

# Construction and Reform of Computer Network Course for Software Engineering Major Combining Theory with Practice Against the Background of Emerging Engineering

Liu Yixian<sup>1,2,a\*</sup>, Li Xin<sup>1,2,b</sup> and Cheng Wei<sup>1,2,c</sup>

<sup>1</sup>Software College, Northeastern University, Shenyang, Liaoning, China

<sup>1</sup> National Experimental Teaching Demonstrating Center for Software Engineering, Northeastern University, Shenyang, Liaoning, China

<sup>a</sup>liuyx@swc.neu.edu.cn, <sup>b</sup>lix@swc.neu.edu.cn, <sup>c</sup>chengw@swc.neu.edu.cn

**Keywords:** Emerging Engineering, Computer Networks, Practices.

**Abstract.** This paper analyzes the existing problems of the computer network course of software engineering, analyzes the existing problems in the existing curriculum, and puts forward the computer network course construction and reform plan combining the theory and practice of software engineering with the new engineering education concept. In the course of curriculum content, practice link setting, curriculum form, curriculum assessment and other aspects of all-round construction and reform, and based on this, to provide experience for software engineering innovative talent training in the context of new engineering.

## 新工科背景下理论与实践相结合的软件工程专业《计算机网络》课程建设与改革

刘益先<sup>1,2,a\*</sup>,李昕<sup>1,2,b</sup>,程维<sup>1,2,c</sup>

<sup>1</sup>东北大学 软件学院 沈阳 辽宁 中国

<sup>2</sup>东北大学 国家级软件工程实验教学示范中心 沈阳 辽宁 中国

<sup>a</sup>liuyx@swc.neu.edu.cn, <sup>b</sup>lix@swc.neu.edu.cn, <sup>c</sup>chengw@swc.neu.edu.cn

**关键词:** 新工科; 计算机网络; 实践

**中文摘要.** 本文针对软件工程专业计算机网络课程的现状, 分析现有课程中存在的问题, 结合新工科教育理念提出了软件工程专业理论与实践相结合的计算机网络课程建设与改革方案。在课程内容、实践环节设置、课程形式、课程考核等多方面进行全方位的建设与改革, 并以此为基础, 为新工科背景下软件工程创新型人才培养提供经验。

### 1. 引言

2012年, “互联网+”的概念被第一次提出, 自此, 互联网+现代服务业、互联网+行业/新业态/新模式、互联网+社会服务+SoLoMo等新兴业态如雨后春笋般出现。2015年, 国家提出“中国制造2025”战略, 网络化制造+智能化制造、服务型制造+现代物流、机器人+工业物联网+务联网等概念又被进一步提出。“新工科”便是在这样的背景下提出的。所谓新工科, 便是上述刚出现或将要形成的新兴工程学科或领域。而新工科教育, 便是以新理念、新模式培养具有可持续竞争力的创新型卓越工程人才, 提高学生的可持续竞争力<sup>[1,2]</sup>。

计算机网络是计算机相关专业的核心课程。这门课程的目的和任务是通过本课程的学习，使学生掌握网络及有关基本概念，网络体系结构及常见网络协议原理与内容。掌握计算机网络的ISO/OSI七层模型和TCP/IP协议簇五层模型。掌握物理层、数据链路层、网络层、传输层和应用层上的相关协议和其工作原理。理解Internet的工作原理，能够进行简单的组网和简单的网络配置，能够使用网络工具对工作中遇到的网络问题进行判断、分析，并给出适当的解决方案。了解常用的网络设备的名称、工作原理及使用方法，能根据用户的要求构建实际网络。理解网络应用程序的工作原理，掌握网络应用程序开发的基本技术，能够使用Java等程序设计语言编写基于Socket的网络应用程序，并能够进行单机和远程的测试与调试。<sup>[3]</sup>

## 2. 新工科人才培养的特点

新工科背景下对人才的培养主要有以下几个特点<sup>[1]</sup>：

**新理念：**即面向战略新兴产业与引领性行业需求培养人才，多专业学科交叉与融合性创新，符合新工科特征与规律。**新知识：**在课程知识体系方面，战略新兴产业相关工科专业的新技术、新知识进行学科交叉，信息技术与各专业的融合，建立新工科课程体系。**新机会：**学生具有更多的选专业/选课机会、学习名师/名课机会，创新创业实践、到名企实习机会，跨校交流、国际交流与到名校深造机会，高质量就业与高起点职业发展机会。**新特征：**新工科背景下的人才应该具有信息化、网络化、智能化，交叉化、创新性、认知型，国际化、多元化，实践性、广普性等新特性。**新模式：**在培养模式上，应该一改原有的传统课堂讲授模式，将课程学习与项目学习、创新实践教学，企业实习、卓越工程师培养计划，探究式与小班研讨式学习等方式相结合，推行MOOC/SPOC+翻转课堂的教学模式，增强国际化培养与跨国交换学习。**新人才：**在人才模式上，要培养新工科背景下的科技人才与研发人才，新兴产业人才和认知型人才。在原有I型人才的基础上、加强对T型创新人才和π型人才的培养，力争培养出更多的交叉复合型人才，国际竞争人才和可持续竞争人才。

