

计算机网络课程教学的思考与创新^{*}

陈 鸣, 胡谷雨, 周 雷, 史衍华
(解放军理工大学 指挥自动化学院, 南京 210007)

[摘 要] 为了解决目前计算机网络课程教学针对性不强的问题, 本文提出了对网络教学内容进行分类以更好地满足不同专业教学需求的观点。探讨了网络实验的基本功能, 将网络实验分为原理验证型、实践应用型和探索研究型。分析了目前流行的网络实验几种模式及其特点, 提出了新型的“分类模式”。最后, 介绍了采用“分类模式”进行网络实验的成功案例。

[关键词] 计算机网络; 实验; 功能; 分类模式

[中图分类号] G642.3 [文献标识码] A [文章编号] 1672-8874(2008)02-0066-03

Thinking and Innovation of the Course Teaching on Computer Networking

CHEN Ming, HU Gu-yu, ZHOU Lei, SHI Yan-hua

(Institute of Command Automation, PLA Univ. of Sci. & Tech., Nanjing 21007, China)

Abstract In order to solve the problem for the objective of the course teaching on computer networking not being obvious currently, the viewpoint that the teaching contents of computer networking should be classified to satisfy teaching needs of different specialties better is put forward. The fundamental functions of network experiments are explored and network experiments are classified as the principle validating type, practical application type and research type. Several network experiment methods that are prevalent at present and their characteristics are analyzed, so that a novel method called“ sorting method” is proposed. Finally, a successful case that adapts the“ sorting method” of network experiments is introduced.

Key words: Computer networking; experiment; function; sorting method

我国计算机网络教学是从引进研读 Andrew S Tanenbaum 的《计算机网络》教材起步的。25 年来, 各种优秀的网络教材不断推出,^[1] 计算机网络课程从只有少数人学习变为多数人学习, 学习对象从研究生变为本科生, 培训专业从通信和计算机专业变为 IT 相关的专业。越来越多的大专生、本科生和研究生学习该课程知识, 应用网络技能面对职业甚至生活基本技能的挑战, 或就业于相关领域。在另一方面, 计算机网络课程紧随时代脉搏跳动而不断演进, 其内涵不断扩大, 学习的本科专业越来越多, 就业需求越来越具体, 而各个学校的网络设施和学时安排差距也越来越大。然而, 计算机网络教学特别是网络实验教学却没有取得应有的进展。

与此同时, 计算机网络课程具有的实践性、应用性、复杂性等特点愈发凸现, 是一门公认较难学好的课程。究其原因,^[2] 首先是计算机网络本身就是通信与计算机交叉的学科, 它要求学生具有较宽广和深入的知识结构与基础。其次是计算机网络领域发展速度极快, 因此相关知识和教

学内容更新速度也很快。通过选用国内外优秀教材, 不断改革教学方法和教师的不懈努力也能够部分应对。第三是网络实验教学目前尚处于探索阶段, 国内外高校在教学思路、教材选择、实验设备配备等方面仍是仁者见仁、智者见智。

事实上, 要想解决好计算机网络实验问题, 其根本途径在于我们需要根据新情况研究解决新问题, 创新理念, 明确网络实验目的, 回答“计算机网络实验的基本功能是什么?” 进而思考并解决“用什么方法实现上述目的? 是否有更好的途径实现这些目的?”

一、网络实验的基本功能与分类

“英国唯物主义和整个现代实验科学的真正始祖(马克思语)”英国人培根认为, 从各种事实表现中求得假说的方法, 可以应用到假说本身, 以求得具有更大概括性的公设。但在每一阶段对假说、公理和理论都必须作实验的考

* [收稿日期] 2008-02-02

[作者简介] 陈鸣(1956-), 男, 江苏无锡人, 解放军理工大学教授, 博士, 博士生导师。

查, 并且适当地用来解决人类的一些问题。我国古代人也说过, “不闻不若闻之, 闻之不若见之, 见之不若知之, 知之不若行之”。为了深入理解基本原理, 培养实践能力和促进创新思维, 开设实验课的重要性毋庸置疑, 对于实践性、应用性、复杂性强的计算机网络课程更是如此。

我们认为原有的计算机网络教学内容过于宽泛, 针对性不强。我们往往希望通过一门课程的学习, 既搞清楚复杂的网络原理, 又学会网络编程, 同时还训练各种网络应用技能。这种不切实际的愿望, 往往使得学生在有限的时间内囫圇吞枣, 网络原理没有完全搞清, 网络编程只会皮毛, 网络应用一知半解。在另一方面, 有些专业只需要对计算机网络有一般性了解即可, 而有些专业则需要深入掌握网络的各个方面。因此, 我们应当对计算机网络的内容进行归纳分类, 再根据其不同专业的需求安排有针对性的学习。我们根据教学特点规律, 将计算机网络内容归纳分类为以下6个部分: 计算机网络原理、互联网应用与维护、网络应用编程、网络安全、网络工程设计和网络管理。

