5): 29-33.
- [8] GAO Z R. Exploration of teaching mode of "big data analysis and application" course based on Python [J]. Computer Era, 2019(11): 83-86.
高志荣. 基于Python的“大数据分析与应用”课程教学模式探索[J]. 计算机时代, 2019(11): 83-86.
- [9] LI W T, ZHANG Y X. A brief discussion on the development direction of network security talent training in colleges and universities [J]. Industrial Information Security, 2022(1): 89-94.
李文婷,张誉馨. 浅谈高校网络安全人才培养发展方向[J]. 工业信息安全, 2022(1): 89-94.
- [10] WANG K, ZHANG Z Y, CHEN F, et al. Exploration of integrating ideological and political elements in the "material mechanics performance" course [J]. China Science and Technology Journal Database Research, 2023(2): 138-141.
王奎,张振亚,陈飞,等.《材料力学性能》课程中融入思政元素的探究[J]. 中国科技期刊数据库科研, 2023(2): 138-141.
- [11] CAO Y Q. Experimental simulation design and implementation of access control list technology [J]. Modern Computers, 2021(4): 111-116.
曹园青. 访问控制列表技术的实验仿真设计与实现[J]. 现代计算机, 2021(4): 111-116.
- [12] LI F H, WANG Y C, YIN L H, et al. Research on access control model for cyberspace [J]. Journal of Communications, 2016, 37(5): 9-20.
李凤华,王彦超,殷丽华,等. 面向网络空间的访问控制模型[J]. 通信学报, 2016, 37(5): 9-20.
- [13] LIU B, JI J. Research on user behavior and ac policy in cloud platform [M]. Chengdu: Sichuan University Press, 2018.
刘波,纪娟. 云平台中用户行为与访问控制策略研究[M]. 成都:四川大学出版社, 2018.
- [14] TAN X. New generation of identity and access control management: new security boundary [M]. Beijing: Peking University Press, 2022.
谭翔. 新一代身份和访问控制管理: 新的安全边界[M]. 北京: 北京大学出版社, 2022.
- [15] MA J L, GUO Y Z. Research on user behavior trust assessment and access control strategy in cloud computing [J]. Computer Applications and Research, 2020, 37(S2): 260-262.
马佳乐,郭银章. 云计算用户行为信任评估与访问控制策略研究[J]. 计算机应用研究, 2020, 37(S2): 260-262.
- [16] ZHU T Y, LI F H, CHENG L, et al. Research on cross-domain access control technology [J]. Journal of Network and Information Security, 2021, 7(1): 20-27.
诸天逸,李凤华,成林,等. 跨域访问控制技术研究[J]. 网络与信息安全学报, 2021, 7(1): 20-27.
- [17] GAO Z S, CAO L F, DU X H. Research progress on access control technology based on blockchain [J]. Journal of Network and Information Security, 2021, 7(6): 68-87.
高振升,曹利峰,杜学绘. 基于区块链的访问控制技术研究进展[J]. 网络与信息安全学报, 2021, 7(6): 68-87.
- [18] HU V C, FERRAILOLO D F, CHANDRAMOULI R, et al. Attribute-based access control [M]. Norwood, MA: Artech House, 2017.
- [19] KE J H, HUANG J R, DU L, et al. Research on single sign-on technology of unified identity authentication platform in colleges and universities [J]. Automation and Information Engineering, 2023, 44(6): 60-63.
柯家海,黄劲荣,杜岭,等. 高校统一身份认证平台的单点登录技术探究[J]. 自动化与信息工程, 2023, 44(6): 60-63.
- [20] The official Chinese website of flask [EB/OL]. <https://flask.github.net.cn/>.
Flask 中文官方网站 [EB/OL]. <https://flask.github.net.cn/>.

(责任编辑:陈维捷)