

文章编号: 1672-5913(2008)20-0005-07

北京大学“数据结构与算法”教学设计

张 铭, 赵海燕, 王腾蛟, 宋国杰, 高 军

(北京大学 信息科学技术学院, 100871)

摘 要: 本文介绍了“数据结构与算法”课程的教学理念、教学设计、教学方法和手段的改革与创新。根据 ACM/IEEE CC2005 和教育部计算机教指委 CCC2006 学科规范, 从问题求解出发, 在基础理论、抽象和设计的三个层次组织课程内容体系, 特别强调以知识与能力培养为导向的教学目标和定位。

关键词: 数据结构; 算法; 教学体系

中图分类号: G642

文献标识码: B

引言

“数据结构与算法”是计算机专业的核心课程之一, 本科教学的重中之重。如图 1 所示, 本课程上承“计算概论”(含 C 语言程序设计)与“程序设计实习”(讲授 C++ 程序设计, 并布置综合实习), 下启“算法分析与设计”和“计算复杂性理论”, 同时是操作系统、软件工程、数据库概论、编译技术、人工智能、计算机图形学等专业课程的必修先行课。很多应用软件都要使用到各种数据结构和算法编写程序进行科学计算、模拟试验等。

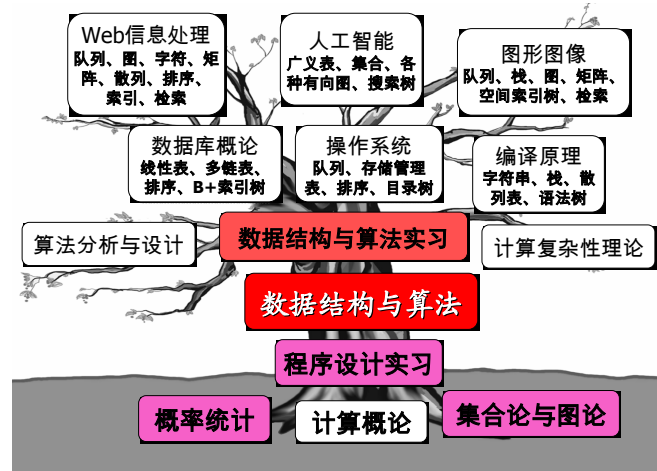


图 1 “数据结构与算法”在计算机科学
与技术学科课程群中的关键地位

本课程以美国最新 ACM/IEEE CC2005 课程体系和我国教育部 CCC2006 学科规范作为理论基础, 制定了先进的课程内容体系。从问题求解出发, 在基础理论、抽象和

设计的三个层次组织课程知识体系, 从逻辑、存储、运算的角度组织数据结构与算法, 培养学生独立地实现常用基本数据结构的抽象数据类型, 注重实践能力和工程能力的培养, 为将来从事计算机学科的学习、开发和研究, 或其他学科应用计算机进行问题求解打下坚实的基础, 有利于学生的未来发展。

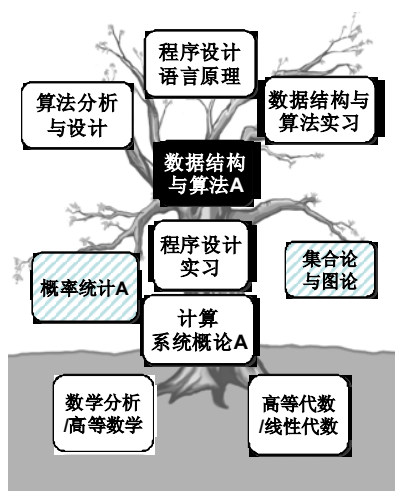
以创建世界一流大学为办学目标, 北京大学大力推进高层次创新人才培养的工作。根据北京大学的办学定位和理念, “数据结构与算法”课程定位为理论与实践并重的信息学科的核心主干专业基础课程, 也是很多非信息类理工专业学生的重要基础课程。面向北京大学计算机类、电子类、非信息类三种不同的大专业方向, 课程组针对不同基础、不同能力的学生进行分班教学。设置实验班、A 类和 B 类三种类型, 以学生为本, 因材施教, 进行多元化、个性化的培养。让每个学生得到最大的收获。其中, 实验班从学院优秀学生中选拔, 计算机和智能专业的学生以及部分编程能力强的学生修“数据结构与算法 A”和“数据结构与算法实习”, 非信息类的理工专业和电子、微电子基础较差的学生修“数据结构与算法 B”。

