

Considerations of Some relations in Course of Computer Networks

Liu Chunbo

*College of Computer Science and Technology, Civil Aviation University of China, Tianjin 300300, China
cbliu@cauc.edu.cn*

Abstract: This paper proposes some relations worthy of consideration in course of Computer Networks from three aspects. These relations are illustrated as those with respect to the whole discipline such as computer vs. networks, computer networks vs. other networks, those with respect to the evolution of network technology such as principle vs. practice, complexity vs. simplicity, and those with respect to teaching organization such as scatter vs. network, whole vs. hierarchy, generality vs. particularity.

Keywords: computer networks; some relations; technology evolution; teaching organization

论“计算机网络”课程中的若干关系

刘春波

中国民航大学 计算机科学与技术学院, 天津 300300, 中国
cbliu@cauc.edu.cn

【摘要】本文从三个层面提出了计算机网络课程教学中值得注意的若干关系。其中计算机网络整体层面的关系有计算机与网络的关系、计算机网络与其他网络的关系；网络技术演化层面的关系有原理与实践的关系、复杂与简单的关系等；教学内容组织层面的关系有散点与网络的关系、整体与层次的关系、普遍与特殊的关系等。

【关键词】计算机网络；若干关系；技术演化；教学内容组织

1. 引言

“计算机网络”是计算机科学与技术专业一门特色非常鲜明的专业课。一方面，该课程实用性强，应用范围广，学生愿意学。可另一方面，课程知识点多，知识连贯性较弱，学生感觉“不难学但不好学”。笔者的提法可能与很多文章不太一致，主要因为计算机网络与数据结构、编译原理等其他专业课比起来，确实不能说“难学”。可就笔者的切身经历而言，又真是经历很长时间才对计算机网络有了比较深入的理解。那么，如何让学生能够在一个学期之内学好这门“不难学”的课程呢？笔者在教学过程中一直在思考，探索隐藏在众多知识点背后的深层次内容。目前，总结出了计算机网络课程教学过程中需要注意的十组关系。

2. 计算机网络整体层面的关系

资助信息：本课题得到中国民航大学教育教学研究与改革项目(xj2009020)资助。

2.1. 计算机与网络的关系

计算机网络是计算机技术日益发展的产物，它是计算机在物理上和逻辑上的自然扩展。Sun 公司于 1985 年提出“网络就是计算机”。李国杰院士进一步指出，我们“就是要真正做到‘网络就是一台计算机’，也就是要把冯·诺依曼提出的‘程序存储’概念从一台计算机推广到整个网络上”^[1]。所以，教学过程中我们可以引导学生从计算机系统的角度来理解计算机网络。计算机网络既有硬件（如网络交换设备、传输媒体），也有软件（如网络协议实现和各种应用）。而且，我们可以从信息流的角度来理解“网络计算机”与单一计算机的区别。从整体来看，二者是没有区别的，都遵循信息输入、信息处理、信息输出的过程。主要差别就在于内部的信息传输方式。单一计算机物理尺度小，部件密集，只需采用总线并行传输数据，信息传输不是主要问题；而“网络计算机”物理尺度

大，部件距离远，信息传输成为一个突出的问题，从而引出了串行传输、存储转发等内容。将来，计算机网络技术进一步发展，以至于网络对用户是透明的，也就是用户不用区分本地和远程的数据和程序，那时网络就会真正成为一台计算机。

2.2. 计算机网络与其他网络的关系

计算机网络是现实社会众多网络中的一种。自二十世纪末以来，研究各种网络的共同规律的崭新学科——复杂网络（或称为网络科学）受到学术界广泛关注^[2]。复杂网络研究社会领域、生物领域、技术领域和信息领域中的各种网络。理论和实践都说明，计算机网络与其他网络存在大量类似之处。教学过程中，我们可以充分利用这个特点，通过学生熟悉的其他网络的实例来讲解计算机网络的抽象原理，加深学生的理解。比如，用社会网络的层次结构来说明计算机网络的逻辑结构，用交通网络中的实例来说明计算机网络的媒体访问控制、流量控制等原理。

