

北京大学计算机学科的教学体系改革

李文新 梅宏 陈徐宗

摘要: 信息科学技术的迅猛发展及广泛应用, 以及其中相关学科的交叉融合发展趋势, 在给人类社会带来革命性变化的同时, 也给信息科学技术人才的培养带来了挑战。上世纪中晚期制订的大学本科课程体系已经不能适应当前信息科学技术发展的要求, 有必要进行系统化的改革。本文简要介绍北京大学信息科学技术学院在计算机学科进行的教学体系改革。

关键词: 信息科学技术; 教学改革; 教学理念; 计算机学科

北大信息科学技术学院针对北大学子的特点, 把培养目标定位在培养具有国际视野的领域领军人才上, 具体讲就是培养具有原创能力的研究型人才、具有集成能力的工程型人才和具有组织能力的管理型人才。为了实现上述培养目标, 学院秉承了北京大学“加强基础, 淡化专业, 因材施教, 分流培养”的理念, 在教学改革中强调了“拓宽夯实知识基础, 培养锻炼综合能力”的基本原则, 关注了如下三方面的工作: 一是结构化的教学体系框架设计: 构筑能够灵活调整课程安排、教学内容和教学形式的教学体系框架, 适应本学科发展迅速和与产业结合紧密的特点。二是宽广和扎实结合的基础课程设置: 依托北大的人文学科优势培养学生的人文基础, 依托北大的理科优势夯实数学物理基础, 依托北大计算机学科的历史积淀强化算法和软件编程基础, 依托学院的电子科学技术学科加强硬件基础。三是面向能力培养的学习环境建设: 营造敢于表达、质疑、挑战、犯错和承担的学术氛围, 建设面向基础知识和动手能力的实验教学课程体系, 建立结合真实科研任务的、与研究生同等条件的科研实习制度。

本文将对这些前期教改实践做一个简要总结。

一、结构化的教学体系框架设计

信息学院目前有四个本科专业, 分别为计算机科学与技术、电子学、微电子学和智能科学。其中前三个是成立学院时就有的专业, 而第四个是学院成立后设立的全国第一个智能科学专业。在原有的教学体系中, 每个专业的课程自成体系。一方面每个专业的学生知识面较窄, 不利于学生适应快速发展的社会需求; 另一方面

有些课程在不同专业重复设置, 浪费教学资源。学院成立后我们制定了新的本科生教学计划, 打通一年级四个专业方向课程, 并在2005年、2007年两次进行了修订。我们提出了重视基础, 分阶段、多层次的模块式教学计划, 把课程分成三个阶段安排(一年级、二年级和高年级三个阶段), 除学校公共必修课外, 把课程分成四个层级: 学院公共必修课、专业必修课、专业核心选修课、任选课。

为了加强基础、淡化专业, 一年级统一安排数学、物理、计算机和电路方面的基础课(如数学分析、高等代数、电磁学、力学、计算概论、程序设计实习、数据结构与算法、微电子与电路基础等), 使得不同专业的同学在软硬件方面都得到加强。2007年的修订计划, 更加体现出北京大学重基础重创新思维的培养特色。以学生为本, 课程设置将数学、物理、计算机等方面的基础课, 分别开设AB两级不同深度要求的课程。打造研究型、综合型(宽口径型)、应用型培养模式, 以适应兴趣和特长不同的学生。另一方面, 在一年级第一学期开设“信息科学技术概论”, 请学院里资深的专家教授向学生讲解信息科学技术领域各学科的发展和最新成果, 各专业的知名教授学者(包括院士、长江学者等)都亲自给学生授课, 开阔了学生的视野, 激发了学生的学习兴趣。二年级分为两个大方向, 计算机和智能科学的方向以及电子和微电子的方向。到了高年级, 则根据不同的专业和学生志向安排更具选择性的专业课程。

在学院本科教学框架体系下, 计算机学科的本科教学体系由五大基础(数学物理基础、程序设计基础、专业数学基础、硬件基础、系统软件基础)、三大系列专业课(计算机理论、计算机核心技术、计算机应用和新技

李文新, 北京大学信息技术学院计算机实验教学中心主任, 教授; 梅宏, 北京大学信息科学技术学院院长, 教授, 长江学者; 陈徐宗, 北京大学信息科学技术学院副院长, 教授。