课程教学目标可概括为以下三个方面:

- (1) 强调基础数据结构与算法的训练, 从问题求解的角度, 培养学生运用数据结构和算法基本理论来分析和解决问题的能力。
- (2) 结合计算机科学技术的现代前沿研究课题, 设计研究启发式教学案例, 扩展学生知识体系, 培养主动学习、研究和创新意识。
- (3) 注重实践能力和工程能力的培养, 使学生遵从软件开发的规范性, 并建立起数据结构与算法设计和问题求解的知识体系。

1 课程基本信息

学院 设定	课程编号	04830050											
	课程名称	数据结构与算法 A											
		Data Structure And Algorithm A											
	开课时间	一年级			二年级			三年级			四年级		
		秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏
	适用院系	信息学院全体学生											
	课程定位	骨干基础课, 必修课											
	学 分	3 学分											
	总 学 时	54 学时											
教师 设定	先修课程	计算引论, 程序设计实习, 集合论与图论, 概率统计 A											
	后续课程	数据结构与算法实习, 程序设计语言原理											
	教学方式	以课堂讲授为主, 同时借助网络教学平台, 拓展课堂讲授的相关知识, 便于同学自主学习、巩固课堂所学内容。另外, 组织 3 次以上的独立习题课(6 小时), 针对学生作业中出现年的典型问题进行深入探讨。 鉴于数据结构与算法是与实践紧密结合的课程, 配合理论教学, 将加强上机实习的训练, 通过合理、有效地设计上机题目, 改进作业评核方式, 调动学生的积极性, 启发引导学生掌握基础理论并能创新应用, 增强学生综合运用有关知识的能力。											
	课时分配	3(课堂教学)+1(教学实验)/周											
	考核方式	平时(书面作业、课堂测试)20%, 上机(+报告)15%, 期中 20%, 期末 40%, 考勤和态度 5%。 期中、期末考试, 全学院的“数据结构与算法”统一出题、统一阅卷。平时作业和上机作业由各班根据专业要求灵活掌握, 教员协调给出成绩。 注重综合能力的考评, 平时表现突出、上机实践能力较强的可以得到奖励加分。											
其他 信息	主要教材	1. 张铭、王腾蛟、赵海燕, 《数据结构与算法》, 高等教育出版社, 2008 年 6 月。											
	参考资料	2. 许卓群、杨冬青、唐世渭、张铭, 《数据结构与算法》, 高等教育出版社, 2004 年 7 月。 3. 张铭、赵海燕、王腾蛟, 《数据结构与算法习题指导》, 高等教育出版社, 2005 年 8 月。 4. Thomas H.Cormen, Charles E.Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein, <i>Introduction to Algorithms</i> , MIT Press, 2nd edition, 2001. 高等教育出版社影印。											



2 课程知识点的教学要求和学时分配

数据结构, 就是对于一批具有某种逻辑关系的相关数据, 按一定的方法存储组织, 并在这些数据上定义了一个运算的集合。数据结构具有三个方面: 数据的逻辑结构、数据的存储结构和数据的运算。数据结构与算法的知识体系如图 2 所示。

常见逻辑关系有: 线性结构、树形结构、图结构和文件结构。常见的存储方法有: 顺序方法、链接方法、索引方法、散列方法。

对于一种数据结构, 往往需要定义一些运算。排序、检索是最经典的运算, 为了加快检索速度往往需要预先建立索引。内存索引主要用 BST(二叉搜索树), 外存索引常用倒排和 B+树。

