

软件专业应用型人才培养的研究与实践

张大良 骆斌

(南京大学软件学院, 江苏 南京 汉口路 22 号, 210093)

摘要: 国民经济的快速发展要求高校加大对软件专业应用型人才的培养力度。本文首先阐述了软件专业应用型人才培养项目的研究目标, 分析了各类软件人才培养的侧重点, 然后就人才培养体系的构建方案、知识体系、课程体系和实践教学体系等方面全面介绍了软件专业应用型人才培养的一种建议实施方案, 并具体给出了一种可行的专业基础课程设置方案。

关键词: 软件工程、信息技术、软件专业、人才培养体系、应用型软件人才
中图分类号:

Research and Practice on Training Applied Talents of Software Majors

Zhang Da-Liang, Luo Bin

(Software Institute, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu Province, 210093, China)

Abstract: The rapid progress of our national economy requires colleges' greater efforts to train applied talents of software majors. Firstly, this paper explains the project's objectives of applied talents of software majors, and emphasizes the concerns of various kinds of software talents training. Then this paper comprehensively introduces a propositional implementary plan for applied talents of software majors training on following aspects, such as construction plan, knowledge system, course system, practice teaching system, etc.. This paper also puts forward a feasible majors' fundamental course setup plan as well as its practice.

Keywords: Software Engineering, Information Technology, Software Majors, Talents Cultivation System, Applied Software Talent

人才培养的计算机专业的办学者进行交流。

1. 引言

作为信息产业的核心, 软件产业是国民经济信息化的基础, 涉及国家发展和百姓生活的方方面面。为了更好地适应和服务国民经济的快速发展, 国家提出重点发展软件产业, 要求高校结合市场需求加大软件人才的培养力度。这要求高校在培养传统计算机科学人才的同时, 也要大力培养能够满足国家各个行业发展需要的软件专业应用型人才。

本文来源于“软件专业应用型人才培养的研究与实践”教改项目的结题报告^[1], 该报告给出了应用型软件专业人才培养方案的建议, 目的在于提供给南京大学软件工程专业办学作为参考, 并抛砖引玉, 以与国内其他高校软件工程专业或侧重于应用软件

2. 研究目标

课题的目标是分析国际计算学科的最新进展, 总结国际计算学科科学型和应用型人才培养的经验, 结合我国软件产业的人才需求, 探索应用型软件人才培养体系。具体来说, 力图达到以下主要目标:

(1) 界定我国计算学科中科学型软件人才和应用型软件人才的培养区别, 建设既与国际学科发展接轨又符合我国软件产业发展战略目标的应用型软件专业。

(2) 研究应用型软件生产人才培养方案^[2] ^[3] ^[4]和应用型软件服务人才培养方案^[5], 构筑应用型软件专业人才培养的基本框架。前者基本对应于 IEEE 计算学科中的软件工

程子学科，并涉及计算机工程子学科中的软件部分；后者对应于 IEEE 计算学科中的信息技术子学科，并涉及信息工程子学科中的技术部分。

(3) 采用科学研究方法，规划应用型软件专业的学科教育知识体系、课程体系和实践教学体系，制定应用型软件专业人才培养方案，努力进行教学改革，多方位保障该人才培养方案的实施。

3. 软件人才培养的类型与侧重点

软件同时连接着现实世界和计算世界——来源于现实需求，构建于计算环境，应用于实际工作。因此，以软件为核心的计算学科既要关注计算世界，也要关注计算世界与现实世界的连接——为满足现实需求进行软件开发并且在实际工作中进行系统的应用和集成。也就是说，计算学科不仅需要研究能够提高计算能力的技术手段，也需要建立能够有效运用计算能力的工程化软件开发方法，还需要确定能够有效实施计算能力的应用与集成策略。这三个方面可以分别称之为计算机科学基础、软件工程方法和系统应用与集成方法，分别对应于计算机科学子学科、软件工程子学科和信息技术的知识主题。

如图 1 所示，科学型软件人才、应用型软件开发人才和应用型软件服务人才在培养上既具有共同的计算学科基础，又互有交叉，还有着各自的教育特点。科学型软件人才的主要任务是提高和发展计算能力，因此科学型软件人才的培养更加侧重于计算机科学理论，为学生未来从事研究工作打下扎实的理论基础。应用型软件人才可以分为应用型软件开发人才和应用型软件服务人才两种类型，其中前者的主要任务是应用计算能力满足现实需求，因此应用型软件开发人才的培养更加侧重于构建计算系统的软件工程方法，培养学生为满足社会各种需要有效进行软件开发的能力。应用型软件服务人才的主要任务是在实际工作中应用和实施已构建的计算能力，因此应用型软件服务人

才的培养更加侧重于各类计算系统的应用与集成方法。简言之，科学型软件人才的培养以计算学科基础理论和抽象知识的教育为主；应用型软件开发人才的培养以有效软件工程方法的教学为主；应用型软件服务人才的培养以计算系统应用与集成方法的教学为主。

