

面向新文科建设的管理类专业计算机网络实验教学探索

——以RIP协议实验为例

吴海辉, 秦浩

安徽大学商学院, 安徽 合肥

收稿日期: 2023年2月3日; 录用日期: 2023年2月23日; 发布日期: 2023年3月10日

摘要

计算机网络课程的实验教学对于培养学生的网络实践能力与创新应用能力具有重要意义。分析管理类专业计算机网络实验教学存在的问题, 探讨如何利用网络模拟仿真软件进行计算机网络实验教学。以RIP协议实验为例, 阐述将Cisco Packet Tracer网络模拟器应用到计算机网络实验教学中, 建立网络仿真模型, 进行模拟实验, 并对实验结果进行验证和分析。网络模拟仿真可降低实验成本, 提高学生做实验的效率, 培养学生的创新性思维和探索精神。

关键词

计算机网络, 实验教学, 网络模拟仿真

Exploration on Computer Networks Experiment Teaching of Management Majors for the Construction of New Liberal Arts

—Taking RIP Experiment as an Example

Haihui Wu, Hao Qin

School of Business, Anhui University, Hefei Anhui

Received: Feb. 3rd, 2023; accepted: Feb. 23rd, 2023; published: Mar. 10th, 2023

Abstract

The experiment teaching of computer networks course is of great significance for cultivating stu-

dents' network practice ability and innovative application ability. This paper analyzed the problems existing in the experiment teaching of computer networks in management majors, and discussed how to use network simulation software for computer networks experiment teaching. Taking RIP experiment as an example, Cisco Packet Tracer network simulator is applied to computer networks experiment teaching, established network simulation model, conducted simulation experiment, and verified and analyzed the experiment result. Network simulation can reduce the cost of experiments, improve the efficiency of students' experiments, and cultivate students' innovative thinking and spirit of exploration.

Keywords

Computer Networks, Experiment Teaching, Network Simulation

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

新文科建设强调文理学科交叉融合, 把现代信息技术融入到传统文科教育课程中, 为学生提供综合性的跨学科学习, 达到知识扩展和创新思维的培养。近年来, 随着数字经济的迅猛发展, 我国各行业数字化转型加速, 人工智能、大数据和云计算发展倍增, “互联网+”行动深入, 对新文科建设背景下的管理类专业人才培养提出新的挑战[1] [2]。面向新文科建设的管理类专业应主动加强管理学科与理工科的学科交叉融合, 在专业人才培养方案中加强包括计算机网络在内的信息技术教育。目前国内很多高校管理类专业都开设有计算机网络课程, 例如安徽大学物流管理、电子商务等专业就将计算机网络设置为专业核心课程。

管理类专业计算机网络课程的教学目标应侧重于网络操作能力与创新应用能力的提高, 将计算机网络技术作为一种创新工具, 主要学会用它来解决本专业领域的具体问题。教学过程中要注重理论教学与实验教学相结合, 积极开展计算机网络实验教学探索, 设计开发更加符合课程教学需要的实验项目, 培养学生的网络技术创新应用能力, 包括网络的规划、组建和管理等。

2. 管理类专业计算机网络实验教学存在的问题及解决方法

2.1. 存在的问题

计算机网络课程的学习内容主要是计算机网络工作原理、互联网 TCP/IP 体系结构和各层网络协议、交换机和路由器等网络设备应用、以及网络安全等, 是一门理论性和实践性较强的课程, 良好的实验教学对培养学生网络实践技能、加深理论理解至关重要[3]。

计算机网络实验教学要求具备一定的实验条件和网络实验设备, 网络实验一般需要多台设备进行网络拓扑搭建来完成。目前管理类专业实验室缺乏足够的功能完善的设备供学生进行实验, 严重影响了课程教学效果。实验设备缺乏、数量有限、设备型号少、功能单一, 实验内容设置不合理, 实验教学方法陈旧, 实验考核评价体系不完善, 实验耗材耗资大、实验耗时较长、网络协议验证的困难性[4] [5], 实验难易程度不合理, 一些学生无法独立完成, 导致学生学习兴趣不高、效果不佳。另外对于管理类专业来说, 实验教学学时数一般偏少, 例如安徽大学物流管理专业的计算机网络实验课只有 12 学时, 安排的实验项目内容和数量有限。

2.2. 解决方法

利用网络模拟仿真软件, 可以很好地解决计算机网络实验教学过程中遇到的一些问题。网络模拟仿真软件是根据数学建模和相应算法来仿真网络协议的工作原理和网络行为, 能够模拟出各种网络硬件设备, 仿真当前比较流行的网络设备, 并通过构建虚拟的网络模型来搭建网络拓扑[6], 很好地解决了管理类专业实验室物理环境的客观因素限制, 达到提高课程教学效果的目的。