算法分析技术有助于根据问题的性质选择合理的数据结构, 并对时间和空间复杂性进行必要的控制。对于存储外存中的文件数据的访问速度, 对文件的操作运算应该

尽量减少访问次数。

抽象数据类型(Abstract Data Type, 简称 ADT)是定义了一组运算的数学模型, 这种抽象的数据类型可以在较高级的算法中直接引用, 而不用了解其实现细节, 从而很好地支持了逻辑设计和物理实现的分离。

数据结构课程的基本知识模块是以数据的逻辑结构为主线, 顺序介绍线性结构、树形结构、图结构和文件结构。在介绍每种数据结构时, 再讨论其存储结构以及相关的算法。

在介绍完基本的数据结构及其存储结构和相关的算法后, 根据不同的专业, 还将介绍一些扩展研究内容, 涉及到外排序、广义表、稀疏矩阵、字符树、Patricia 树、后缀树、后缀数组、AVL、红黑树和伸展树等高级数据结构, 有助于拓宽知识面, 提高解决实际问题的能力。

在实践训练环节, 选取来自于计算机科学技术的前沿应用课题, 例如 XML DOM 树解析器、后缀树、搜索引擎等, 激发学生的学习兴趣, 培养学生的创新思维能力。

课程以问题求解为导向, 培养和提高学生理论、抽象、

设计的能力。通过扎实的经典基础理论训练,帮助学生灵活地运用问题抽象、数据抽象、算法抽象来分析问题,应用数据结构和算法来设计和实现相应的程序,完成创新能力和实践能力的训练。

以下是学时安排,课堂授课 48 小时,习题课 6~16 小时。分为基础模块、研究模块和前沿模块三大部分,可以根据学生程度选讲。

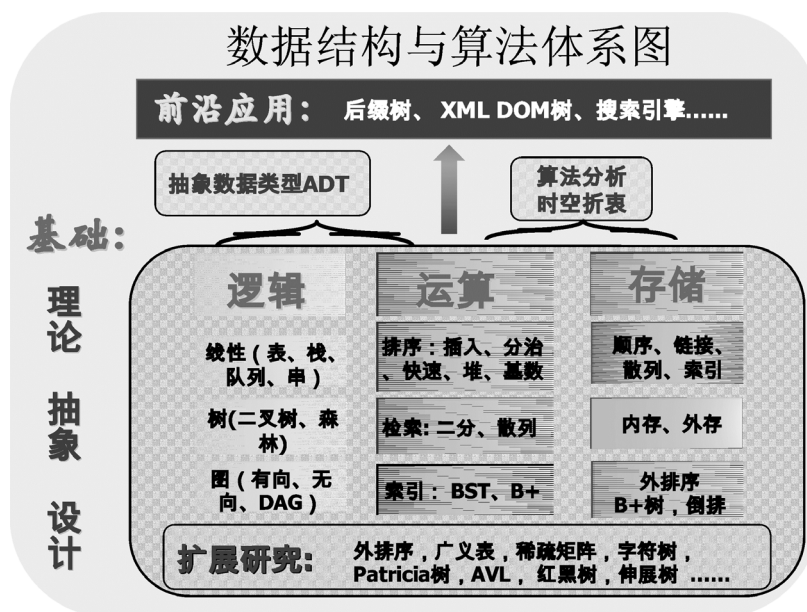


图2 “数据结构与算法”知识体系图

(1) 北京大学所有理工科学生需要掌握的数据结构与算法基础模块, 教员必讲

- 1) 数据结构、抽象数据类型、算法度量和评价
- 2) 线性表、栈和队列
- 3) 字符串与模式匹配
- 4) 树(二叉树、森林)
- 5) 图(有向、无向、DAG)
- 6) 内排序: 插入、分治、快速、堆、基数
- 7) 检索: 二分法检索、散列
- 8) 索引: 内存 BST 索引、外存 B+索引树