术)和本科生科研实习组成。在整个课程体系中,程序设计基础、硬件基础、系统软件基础和全部的计算机核心技术、应用及新技术课程中都有大量的实验教学内容。

二、关于计算机学科知识基础的讨论及相应课程的设置

随着计算机学科的内涵和外延的不断丰富,与计算机学科相关的领域不断增加,各种理论、技术、应用层出不穷。我们不可能在本科四年的时间里向学生传授所有与计算机学科相关的知识,因而要仔细讨论清楚到底哪些内容是相对更基础的是必须掌握的,哪些实验对训练学生基本动手能力更为有效,什么样的教学模式对学生未来的发展更为有利。回答上述问题需要考虑以下几个因素:(1)计算机学科未来发展趋势预测及国家发展对计算机人才的需求。(2)计算机学科的知识体系及各部分之间的拓扑关系。(3)学生的特点和兴趣。(4)学生培养的目标和定位。(5)现有师资力量和对未来师资力量发展的计划。如果前四点决定了我们需要培养怎样的人才以及如何培养,那么第五点将决定我们究竟能否做到我们想要做的。

北京大学信息学院由计算机科学与技术、电子学、微电子学和智能科学系组成,拥有开设各类课程的硬件环境和师资力量。学院的成立为调整每个专业方向的课程设置提供的可能性。在学院的框架下,由知名学者联合为全院新生开设了信息科学技术概论。计算机专业的本科课程在硬件、程序设计基础和智能方面都有所加强,而通过和数学学院、物理学院的联合,为学生提供了多种的数学物理基础组合课程。总体来说,北大信息学院计算机专业方向的课程体系包括数学基础(有A(数学分析+高等代数)、B(高等数学+线性代数)两种难度选择)、专业数学(集合论、代数结构、数理逻辑、概率统计)、物理基础(有ABC三种难度可供选择)、程序设计基础(计算概论、程序设计实习、数据结构与算法、数据结构与算法实习、算法分析与设计)、硬件基础(微电子与电路基础、基础电路实验、数字逻辑、数字逻辑实习、微机原理、微机原理实习、计算机组织与体系结构、体系实习(待建设))、系统软件基础(操作系统、操作系统实习、编译原理、编译实习、计算机网络、计算机网络实习)、三个方向的系列选修专业课程和科研实习(一年以上)与毕业论文(全院范围评选十佳和优秀论文)。

北大信息学院计算机专业课程体系中比较有特色的内容是:(1)数学和理论课程丰富(由于联合了数学学院和智能科学系)。(2)大部分基础课程的实习内容单独

设课,时间为一个学期,要求分组完成比较大的项目,对学生充分理解理论课程的内容,提高动手实践能力很有帮助。(3)与本系教师研究方向相关的课程内容丰富且课程门数呈上升趋势。

三、加强基础实验教学建设,重视实践能力培养

结合本院学生80%继续深造的具体情况,我们制定了“能力培养为纲、知识传授为目;基础知识为体、专门技术为用;避免急功近利、强调后发优势”的教学指导方针。具体来讲就是在打好数学物理基础的同时,强化实验教学环节,尤其是设计和创新型实验教学的环节,使学生养成探究各种知识理论的来源和适用范围的习惯。

在提高实验教学质量方面,学院也作了多种尝试,其中最典型的是在提高学生程序设计和实现能力方面,自主研发了“百练”程序在线评测系统。该系统在基础实验教学中被广泛应用,并辐射至全国全球。“百练”程序在线评测系统是一个基于万维网的服务系统,全天24小时向全球提供服务。用户在练习某个题目时,只需要将源程序通过网页提交,在几秒钟之内就会得到正确与否的回答。“百练”对于程序的评判是极为严格的,学生的程序根据系统给出的输入数据进行计算并输出结果。“百练”在服务器端编译、运行被提交的程序,取得输出结果和标准答案对比,必须一个字节都不差程序才能算通过。这对于培养严谨、周密的程序设计作风极为有效,学生必须考虑到每一个细节和特殊边界条件,而不是大体上正确就能通过。传统的人工评判是难以做到这一点的。使用“百练”系统进行程序设计类相关课程教学时,一方面可以在网上布置作业题目,学生随时完成作业、提交并获得评测结果,减轻了教员批改作业的负担同时增强了批改的准确性;另一方面教员亦可在网上监督学生作业完成情况,并就存在的问题进行解答。网上实时的编程考试,更能考察出学生的动手能力,同时有助于威慑和杜绝作弊现象。五年的教学实践表明,“百练”系统在提高学生程序设计能力和编程的熟练和准确性方面起到了突出的作用。“在“百练”上做题对你创造力和思维能力都是种挑战,有助于戒骄戒躁,任何一个字节都要处理得当,否则就会出错。这不但可以使你懂得理论,而且使你真正开始写自己的程序。”这是06级一位本科生的最深感受。