对于不同专业, 计算机网络教学应当包括不同教学内容。例如, 对通信工程专业, 需要学习“计算机网络原理”和“网络安全”等内容; 对计算机专业, 需要学习“计算机网络原理”、“网络应用编程”和“网络安全”等内容; 而对网络工程专业, 学习内容则扩展为“计算机网络原理”、“互联网应用与维护”、“网络应用编程”、“网络安全”、“网络工程设计”和“网络管理”等课程内容。与之相对应, 网络实验内容对不同专业也应当有所不同。

我们认为, 网络实验应当具有三个基本功能: 一是帮助理解复杂的网络原理, 二是提高使用网络的技能, 三是培养创新能力。为此我们将计算机网络实验分为三种类型: 第一类是原理验证型实验, 第二类是实践应用型实验, 第三类是探索研究型实验。

原理验证型实验的主要目的是, 帮助学生理解复杂的计算机网络工作原理。该实验通常在基本的网络环境中进行, 可能需要借助于PC和网络基本设备等硬件设备, 加上协议分析仪和流量发生器等(共享)软件。该实验也可以在仿真软件实验环境下进行, 学生通过输入各种初始条件, 可以观察到不同的网络运行结果。因为如果在实际网络环境中再现某些网络原理的话, 则可能代价极高、时间很长且效果不理想。例如在以太网上再现CSMA/CD协议中的分组碰撞过程, 就可能需要购置昂贵的仪器并经过很长的时间才能观察到该现象。在这方面, “计算机网络—自顶向下方法”一书的作者们提供的仿真实验示例很好地诠释了这种方法在原理验证性实验中的良好效果。^[3]

实践应用型实验的主要目的是帮助学生提高计算机网络应用和维护的技能, 为服务社会做好准备, 同时有助于他们深入理解网络原理。这类实验最好在真实网络环境下由学生实际操作完成, 如设计并安装局域网, 配置交换机和路由器等网络设备; 配置、应用和维护各种应用服务器, 如DNS服务器、Web服务器、电子邮件服务器、媒体服务器等。显然这类实验需要有网络设备和服务器的硬件基础。

探索性实验主要用于发现网络新知识、验证协议或某种猜想等, 这一般是专家们或研究生们所从事的工作。这类实验往往需要前两类实验提供经验和技能的积累作为

基础, 既能够通过搭建试验网, 也可采用类似于NS2这样的网络仿真器进行。严格说来, 实验通常是指设计用于检验一个理论或证实一种假设而进行的一系列操作或活动, 而试验通常是指为了解某物的性能或某事的结果而进行的尝试性活动, 二者是有差别的。我们这里仅限于前两种实验, 因此不加区别地使用这两个词。

二、网络实验的基本方法及分析

纵观目前计算机网络实验教学情况, 网络实验的基本方法通常有以下几种模式:

(一) 认证网络工程师模式

这是一种目前概念上最为流行, 也是得到网络设备厂商大力推广的模式。按这种模式, 学校往往需要投巨资购买大批的网络设备建设高水平的网络实验室, 这样学生们就有可能得到类似于厂商认证网络工程师的高强度、高水平的专业训练, 这对训练高水平网络工程师极为有用。

但这种模式对于高校而言, 可能存在如下问题。首先是能否符合专业课程设置的问题。高校培养人才的目标是通用型、基础扎实、面向未来的人才, 而不是仅仅是符合某个厂商认证的工程师。如果在完成50学时“计算机网络原理”课程后, 还要接受大量学时的网络设备训练的话, 这些学时从何而来, 且有偏离原专业方向之嫌。二是高额经费和时间投入, 换来的只能是设置某些型号的交换机/路由器和设计网络的深入训练, 而疏漏了对更多的网络原理和技能方面训练。一旦这些知识在毕业后短期用不上, 损失就更大了。三是巨大的实验准备工作量使任课老师不堪重负, 哪怕学生做一个小实验, 也需要多名教师事先准备几天(这些工作量可能还得不到教务部门应有的认可)。

(二) 软件编程模式

这是一种目前国内高校中采用最多的实验模式。这种模式的优点是网络实验门槛低, 在高校的大部分联网机房中都可以直接开展这种实验。采用软件编程方法重现网络运行过程, 有助于加深对网络工作原理的理解, 同时也训练了学生们基于网络开发程序的能力, 这对于某些专业是非常有好处的。

软件编程模式也存在致命弱点: 教学进度与教学质量难以控制。由于软件编程方法的效果取决于学生的编程能力, 这就与他们在前面几年训练水平相关。对有些编程能力强的学生, 效果可能相当好; 而对另一些编程能力较差的学生, 可能连软件调试编译还没有通过, 根本没有涉及网络实验的内容。既然这种模式的网络实验, 难以保证教学质量的一致性, 无法实现网络实验基本功能, 与现代教育理念不相容, 就应当考虑放弃。