## 3. 计算机网络课程现状

东北大学软件学院软件工程专业现行的计算机网络课程主要包括三个组成部分：

**理论课，**以课堂讲授为主，讲授计算机网络相关的知识点，侧重于知识的传授。在内容上，重点讲授计算机网络的基本知识和TCP/IP协议的主要内容。由于学时的限制，很难对所有知识点做到细致讲解。

**实验课，**实验课的学时较少，共8学时，在实验室完成。主要训练学生的基本组网能力和基本网络命令的使用。由于实验课学时较少，所以无法进行系统性的实验项目。

**实践课，**与计算机网络理论课配套，设置网络应用程序设计实践课程，共32学时，其目的是为了让学生加深理解计算机网络的工作方式，让学生在熟悉Eclipse开发环境的基础上，使学生掌握Java网络编程、多线程编程，能够熟练掌握面向对象的方法，使用Java的编码规则，能够利用所学的计算机网络知识和Java编程语言知识根据需求进行程序设计，独立完成程序设计，培养学生理论联系实际的能力。

从考核方式上看，现行课程对理论课的考核以期末考试为主，辅以平时测验。期末考试能系统考查学生对各重要知识点的记忆与理解，平时测验能够较好地对学生进行动态监控。对于实验课内容，由于实验学时本身有限，没有形式化的考核方式。对于实践课程，我们主要采用项目答辩验收的方式进行考查。

从上述课程设置我们可以看到，现行安排主要存在以下问题：理论课课时有限，无法全面细致讲解所有内容。对于一些较深较难的知识点，由于没有足够的时间讲解案例，致使学生在对问题的理解上不够深入。实验课学时较短，实验内容比较零散，不具有系统性。实践

课的项目比较传统，缺乏实际项目背景。从考试方式上看，平时测验占用了部分理论课学时，期末考试主要侧重对知识点的考查，而对学生的能力达成度没有进行全面的评价。

#### 4. 改革内容与方法

针对现行计算机网络课程存在的问题，结合新工科教育的背景，我们进行了新工科背景下理论与实践相结合的软件工程专业《计算机网络》课程的建设与改革。在改革的过程中，我们着重加强了对实践课程的全方位改革。我们的改革主要从以下几个方面进行：

##### (1) 教学内容的改革

在理论课教学中，我们对课程知识点进行进一步的梳理，结合课程体系和培养计划的调整，在计算机网络课程中重新安排原本在通信概论课程中涉及的关于物理层通信的内容。在TCP/IP各层的技术中，摒弃了一些过时的技术，引入新技术，使得课程内容能够与时俱进。

##### (2) 理论与实践相结合

在课程安排上，由于原有的实验课学时过短，内容比较简单，不便于学生综合能力的培养，所以在改革中，我们取消了原有的实验课，将实验学时并入理论学时，使理论课由原来的40学时增加为48学时。同时，我们将原实验课内容有机整合到实践课中，使得改革后的课程称为理论与实践相结合的整体。

##### (3) 实践教学的更新与调整

在实践教学的设置上，我们引入东软集团睿道教育与我们进行合作，在原有实践要求的基础上，结合实验课和理论课学时的调整，对实践大纲、实践内容、实践指导方式和实践评价等方面进行了全方位的调整。课程内容的调整。

**课程内容的调整。**我们以原有课程内容为基础，与企业共同商讨，针对网络应用程序设计的基本理论和当今主流技术，对课程内容进行了调整。原有内容中第一部分主要是对理论内容的重现，与网络应用程序设计关系不密切；第三部分技术理解起来比较抽象，难度较大，且该技术已经过时，所以我们去除了原有内容中的这两部分，对于HTTP服务器和客户端的实现进行了保留。另外，为了使学生理解更多的应用层协议，我们增加了FTP客户端和服务器的设计以及基于Socket的即时聊天工具的设计与实现的内容。结合实践内容的调整，我们重新编写了实践指导书。在新版实践指导书中，我们除了按照以往要求对每个实践任务的目的、内容、方法、过程、成果等进行详细描述外，在开头部分我们增加了对基于Socket的网络应用程序设计基本技术和框架的介绍，使得学生在开始动手之前，对整个实践过程中所需要的方法、技术有一个宏观上的掌握。