目前可用的网络模拟仿真软件较多, 其中 Cisco Packet Tracer 网络模拟器由于其易部署、界面简单、操作容易等优点, 比较适合用在网络实验室进行网络模拟仿真。

Cisco Packet Tracer 是由思科公司发布的一款功能强大的网络模拟器, 具有一系列模拟路由和交换协议, 以及模拟网络传输的应用层协议[7], 已被广泛应用在计算机网络的实验教学方面, 它允许学生使用几乎无限数量的设备创建网络并体验故障排除, 而无需真正的路由器或交换机等设备。Cisco Packet Tracer 网络模拟器为计算机网络的初学者设计、配置、排除网络故障提供了模拟环境, 可以在软件的图形用户界面上直接使用拖曳方法建立网络拓扑, 并可提供数据包在网络中行进的具体处理过程, 观察网络实时运行情况, 锻炼故障排查能力。它拥有两种运行模式: 实时模式和仿真模式。实时模式模拟的是网络真实运行的情况, 配置操作即时生效; 而仿真模式则允许用户查看各层次协议数据单元的详细封装过程与流转过程, 使得计算机网络初学者可以便于详细了解网络协议的交互逻辑[8]。

根据计算机网络课程的教学内容, 可以利用 Cisco Packet Tracer 网络模拟器建立一个虚拟仿真的实验环境, 设计开发更多应用性、综合性、创新性的网络技术实验项目, 使学生可以在单机环境中自主设计网络拓扑结构、组建网络进行仿真实验, 给学生以真实感的操作体验, 提高学生实践能力、创新能力, 激发学生的学习兴趣。这样既节约了实验经费, 又满足了实践教学的要求。

3. RIP 协议的仿真实验

下面以 RIP 协议实验为例, 结合我校物流管理专业计算机网络实验教学实践, 利用 Cisco Packet Tracer 网络模拟器建立仿真模型进行网络路由实验, 分析实验结果。

3.1. RIP 协议的工作原理

路由信息协议 RIP 是一种分布式的基于距离向量的路由选择协议, 是互联网的标准协议。RIP 要求网络中的每个路由器都要维护从它自己到其他每一个目的网络的距离记录。路由器到直接连接的网络的距离定义为 1, 到非直接连接的网络的距离定义为所经过的路由器数加 1。RIP 中的“距离”也称为“跳数”, 每经过一个路由器, 跳数就加 1。RIP 认为好的路由就是它通过的网络数目少, 即“距离短”。RIP 不能在两个网络之间同时使用多条路由, 只选择“距离最短”的路由, 哪怕还存在另一条高速(低时延)但网络数较多的路由[9]。

RIP 工作过程为: 路由器启动 RIP 时, 通过广播或组播形式向相邻路由器发送请求报文信息; 路由器收到响应报文后更新路由表, 并把更新的路由表发送给相邻路由器; RIP 每隔 30 秒(或当网络拓扑发生变化时)向相邻路由器广播或组播本地路由表。

RIP 使用两种数据包传输更新: 更新和请求。RIP 报文由首部和路由部分组成, 使用 UDP 的 520 端口进行传送。首部占 4 个字节, 命令字段指出报文的意义, 如“1”表示请求路由信息, “2”表示对请求路由信息的响应或未被请求而发出的路由更新报文[10]。RIP 报文中的路由部分由若干个路由信息组成, 每个路由信息需要用 20 个字节, 地址族标识符字段用来标识所使用的地址协议, 路由标记填入自治系统号。

对每一个相邻路由器发送过来的 RIP 报文, RIP 使用距离向量算法计算并更新自己的路由表。假定某个地址为 X 的相邻路由器发来的 RIP 报文中含有 n 个路由项目, 设: 第 i 个路由项的到达目的网络为 N_i 、距离为 d_i 、下一跳路由器为 R_i 。

距离向量算法的具体步骤如下:

Step1: $l \Rightarrow i$;

Step2: $X \Rightarrow R_i, d_i + 1 \Rightarrow d_i$;

Step3: $i + 1 \Rightarrow i$;

Step4: 如果 $i \leq n$, 则返回到 Step2;

Step5: $l \Rightarrow i$;

Step6: 如果原来的路由表中没有 N_i , 则把该路由项添加到路由表中, 转到 Step9;

Step7: 如果 $X =$ 下一跳路由器地址, 则把该路由项替换原路由表中的项目, 转到 Step9;