(2) 研究模块有以下内容, 教员根据学生的程度选讲

- 1) 递归到非递归的转换机制和方法
- 2) 非递归深度优先周游二叉树和穿线二叉树
- 3) 地址排序

4) 各种排序算法的理论和实验时间代价的讨论

5) 外排序

(3) 前沿模块有以下内容, 实验班选讲

- 1) 广义表与内存管理技术
- 2) 字符树与后缀树、后缀数组
- 3) AVL 树、伸展树、红黑树等有效的动态内存索引技术
- 4) 倒排索引与搜索引擎技术
- 5) B/B+树等动态索引组织在数据库中的应用

针对实验班和计算机类的学生, 可以在习题课时间段, 介绍一些高级数据结构和学科前沿等扩展内容。针对非计算机类的学生, 可以删减高级数据结构的内容, 适当增加二叉树/树、图、排序等课时。课时安排如表 1 所示。

表1 “数据结构与算法”知识点学时分配

序号	章节	课时	内容摘要和知识点	重要性
1	数据结构和算法简介	2	数据结构定义(逻辑结构、存储结构、运算) 抽象数据类型 算法及其算法度量和评价(大O表示法及其运算规则)	难度 ■■■■ 重要性 ★★★★★
2	线性表、栈和队列	8	线性表(向量、链表) 栈和队列(顺序、链接)、栈的应用 根据专业选讲递归到非递归的转换机制和方法	难度 ■■■■■ 重要性 ★★★★★

续表

序号	章 节	课时	内容摘要和知识点	重 要 性
3	字符串	4	字符串抽象数据类型, 存储表示和类定义 字符串的运算 字符串的模式匹配	难度 ■■■■■ 重要性 ★★★★
4	二叉树	10	二叉树的概念及性质, 二叉树的抽象数据类型 二叉树的周游 二叉树的存储实现 二叉检索树、堆与优先队列、Huffman 编码树 根据学生的情况, 选讲非递归深度优先周游二叉树和穿线二叉树	难度 ■■■■■ 重要性 ★★★★★
5	树与森林	4	树的概念, 森林与二叉树的等价转换, 树的抽象数据类型 树的周游 树的链式存储, 树的顺序存储	难度 ■■■■■ 重要性 ★★★★
6	图	8	图的基本概念, 图的抽象数据类型, 图的存储结构 图的周游(深度优先、搜索、广度优先、拓扑排序) 最短路径问题, 最小支撑树(Prim 算法、Kruskal 算法)	难度 ■■■■■ 重要性 ★★★★★
7	内排序	8	排序问题的基本概念, 三种简单排序算法(插入排序、冒泡排序、选择排序) Shell 排序, 快速排序, 归并排序, 堆排序, 基数排序 根据专业, 选讲各种排序算法的理论和实验时间代价的讨论以及排序问题的下限的研究	难度 ■■■■■ 重要性 ★★★★★
8	文件管理和外排序	2	外排序的特点 二路外排序 置换选择排序	难度 ■■■■■ 重要性 ★★★
9	检索	4	检索的基本概念 基于线性表的检索 基于集合的检索 散列方法	难度 ■■■■■ 重要性 ★★★★
10	索引技术	2	倒排索引 B+树等动态索引组织 根据专业选讲红黑树	难度 ■■■■■ 重要性 ★★★
11	高级数据结构	2	根据专业选讲: 广义表 字符树 AVL 树 伸展树	难度 ■■■■■ 重要性 ★★★

3 教学目的和要求

“数据结构与算法”是一门重要的计算机类基础课程。其主要目的是使学生较全面地理解数据结构的概念、掌握各种数据结构与算法的实现方式, 比较不同数据结构和算法的特点。通过学习, 使学生能够提高用计算机解决实际问题的能力。

(1) 介绍基本数据结构和基本算法分析技术。这一部分将介绍常用基本数据结构的 ADT 及其应用, 包括线性结构(线性表、串、栈和队列)、二叉树、树、图等; 同时基于各种数据结构所实施的运算讨论算法分析的基本原则。