**课程形式的优化。**在课程指导形式上，我们首次尝试让企业教师直接参与实践课的指导全过程。在实践过程中，学院教师主要负责对实践课宏观层面的掌控，企业教师则侧重对技术细节的指导。在学时安排上，在实践课开始的两个学时，由学院教师向学生宣布实践课的规则、总体内容和时间安排，以及成绩评定等要求。然后由企业教师对本实践课程中所需要的基于Socket的网络通信程序设计技术进行串讲。然后每个实践项目安排8-10学时的时间。在每个项目开始的一个学时，在由企业教师对该项目的开发流程和框架进行说明和演示，使得学生在后续实践过程中更加有章可循。在所有项目结束后，我们安排4学时左右进行答辩验收。

**成果物。**与以往实践课程只要求最后提交程序源代码和实践报告不同，本次改革我们对成果物的要求也有了一定的变化。我们要求学生按照学时计划分阶段提交成果物。在每个项目应该完成的时间点，我们要求学生提交该项目的程序源代码和程序运行过程屏幕录像。分阶段提交是为了防止学生在实践课程最后阶段不择手段地突击完成任务，以便真实地反映学生的实践过程和实践能力。提交程序运行过程屏幕录像有利于教师在对学生的代码进行评价时还原程序的运行过程，避免因平台或开发环境不兼容等问题而导致学生提交的代码无法运行而无法进行真实客观的成绩评定。整个程序实践过程完成后，要求学生提交实践报告的电子版和打印版，同时提交答辩PPT。上述成果物的提交有利于教师对学生成绩的真实评定。

**课程考核评价机制的调整。**在考核评价方法上，我们主要从考核形式和成绩组成这两个方面进行了调整。首先我们将原有的最终一次验收考核形式改变为平时走查+分阶段验收+最终答辩的分阶段全方位考核。在实践的过程中，我们借鉴企业项目开发经验，以企业教师为主对学生的开发过程进行随时监控。在每个项目结束的时间点，我们会组织一次分阶段验收，该验收以学生自愿报名+指导教师抽查的形式进行，主要目的在于发现优秀学生的闪光点，同时也对落后的学生起到一定的督促作用。在整个实践过程的最后，我们安排总结答辩验收。要求所有学生提前做好PPT，每个人在5分钟左右的时间内对自己整个的实践过程进行答辩。为了使对学生的评价更加客观准确，我们在考核时采用指导教师共同参与或交叉考核的方式完成对学生的评价。经过上述全程监控，再参考学生最后提交的源代码、屏幕录像和实践报告等有形成果，便可完成对学生的整体评价。

**对学生创新性的要求。**在“大众创业、万众创新”的大背景下，本次课程改革着重增强了对学生创新性的要求。一方面在实践内容上，我们选取与以往实践课完全不同的项目作为题目，使学生“无旧可寻”。同时对于每个项目，我们设置优先级不同的任务目标，高优先级任务为基本任务，要求所有学生必须完成，低优先级任务供学有余力的学生完成。另外，在三个基本项目的基础上，我们设置一个难度稍大的选做项目，供学生创新提高之用。另一方面，设置10%的创新加分项，用以鼓励学生的创新。

#### (4) 考核方式的改革

在考核方式上，由于MOOC和SPOC的引入，我们将原有的以期末考试为中心的考核逐步转变成全程考核。在MOOC平台上设置客观题进行平时测验，在课堂上对一些重点难点内容进行讨论、答辩，在期末笔试中以考查综合性题目。在考核内容的设置上，在原有按照知识点设置考题的基础上，注重对学生能力达成度的考核，使得学生在知识和能力两方面得到均衡提高。

## 5. 改革效果与结论

通过本学期的课程实施，充分突显出了本次改革的目标，作为新课程评价体系的特点，总体上达到了改革的目的。学生通过实践课程的学习，理论知识得到了进一步的强化，实践动手能力得到了显著提高，创新性得到了有效的激发。从课程结果看，学生的综合成绩稳中有升，学生能力达成度比往年大幅提高。从学生的反馈来看，本次改革取得了较好的效果。

## References

- [1] Xiaofei Xu, Xiaohua Ding. Exploration on the Reform of New Engineering Talents Training Model for Sustainable Competitiveness [J]. China University Teaching, 2017(6):6-10.
- [2] Hui Chen, Min Chen. Thinking and Exploration on Training New Engineering Talents in Comprehensive Universities [J]. Research in Higher Education of Engineering, 2017(2):19-23,47.
- [3] Yongping Huang. Discussion on the Teaching Method of "Computer Network" Course in Software Engineering [J]. Computer Era, 2014(8):58-59,62.
- [4] Xiaoming Zhang, Ming Chen, etc. Computer Network Practice Teaching System and Ability Cultivation [J]. Research and Exploration in Laboratory, 2013(10): 401-404, 411.
- [5] Meirong Ding. Computer Network Practice Teaching Based on Comprehensive Design Experiment Project [J]. Research and Exploration in Laboratory, 2009(5): 118-120+130.