Step8: 如果 $d_i <$ 路由表中的距离, 则把该路由项替换原路由表中的项目;

Step9: $i + 1 \Rightarrow i$;

Step10: 如果 $i \leq n$, 则返回到 Step6; 否则, 算法结束。

RIP 还规定, 如果 3 分钟还没有收到相邻路由器的更新路由表, 则把此相邻路由器记为不可达路由器, 即把距离置为 16 (表示不可达)。

RIP 使用距离向量算法可以找出到达每个目的网络的最短距离。经过若干次更新后, 所有的路由器最终都会知道到达本自治系统中任何一个网络的最短距离和下一跳路由器的地址。

3.2. 实验设计

RIP 协议实验目的, 一是让学生通过设计和配置实验网络拓扑结构来理解 RIP 路由协议的工作原理, 二是通过实验让学生掌握 RIP 协议在路由器上的配置过程。

实验设备包括 3 台 2911 型号的路由器、2 台普通主机、4 条交叉线和 1 条串口线, 实验的网络拓扑结构如图 1 所示。在本实验中共有 5 个网段, 其网络地址分别为: 10.1.0.0/16、10.2.0.0/16、10.3.0.0/16、192.168.1.0/24 和 192.168.2.0/24。路由器 Router1 和 Router2 通过 DTE 串口线连接, 连接前需要先为此 2 台路由器各自添加一个串行网络接口卡模块。

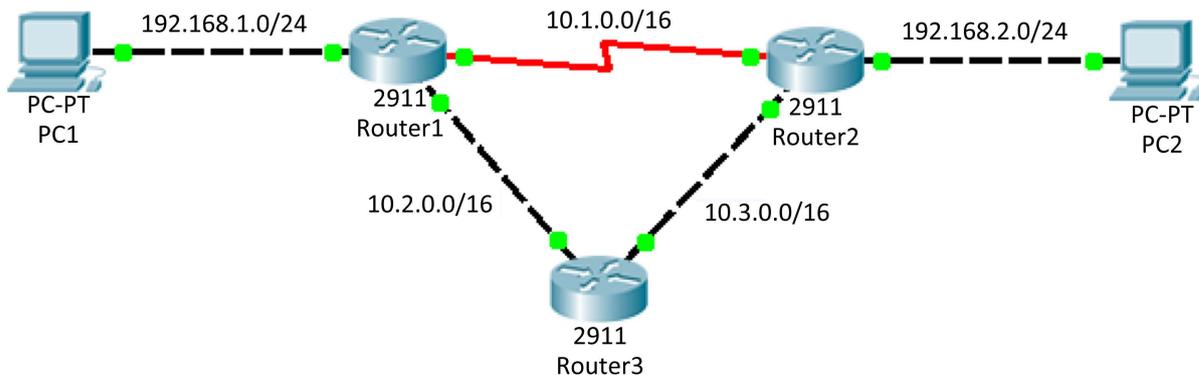


Figure 1. Network topology

图 1. 网络拓扑结构

本实验为主机 PC1 和 PC2 之间设计了 2 条网络路由: 一条为低速但网络数较少的路由(PC1-Router1-Router2-PC2), 另一条为高速但网络数较多的路由(PC1-Router1-Router3-Router2-PC2)。为此将路由器

Router1 与 Router2 之间的网络带宽设置为 1.544 Mbps, 路由器 Router3 与 Router1、Router2 之间的网络带宽设置为 1000 Mbps。

实验设备网络地址配置信息如表 1 所示。

Table 1. Network address configuration information of experimental equipments

表 1. 实验设备网络地址配置信息

| 设备 | 接口 | IP 地址 | 掩码 | 网关 |
|---------|---------|-------------|---------------|-------------|
| Router1 | Gig0/0 | 192.168.1.1 | 255.255.255.0 | |
| | Se0/0/1 | 10.1.0.1 | 255.255.0.0 | |
| | Gig0/1 | 10.2.0.1 | 255.255.0.0 | |
| Router2 | Gig0/0 | 192.168.2.1 | 255.255.255.0 | |
| | Se0/0/1 | 10.1.0.2 | 255.255.0.0 | |
| | Gig0/2 | 10.3.0.1 | 255.255.0.0 | |
| Router3 | Gig0/1 | 10.2.0.2 | 255.255.0.0 | |
| | Gig0/2 | 10.3.0.2 | 255.255.0.0 | |
| PC1 | Fa0 | 192.168.1.2 | 255.255.255.0 | 192.168.1.1 |
| PC2 | Fa0 | 192.168.2.2 | 255.255.255.0 | 192.168.2.1 |