四、参与科研项目,培养研究和创新能力

信息科学技术学院建立了一整套本科生科研实习制度,将科研实习与本科生课程训练并列为本本科生培养的

两个组成部分。在一、二年级学生中遴选一些基础好的学生通过“校长基金”、“暮政基金”、“教育部大学生科研实践计划”、教师自筹等项目进入课题组参与科研项目研究。三年级时,各个研究所实验室制度化招收实习本科生,包括组织报名、考核、录取、基础培训、规章制度培训、前沿介绍、与学生讨论确定选题,之后进入与研究生同样的培养模式进行培养。四年级时,所有没进入实验室实习的学生通过双向选择进入实验室完成本科论文。

“在和高年级学生的协作中,我们学到的不仅是知识,而且还有一种信念,大家为同一个项目互相合作,以我们自己的方式鼓励自己,如果我们能保持这种心态,我们一定能取得更大的成就。”已毕业的一位03级本科生认为,本科参加院里的科研实习,除了培养动手能力、科研创新能力之外,更重要的是培养了她的团队协作能力。

让本科生从一年级开始就陆续进入实验室,跟随导师和硕士生博士生参与真实课题研究。这样做的好处是:(1)让学生提前感受研究的文化氛围,培养科学素养。(2)通过科研,充分认识数理基础的重要性,积极主动奠定坚实基础。(3)导师和学生互相沟通了解,提高研究生生源质量。(4)提前培养专业基础知识,将研究生培养延伸至本科,有助于出高质量的研究成果。

信息科学技术学院有1个教学研究所和11个科研研究所,其中有2个国家重点实验室、6个部委级重点实验室,承担了国家863、973、自然科学基金项目100多个,每年纵向科研经费6000多万,为本科生就读期间直接参加科研工作提供了条件。近几年在一些研究基金的资助下很多本科生在研究所里受到很好的训练,参与完成了重大科研课题,发表了高水平的论文。

五、科研团队建设系列课程,促进科研成果向教学转化

计算机系的教师是以研究所为单位组织的。每个研究所的教师有一个共同的大的研究方向。计算机系本科生课程分为基础课和专业课两个层面,针对这两种课程,教师有两种组织方式,一方面从各个研究所抽调有经验的老教师和年富力强的中青年教师组织成基础课教学团队,负责全院基础课程的建设,例如计算概论教学团队、程序设计实习教学团队、数据结构与算法教学团队;另一方面,教师按研究方向组织成系列专业课程授课团队,负责建设各个研究方向的系列课程,例如数据库方向教学团队、计算机网络方向教学团队、软件工程方向教学

团队、计算机理论方向教学团队、人机交互方向教学团队、人工智能方向教学团队、数字媒体方向教学团队等等。每个研究方向的教学团队负责建设一个方向的系列课程,保持课程内容与学科发展的同步,并设计使学生在该领域掌握相应技术基础的递进式系列课程。这样做的好处是:(1)教师在自己的研究方向上开课,可以随时将研究进展注入课程内容,可以讲得更生动。(2)教师可在课上物色对本方向感兴趣的学生,使他们加入到自己的研究团队。(3)不同研究方向的系列课程在给学生提供更多选择的同时,也形成了适度的竞争,如果没有学生选修自己研究方向的课程,一定程度上会影响本方向的研究生源质量。(4)基础课的教学团队教师来自不同的研究方向,在基础课程内容的设计上可以更好地兼顾不同方向学生对基础的要求,因此可以建设内容更加合理的基础课程内容。

以科研团队建设系列专业课程的模式促进了科研成果向教学的转化。例如,在中国教育网络研究项目支持下,学院自主研发的大学英语课程在线系统成为中国互联网上最大的大学教育资源之一。“大学英语在线系统”目前拥有4970个大学英语课程视频,约84000个小时每天超过1000个不同的用户IP地址访问,36所大学加入,成为中国互联网上最大的教学资源之一。

数据库研究团队自主开发的COBASE数据库管理系统被作为本科生数据库概论课程的实习环境,研究生数据库原理与技术课程实习环境和北京市高等教育自学考试数据库概论课上课考试环境。软件工程研究团队研发的面向对象的软件建模工具JBOO—教学版,2000年至今,每年均用于本校本科生“面向对象技术引论”教学,现有北京大学软件学院、江西师大、河北科技大等十余所大学采用该工具进行教学。

北大信息学院下一步的工作将在巩固前期建设成果的基础上,本着实事求是的原则,对学院建设的各个层面进行科学合理的规划和布局,继承传统、发挥优势、推陈出新,积极稳妥地推进教学改革,实现可持续发展。继续坚持促进学生“知识、能力和素质”协调发展的教育理念,实践“以实验能力和科学素质培养为核心”的教学指导思想,不断完善既注重基础又着眼于发展和创新的教学体系,使之与北京大学人才培养目标和生源特点相适应。

[责任编辑:文和平]