3. 计算机网络技术演化层面的关系

3.1. 原理与实践的关系

计算机网络是一门工程性很强的学科。翻开计算机网络的发展史，不难发现每一次重大进展都离不开实践的巨大推动力。ARPANET、TCP/IP 协议、以太网……无一不是在实践中诞生，并在实践中不断发展壮大。可以说，没有实践就没有计算机网络的原理。“实践是检验真理的唯一标准”在计算机网络领域得到了充分的印证^[3]。最典型的例子就是大家耳熟能详的 OSI 和 TCP/IP 的故事。OSI 参考模型尽管体系完整，功能完善，但由于脱离实践，最终败给了来源于实践的 TCP/IP。类似的例子还有很多，如拥有良好技术的 ATM、令牌环的失败，以太网的成功。这也提醒我们，计算机网络教学一定不能离开实践，计算机网络的原理从实践中来，还需到实践中去。实践环节是教学中必不可少的一环，只有在实践中学生才能真正理解网络原理。

3.2. 复杂与简单的关系

这组关系也与计算机网络的发展有关。李国杰院士指出：“信息技术发展的历史证明：信息技术发展遵循简单性法则，过于复杂的技术往往被淘汰或脱离主流。”“互联网成功的原因之一在于 KISS 原则（Keep It Simple and Stupid）。”^[4]回过头再看刚才所举的例子，OSI 复杂，ATM 复杂，所以不管其设计思想多么

巧妙，最终都淹没在历史长河中，引无数专家学者为之唏嘘；TCP/IP 简单，以太网简单，所以焕发出蓬勃的生机。之所以出现这个结果，还是因为计算机网络具有工程实践性，需要接受市场的考验。历史告诉我们：简单可能不是最好的办法，但却是最有效的办法。因此，教师应该告诉学生，切不可把网络想得太复杂，网络中很多原理都与我们日常生活中的体验是类似的，原来网络就是在如此简单地工作着。

3.3 实用与安全的关系

因为计算机网络来源于工程实践，所以其前瞻性和可扩展性难免考虑得不太周到。最初的 ARPANET 是一个专用网，连接的结点不多，用户都是专业人员，所以其设计目标就是实用，以实现信息互联为中心。不过，随后几十年 Internet 的发展出乎设计者预料，现在任何一个人都可以上网，Internet 成为现实社会的翻版，安全问题日益凸显。具体举例来说，由于 IP 协议设计时，用户都是可信的，没有考虑源地址认证问题，结果造成一个重大的安全漏洞，众多攻击者趋之若鹜，纷纷伪造源地址。网络最初的设计重视了实用性而忽视了安全性，今天我们采取安全补救措施又会在一定程度上影响网络的实用性，所以二者之间需要权衡。

教学方面，Kurose 和 Ross 所著的《计算机网络：自顶向下方法》^[5]采取的方法值得称道。他们在讲解网络原理的同时关注安全问题，这样安全就不再是孤立的，而是与网络协议的设计密切相关。这也有利于学生进一步加深对协议的理解。

4. 计算机网络教学内容组织层面的关系

4.1. 散点与网络的关系

本文一开始就提到，计算机网络课程的知识点繁多，彼此联系不紧密，这是学生学习过程中最大的一个难点。针对这个问题，国内外各种计算机网络教材都在努力构建自己的一套知识体系，以图把各个零散的知识点贯穿起来，形成一个“知识的网络”。首先，我们可以构造一棵计算机网络的“知识树”。这棵树有主干，有枝叶。主干不必强调，关键是枝叶。计算机网络“知识树”枝繁叶茂，从图论角度来看，很多知识点的度为 1，这显然不利于学习。因此，光有树还不够，我们还必须努力增加关联，把这棵树变成紧密耦合的网络。各知识点之间的联系越多，对学生记忆的刺激就越多，学生的学习效果就越好。

4.2. 整体与层次的关系

提到计算机网络的知识体系,一般采用分层体系结构。这种知识体系层次清晰,易于理解,在教学实践中取得了较好的效果。但同时也出现了另外一种情况,部分学生把层次理解为孤立的,只知道机械地学习各层的协议,而他们在现实网络中又看不到这些层,这就产生了学习过程中的困惑。实际上,层次是计算机网络设计时的概念,各层之间并没有绝对界限,千万不能把层次绝对化。教学过程中,在以分层的水平方式教学为主的前提下,教师还应该辅以垂直方式,也就是说总结、归纳各层次的联系,使学生能够从整体上把握计算机网络。例如,分析、比较不同层次的编址方式、复用方式,分析运输层与数据链路层的区别,都能够加深学生对网络的整体理解。