本实验首先依据图 1 配置 2 台主机的网络地址信息, 然后配置 3 台路由器的网络地址信息, 最后在路由器上配置 RIP 协议进行实验。

3.3. 实验结果验证与分析

操作主机 PC1, 使用路由跟踪命令 `tracert` 测试其到主机 PC2 (IP 地址为 192.168.2.2) 的路由信息, 结果如图 2 所示, PC1 发送的数据报通过 Router1 转发至 Router2, 再通过 Router2 发送至 PC2。测试结果表明, RIP 协议进行路由选择时, 只选择“距离最短”的路由, 不会选择其他高速(低时延)但网络数较多的路由。

```

Packet Tracer PC Command Line 1.0
PC>tracert 192.168.2.2

Tracing route to 192.168.2.2 over a maximum of 30 hops:

  0  0 ms    0 ms    0 ms    192.168.1.1
  1  0 ms    0 ms    0 ms    10.1.0.2
  2  *        3 ms    0 ms    192.168.2.2

Trace complete.

```

Figure 2. Tracert result of host PC1
图 2. 主机 PC1 的 tracert 测试结果

计算机网络课程中最重要的概念就是通过路由器实现网络互连, 其主要包括基于路由表进行数据包的转发和使用路由协议计算路由表。通过本实验, 学生应当理解路由表配置的原理和方法, 掌握 IP 数据报逐跳转发的过程, 验证 RIP 协议动态创建路由表的过程。

计算机网络技术发展迅速, 学习难度较大, 管理类专业学生学习该课程时普遍感觉较难。教学过程中应积极引导, 将计算机网络知识点与本专业关联类比, 便于学生更好地理解学习内容。例如在为我校物流管理专业学生进行计算机网络实验教学时, 可以引导学生关注计算机网络数据报传输路径与物流配送路径选择的相通之处, 将数据报的路由选择与物流配送的路线规划相联系, 启发学生思考计算机网络相关技术与物流专业之间的联系, 让学生自己归纳总结出协议实现的基本思想。

4. 结束语

在管理类专业计算机网络课程的实验教学活动中, 利用网络模拟仿真软件, 能够有效降低各类网络设备和实验耗材的成本支出, 同时还能通过虚拟仿真技术弥补传统实验教学硬件不足的问题, 在丰富实验教学内容的基础上, 拓展学生学习的视野, 增强学生实践操作能力和创新能力, 促进学生创新性思维良好发展。

我校物流管理专业的计算机网络实验教学实践表明, 通过积极开展计算机网络实验教学探索, 设计开发更多应用性、综合性、创新性的网络技术实验项目, 让学生的学习积极性明显提高, 创新能力得到了极大提升, 对于学习专业后续课程、参加科研活动和学科竞赛发挥着重要的作用。

基金项目

安徽省省级质量工程项目“《计算机网络》教学示范课”(皖教秘高[2020]165号), 安徽省省级新文科、新医科研究与改革实践项目“新文科背景下物流管理一流专业建设研究(2020wyxm031)”(皖教秘高[2020]155号)。

参考文献

- [1] 王娜, 张应辉. 高水平本科教育背景下新文科实验室建设路径探索[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(1): 32-35.
- [2] 罗立升, 邹绍辉. 新文科建设背景下管理类应用型本科人才培养机制路径研究[J]. 湖北经济学院学报(人文社会科学版), 2022, 19(12): 122-126.
- [3] 江敏, 张国爱. 非 IT 专业计算机网络技术课程实验教学目标的探索与实践[J]. 科教导刊(下旬), 2019(33): 34-35.
- [4] 曹园青. 基于网络仿真平台的《计算机网络技术》实验课程教学改革研究[J]. 中国教育信息化, 2021(12): 43-46.
- [5] 荣蓉. 计算机网络课程的实验教学模式分析[J]. 集成电路应用, 2021, 38(6): 114-115.
- [6] 王艳军. 虚拟仿真技术在计算机网络实验教学中的应用[J]. 中国多媒体与网络教学学报(中旬刊), 2022(8): 22-25.
- [7] Cisco Packet Tracer 8.2 (2022) Download Free Labs and Tutorials for CCNA v7 Certification Exam Preparation. <https://www.packettracernetwork.com>
- [8] 赵欣. 基于 Packer Tracer 的计算机网络实验教学改革与探索[J]. 大连大学学报, 2019, 40(6): 118-120.
- [9] 谢希仁. 计算机网络[M]. 第 8 版. 北京: 电子工业出版社, 2021: 159-161.
- [10] 付承彪, 田安红. 两种动态路由协议分析及其实验设计与仿真[J]. 实验技术与管理, 2016, 33(7): 140-144.