(2) 介绍排序、检索和索引技术。这一部分将主要讨论插入排序、Shell 排序、堆排序、快速排序、归并排序、

基数排序等常用的各种排序算法及其时间和空间开销,并介绍文件管理(数据在外存中的组织形式)和外排序技术,以及自组织线性表、散列表、倒排文件、B/B+树等常见的检索和索引技术,及其各自相应的时间和空间开销。

(3) 通过本课程的学习,学生将基本掌握数据结构和算法的设计分析技术,提高程序设计的质量;根据所求解问题的性质选择合理的数据结构并对时间空间复杂性进行必要的控制。

4 教学的重点、难点和教学方案

强调以知识与能力培养为导向的教学目标和定位,注意教学的重点和难点以及教学突破方法,剖析重要数据结构与算法思想方法,研究设计教学案例,注意教学实施的细节和方案。

(1) 课程的重点

1) 从广度和深度上把握课程的知识体系,了解基本数据结构和经典算法,掌握理论、抽象和设计方法。

2) 根据实际问题,选择合适的数据模型,设计合适的算法,运用所学理论知识实现问题求解。

(2) 课程的难点

1) 算法的数学基础:递归、递推等分析方法,算法的时间空间度量,数学抽象能力的培养。

2) 线性结构部分:栈在递归问题求解中的应用,基于字符串匹配的KMP算法。

3) 树形结构部分:基于二叉树/树周游的灵活应用,森林的存储与遍历访问方法。

4) 图结构部分:图的遍历方法,Dijkstra、Floyd、Prim、Kruskal等典型的图应用算法。

5) 排序部分:内排序算法的稳定性分析,内排序算法的复杂性分析,置换选择和选择树外排序,内排序方法在各类实际问题中的应用。

6) 检索部分:散列方法,散列在实际应用中的性能分析。

7) 索引部分:磁盘多级索引结构,倒排文件,B/B+树的插入和删除操作。

8) 高级数据结构部分:Trie和Patricia字符树,AVL、伸展树、红黑树等平衡树的插入删除操作。

9) 数据结构的综合应用:使学生把数据结构和算法理论与编程实践相结合,能够灵活地应用于实际的工程实践。

(3) 教学实施方案

针对上述重点和难点,本课程从理论、抽象和设计的三个层次展开数据结构与算法教学,注重数据结构基本概念和抽象数据类型表述,使得学生可以在不同的设计阶段采用不同的抽象数据类型作为设计的基础,在适当的抽象层次上考虑程序的结构和算法。对每种数据结构都从其数学特性入手,先介绍其抽象数据类型;再讨论其不同的存储方法,与学生一起讨论研究不同存储实现下的可能算

法;然后结合算法分析来讨论各种存储方法和算法的利弊,摒弃那些不适宜的方法。这样就充分调动了学生主动学习的积极性,使学生学到了数据结构与算法的思维方法。

充分利用先进的交互式网络多媒体教学手段。课上讲授对重要知识点和关键算法都制作了PPT和Flash动画,利用多媒体动态展示执行流程,帮助学生理解数据结构原理和算法技术。必要时辅以板书,并跟学生交互讨论。

网络教学平台 <http://www.jpk.pku.edu.cn/pkujpk/course/sjjg/>是课堂教学的延伸。有多媒体演示讲稿、全程视频(“大学堂”的大学课程在线上开放共享)、可执行源代码、经典的习题和上机题及其参考答案、有详细到知识点的课程导航等丰富的教学资源。课程的论坛每天都有助教答疑,及时解决学生的困惑。

扩展的网络教学,帮助学生加深对课堂教学内容的理解,扩展相关知识,提高学习兴趣和主动性。有利于素质教育和创新能力的培养,在实际教学应用中显著提高了教学质量和教学效率。