4.3. 普遍与特殊的关系

作为大学课程,计算机网络课程旨在讲解网络中具有普遍意义的基本原理,不应该局限于某些具体技术。但是哲学中普遍(一般)与特殊(个别)的关系原理说明,普遍存在于特殊之中,并通过特殊表现出来。加之前文所述,普遍的网络原理来源于具体的网络实践。所以,讲解网络原理一定要以具体的网络技术为载体。离开了具体的网络技术是学不好网络原理的。可是,网络技术很多,教学中必须选取主流的、有代表性的。现有的网络教材都以 Internet 为主,就是因为 Internet 应用广泛,具有普遍意义。另一个例子是以目前占统治地位的以太网为主对局域网进行讲解。当然,哲学也告诉我们,任何特殊都不能完全包含在普遍之中。反映到教学中,一方面要提炼主流技术中具有普遍意义的知识点,另一方面要兼顾特点突出、发展前景好的非主流技术。

4.4. 空间与时间的关系

目前国内的计算机网络教材基本上以当前的网络技术为主,采用“层次+地理范围”分割的方式加以讲解。不妨称之为计算机网络的“空间”特征。请不要忘记,计算机网络还具有“时间”特征,即网络的波澜壮阔的发展史。可能有人认为,现在课时这么紧张,过时的技术就不要讲了。不过笔者认为,技术可以过时,但技术的演变过程永远不会过时。大学不但要教给学生知识,还要教给学生思维方式。我们应该使学

生知道网络为什么要这样设计,协议为什么要这样设计。这就离不开网络技术发展史。当然,发展史不必多讲,并且应该着重分析技术演化的原因。这方面国外的教材做得比较好(如[5])。而且,补充网络发展史既有利于增强学生兴趣,也有助于加深学生理解。比如,讲停止等待协议从完全理想化的数据传输过程开始,讲 CSMA/CD 协议从纯 ALOHA 入手,都收到了较好的效果。另外,网络的“时间”特征还包括网络技术的发展趋势。

5.5. 基础与提高的关系

对于一般高校而言,不同学生的学习目标不尽相同。有的学生只要求考试能通过、最终能毕业即可;有的学生则愿意深入学习,准备继续深造。因此教学过程中不可一刀切,应该因材施教。笔者的做法是实施差别教学,把课程要求分为两个层次,即“基础”层次和“提高”层次。基础层次即课程的基本要求,重在基础理论,针对就业加强网络技能的训练,不要要求进行网络性能分析等较难的计算。提高层次则在基本要求基础上,要求学生具备更高的分析和设计能力。

5. 结语

以上这十组关系是笔者对自己在教学过程中产生的一些想法的总结,还不够系统。今后工作中将对这些关系进一步梳理,以其为依据提出一套系统的教学方法,提高计算机网络课程的教学效果。

References (参考文献)

- [1] Liu Lili, Racing with computing speed[N]. *Computer World*, 2007-03-19.
刘丽丽. 与计算速度赛跑[N]. 计算机世界, 2007-03-19.
- [2] Wang Xiaofan, Li Xiang, Chen Guanrong. *Complex Networks: Theories and Applications*[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2006.
汪小帆, 李翔, 陈关荣. 复杂网络理论及其应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.
- [3] Duan Haixin. How many people are cheated by the OSI model?[J]. *China Education Network*, 2008 (04):18-20.
段海新. OSI 模型究竟忽悠了多少人?[J]. 中国教育网络, 2008 (04):18-20.
- [4] Li Guojie. Reflect on computer science[EB/OL]. [2009-07-18]. <http://www.ict.ac.cn/liguojiewenxuan/jshfx/2004/js2.doc>.
李国杰. 对计算机科学的反思[EB/OL]. [2009-07-18]. <http://www.ict.ac.cn/liguojiewenxuan/jshfx/2004/js2.doc>.
- [5] Kurose J.F., Ross K.W. *Computer Networking: A Top-Down Approach, Fourth Edition*[M]. Reading: Addison Wesley, 2007.