(三) Ethereal 模式

这是美国Kurose等教授推荐的一种网络实验模式, 目前也为国外许多高校所使用。^[3] Ethereal是一种软件网络协议分析仪,^[4] 可供教育部门免费使用。借助于Ethereal, 使用桌面上的计算机在各种情况下运行网络应用程序, 可以观察网络协议的两个协议实体之间交换的报文序列, 进而钻研协议操作的细节, 使协议执行某些动作, 观察这些动作及其后果。这种模式显然对于深入理解网络原理极为有用

且投入很低。但是,它对服务于“提高使用网络的技能”的目的没有帮助。

综上所述,这几种模式通常在某些场合下或服务于特定目的时,具有各自优势。能否具有其他网络实验模式,既能够符合我们提出的网络实验三个基本功能,又符合高校教学规律,同时网络实验的性价比又好呢?

(四) 分类模式

这是由解放军理工大学指挥自动化学院首创并成功实践的网络实验模式。该模式具有以下特点:①所有网络实验分为原理验证型、实践应用型和探索研究型等三类;②根据特定的学习范围,综合选用最适合的实验类型;③强调“原理优先、实践为本”,合理投资网络硬件,尽可能用软件优化实验环境;④排除使用“软件编程模式”,网络编程问题应当在“网络应用编程”课程中得到解决。

三、网络实验的实践探索

从20世纪80年代后期开始,我们就仿照了国内外名校的做法,为研究生开设了基于“软件编程模式”网络实验。当20世纪90年代依据此模式为本科生开设网络实验时,发现了该模式不能保证教学质量一致性的突出弱点。此后,我们开始了深入探讨研究新的有效网络实验解决方案。为此,我们引入了“Ethereal模式”,发现了该模式仅对帮助理解计算机网络原理有效的特点;小规模引入“认证网络工程师模式”发现了它的适用性较窄和准备工作量大的限制。通过深入分析计算机网络技术自身发展的现状,深入探讨教学规律,梳理课程体系,我们提出了网络实验的“分类模式”。两年的本科网络实验的实践表明,学生们的网络实践能力得到很大提高,理论基础也得到夯实,训练成本较为经济,该模式的教学效果好并具有强大的生命力。

为了使实践“分类模式”的网络实验具有成效,应当抓住以下四个基本环节(简称“四个一”)。

一个指导思想。明确网络实验应当服务于“帮助理解复杂的网络原理”、“提高使用网络的技能”和“培养创新能力”这三个基本功能的指导思想。由于这是一个问题的三个不同方面,允许我们分别采用不同的方法更好地加以解决。

一本教材。一本好的实验教材是网络实验成功的一半,我们着力编写了一本反映最新网络实验理念的教材《计算机网络实验教程:从原理到实践》。

一个平台。我们自主设计实现了网络实验台。该网络实验台每4~6个人一组,配备1台路由器,3台交换机,4~6台双网卡PC和网线钳及测线仪等仪器。这种配置既考虑了满足各种类型网络实验的需要,又兼顾了贵重设备的使用率。利用这些网络设备和PC,该组成员能够进行设计的所有90个实验,综合性价比很高。由于双网卡PC也可以充当一台路由器,因此在这个平台上能够进行非常复杂的组网设计与实验。这些网络设备和PC通过配线箱进行连接,增强了网络设备各种连接配置的灵活性,减小了连线接口的故障率,同时也使学生们认识到按网络工程规范施工的好处。

一个系统。我们自主设计实现了基于Web的“网络实验支持系统”,该系统的优点在于“实验标准化,便于控制实验效果”;“考核客观化,便于检查实验结果”;“减轻工作量,便于进行实验准备”。其中“在线实验”功能,允许注册用户通过浏览器经校园网进行网络仿真实验,输入不同的初始参数,观察到网络(协议)不同的运行状况,大大扩展了网络实验的时间和空间。

四、小结

计算机网络是目前最具发展活力的领域之一,计算机网络及其实验的教学也应当进行创新,以跟上时代发展的需要。我们提出网络实验的基本功能的理念,并由此对网络实验进行分类,进而提出按“分类模式”进行网络实验的方法,就是对网络实验的一种创新尝试。希望我们的探索能够为兄弟院校的成功起到抛砖引玉的作用。

[参考文献]

- [1] 陈鸣. 网络教科书与“自顶向下”方法[N]. 上海: 光明日报, 2005-6-21.
- [2] 陈鸣. 计算机网络实验教程: 从原理到实践[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [3] J. Kurose and K. Ross(陈鸣译). 计算机网络—自顶向下方法与因特网特色[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [4] Ethereal, <http://www.ethereal.com/>.

(责任编辑: 阳仁宇)