5 课程的实验设计

“纸上得来终觉浅,绝知此事要躬行”。“数据结构与算法”课程是一门理论和实际紧密结合的课程,上机实习题的设计、实习训练的数量和质量都非常重要。通过适当的实习训练,可以使学生深刻理解和掌握课程知识体系中的理论和抽象概念,以及各类设计实现方法,提高在复杂软件系统中的实践能力。

除教师指定的实习题目外,我们鼓励优秀学生和本科生科研基金项目学生自己组队选题。以合作学习的“文献调研—开题—项目分析—项目设计—成果汇报—总结评价”模式为主线,以学生自主探究和开发活动为主体,以教师点拨为主导,以培养学生学习的兴趣和能力为中心。强化创新意识和创新能力,相应地提高理论联系实际能力、实践动手能力和科研能力,也能提高学生的学习和科研积极性,优化实践教学的效果。

在实习课上,同学们得以实现理论课上的很多算法,在助教的组织下交流各种不同类型的解题方案,并且进行深入的数据结构和算法时间、空间效率讨论,达到理论与实践水平共同提高的目的。

(1) 实习设计思想

着眼于数据结构原理和应用的结合点,引导学生应用书本知识解决实际问题,提高学生的实际动手能力和团队合作能力。通过动手实验,使得课程涉及的数据结构理论、存储技术、算法技术“活”起来,起到深化理解和灵活掌握教学内容的目的。

课程的实践训练体系融合了经典的理论教学内容与学科的前沿新技术和发展方向,是课程的重要特色。采用ACM/ICPC程序竞赛题库POJ系统进行经典算法和验证型、小规模设计型实习训练,涵盖图搜索、枚举、贪心、

递归分治、动态规划等经典算法练习。从企业合作项目和学科前沿研究中提炼大规模的设计和综合型实习题,例如“搜索引擎”、“XML 数据管理”等,满足线性表、字符串、二叉树/树、图、排序、索引、检索等数据结构综合训练需求,同时也丰富了 ACM/ICPC 程序竞赛题库。作业题和实习题融合当前最新理论和技术,非常有前瞻性,学生受到创新思维能力和工程能力的训练,使学生在实验过程中进一步掌握典型数据结构的逻辑结构、存储结构及算法的程序实现,并训练学生分析问题的能力和编程解决问题的能力,培养软件工程规范和团队合作精神。

(2) 实习训练目标

配合“数据结构与算法”进行问题求解能力训练,注重实践能力和工程能力的培养,使学生遵从软件开发的规范性。以项目驱动,从软件工程的角度对学生系统地进行需求分析、数学建模、数据结构与算法设计、程序实现测试调试、文档编写训练。不仅要求进行简单的实现,更要求进行工程实现的设计。学生不仅能完成自己承担的开发任务,还能从系统级认识整个项目,积累重大项目的组合、协调经验,培养项目组织和管理能力,能够创造性地解决工程中遇到的问题。

通过典型案例教学,引导学生深入思考,激发创新思想火花,充分调动学生学习的主动性,实现教与学的互动。学生从案例中进行研究型学习,并在学习过程中主动运用所学知识来分析问题、解决问题,根据问题的需求来主动获取新知识,从而强化创新意识和创新能力,相应地提高理论联系实际能力、实践动手能力和科研能力。

(3) 实习训练过程

本教学小组的教员结合自己的科研背景,在本课程体系的框架下,针对不同层次、不同需求的学生进行有针对性的案例教学,并从企业合作和科研项目中提炼工业级的综合实习训练题目。

注重培养学生自主学习能力和创新意识,提供开放的学习环境,实施启发式教学,扩展学生知识体系。设计启发式教学案例、课下思考题、课堂讨论题,引导学生灵活应用基本数据结构的抽象数据类型、存储方法、经典算法设计新型数据结构来解决问题,鼓励优化方案的提出、分析和验证。

鼓励优秀学生和本科生科研基金项目学生自己组队、选题代替期末的综合作业。学生自己设计过音乐搜索引擎、基于后缀树的网页聚类、网页商品实体抽取器、Web 用户意见情感分析等很多富有创意的综合题。以合作学习的“文献调研—开题—项目分析—项目设计—成果汇报—总结评价”模式为主线,以学生自主探究和开发活动为主体,以教师点拨为主导,以培养学生的学习兴趣和能力为中心,来优化实践教学的效果。

在这种创新科学素养培养中,引导学生阅读文献、选择课题进行研究型学习,并在研究性学习过程中主动运用所学知识来分析问题、解决问题,根据问题的需求来主动获取新知识。从而强化创新意识和创新能力,相应地提高

理论联系实际能力、实践动手能力和科研能力,也提高了学生的学习和研究积极性。

(4) 实习训练效果

经过多年的建设,形成了精巧而具前瞻性的实习题库。

北大 99 级本科生,现就读于 UIUC 的梅俏竹博士在推荐信中写道:“记得当年数据结构的大实习作业是设计并实现一个简单的搜索引擎。而当时只不过是 2000 年,现在搜索引擎的巨头 Google 远未上市,百度则刚刚成立,微软和雅虎甚至还没开始研发自己的搜索引擎。北大的本科生课程实习就能有这样的前瞻性的问题绝对是值得称道的。”“归结起来,大家都认为张铭老师的‘数据结构与算法课程’内容细致实用,讲授深入浅出,课程实习精巧而具前瞻性,对培养学生分析和解决问题,创造性思考,和团队合作的能力都有很好的作用。”

课程的实习训练为学生学习后续课程,将来进行科学研究、工作创业等,打下了厚实的基础。实习课程受到学生尤其是毕业生的广泛好评。

6 课程考核

(1) “数据结构与算法”课程的考核

主要包括以下几个部分:

- 1) 平时(书面作业、课堂测试),占学期总成绩的 20%
- 2) 上机实习(+实习报告),占学期总成绩的 15%
- 3) 期中考试,占学期总成绩的 20%
- 4) 期末考试,占学期总成绩的 40%
- 5) 考勤和态度,占学期总成绩的 5%

期中期末采用闭卷考试,共占 60%。习题作业和上机,考察动手解决实际问题的实践能力,占 35%。另外,对课程的参与度、学习态度、对他人的帮助等过程性评价也作为考核的内容。

(2) “数据结构与算法实习”课程的考核

主要包括以下几个部分:

- 1) 平时(考勤+开卷随堂测试+课堂表现),占学期总成绩的 15%
- 2) ACM/ICPC 作业(北京大学 POJ 结果+源程序+实习报告)20%
- 3) 综合上机题(源程序+实习报告)40%
- 4) 期末考试,占学期总成绩的 20%
- 5) 考勤和态度,占学期总成绩的 5%

注重综合能力的考评,平时表现突出、上机能力较强的可以得到奖励加分。平时作业、上机实习题、考试严禁抄袭,平时作业要附加“诚实代码”,考试要在“诚实考试宣言”之后签名。对平时作业作弊抄袭者提出警告并得负分(相当于在总期评成绩中给予惩罚),严重者期评成绩记 0 分,并上报学校教务处处理。

7 结束语

北京大学信息学院“数据结构与算法”课程以 ACM/IEEE CC2005 和教育部 CCC2006 教学规范为指导,

从问题求解着手,贯穿数据结构理论、抽象和设计的三个形态,课程组教师编写了先进的“十五”、“十一五”国家级系列规划教材。

课程具有几个比较明显的特点: <http://www.jpk.pku.edu.cn/pkujpk/course/sjjg/>网络教学资源极为丰富,有全程录像、丰富的教学课件; <http://www.jpk.pku.edu.cn/pkujpk/course/sjjg/frame/index.html> 教学平台相当完善,细化到知识点的课程导航;实践平台十分先进,采用 ACM/ICPC (ACM 程序竞赛)在线提交评测系统 [http://acm.pku.edu.cn/JudgeOnline\(POJ\)](http://acm.pku.edu.cn/JudgeOnline(POJ)),该系统由北京大学李文新教授主持开发,有 2200 多道覆盖各知识领域的在线评测经典算法实习题,本课程还采用该系统进行算法能力测试。本课程还设计了数十道数据结构综合大项目实习题。

强化课程的实践环节,以学生为本、分层设计的培养方案,让每个学生得到最大的收获。课程组得到了学院教学督导组的高度评价,得到同事们的认可,受到北大学子的广泛好评。国内有南开大学、兰州大学等 30 多所名校采用本课程组的教材,课程网站、课程视频等网络教学资源被很多高校和 IT 网站链接。

在校内,北京大学校长助理、教务长李晓明教授认为“张铭所主持的数据结构与算法和相应的实习课是北

大信息学院学生公认的精品课程”。

在国内,教育部计算机科学与技术专业教学指导分委员会委员,2006 年国家精品课程“数据结构与算法”主持人廖明宏教授认为“北京大学信息科学技术学院数据结构与算法课程在国内同类课程中处于领先地位”。

值得一提的是,北京大学信息科学技术学院“数据结构与算法”课程得到了许多来自世界著名大学的认可和高度赞赏:ACM Fellow(院士)、美国卡内基·梅隆(CMU)大学张晖教授认为“课程建设得非常完善而先进。毫不逊色于美国的 CMU、Berkeley 等一流大学的相应课程,甚至在深度、广度上扩展得更多。”斯坦福大学计算机系博士生徐颖表示:“我自豪地发现,北大的本科教育,特别是张老师的算法与数据结构课,完全可以媲美美国最好的计算机系的相应课程。”

在长期教学实践过程中,北京大学信息科学技术学院“数据结构与算法”课程在国内外都获得了广泛好评,2008 年被评为“北京市精品课程”。

课程建设小组成员将再接再厉,多与国内外同行交流,更多地与 IT 企业界合作,保持课程理论和技术的先进性,进一步扩大课程的影响力和受益面。Edu

参考文献

- [1] 教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会. 高等学校计算机科学与技术专业发展战略研究报告暨专业规范(试行)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [2] CC2005. The Overview Report of Computing Curricula 2005[EB/OL].
- [3] http://www.computer.org/portal/cms_docs_ieeeecs/ieeeecs/education/cc2001/CC2005-March06Final.pdf
- [4] 蒋宗礼. “编译原理”教学设计[J]. 计算机教育, 2008, (3).
- [5] 张铭, 王腾蛟, 赵海燕. 数据结构与算法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2008.——普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

(上接 37 页)

不难发现,前面各实验都是综合性实验的分解动作,而综合性实验则是前述各实验的有机合成,是一个典型的企事业单位网络工程的原型。

在实施时,要求以小组为单位(如 8 人一组)进行,并将课程设计内容按 WEB 服务、邮件服务、域名服务、入侵检测、漏洞扫描、交换机配置、路由器配置、防火墙配置和网络规划等划分为子项目,每个子项目计划 2~4 个小时,每两人一起分工负责两到三个子项目的实施,最后根据需求对系统进行功能测试,并根据测试通过的时间先后和实验报告书写情况评定成绩。

参考文献

- [1] 李馥娟. 计算机网络实验教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2007.
- [2] 杨延双等. TCP/IP 协议分析及应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [3] 徐明伟等. 计算机网络原理实验教程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.

6 结束语

通过综合性实验的演练,使学生对网络工程的实质与内涵有一个更清楚的认识,不仅巩固学生对单个设备和系统安装配置方法的掌握,更重要的是从一个更高的高度理解各设备和系统之间的关联与配合以及实验小组成员之间的分工、协调与配合的重要性,培养学生从事网络工程的全局观念、整体意识和综合能力,做到将来不管遇到什么需求、环境与设备都能触类旁通,构建一个符合应用目标的高性价比网络系统,为将来从事网络工程设计与建设打下坚实的基础。Edu