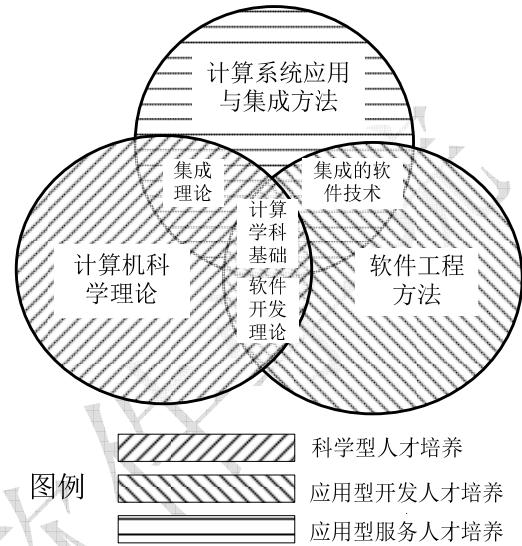


图 1. 软件人才的培养区别

4. 应用型软件人才培养方案

4.1. 应用型软件人才培养体系的基本构成

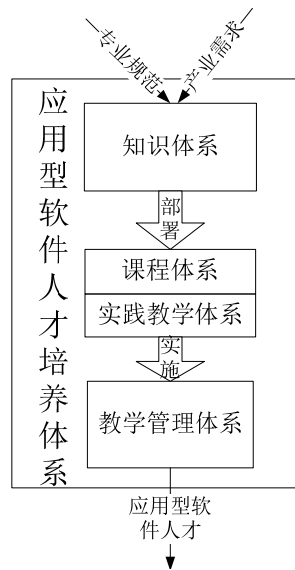


图 2 应用型软件人才培养体系的基本构成

如图 2 所示，应用型软件专业人才培养

体系应该包括知识体系、课程体系、实践教学体系和教学管理体系 4 个主要部分。

知识体系是人才培养工作的基础,用于规范专业教育的基本内容。应用型软件人才培养的知识体系主要来源于专业规范(SE 部分和 IT 部分),部分来源于产业界的现实需求(典型示例如软件产品与工具)。课程教学和实践教学是应用型软件人才培养的两个主要手段,它们互相配合,共同完成了对知识体系教学的部署。教学管理体系是人才培养的有效保障,保证课程体系和实践教学体系的有效实施。

4.2. 应用型软件人才培养的知识体系

为了达到应用型软件人才培养的目标,建立了应用型软件人才培养的知识体系,如图 3 所示。

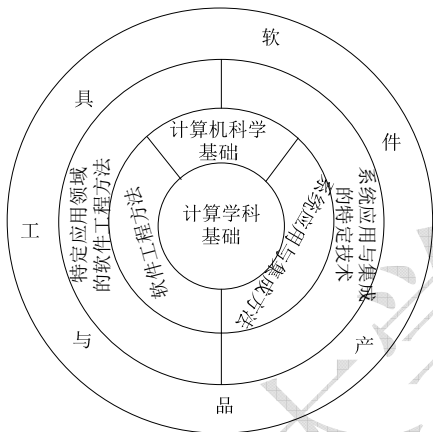


图 3 应用型软件人才培养的知识体系

在知识体系的最内一层是计算学科基础知识,它代表了计算学科最为核心和基础的知识。无论是科学型软件人才培养还是应用型软件人才培养均以它为核心进行展开。这一层的知识基本稳定,较少变动。

计算学科基础外面的一层是进行应用型软件人才培养所需要的专业核心知识。包括三个部分:①应用型软件开发人才培养和应用型软件服务人才培养所必需的计算机科学基础;②应用型软件开发人才培养所需要的软件工程方法;③应用型软件服务人才培养所需要的系统应用与集成方法。这一层的知识较为稳定,会随着学科的发展而逐步演进。

从内向外的第三层是结合应用领域或应用系统进行深层次培养的知识,包括两个

部分:①特定领域的软件工程方法;②系统应用与集成的特定技术。这一层的知识相对变动较快,会随着企业需求的变化而调整。

最外面一层是需要定期调整的软件产品与工具知识,它关注企业界使用较为广泛的软件工具和软件产品,使得所培养的应用型软件人才可以更好地满足应用需求。

4.3. 应用型软件人才培养的课程体系

依据应用型软件人才培养知识体系,课题构建了如图 4 所示的课程体系^[6]。

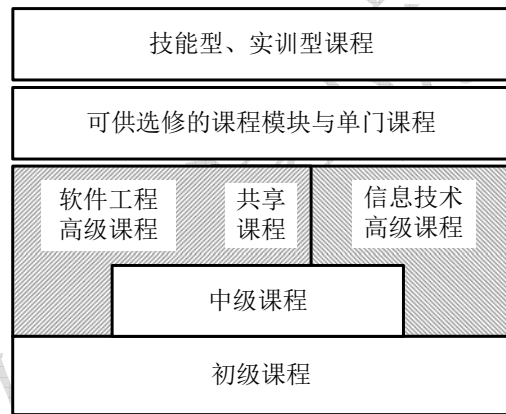


图 4 应用型软件人才培养课程体系

初级课程主要完成对计算学科基础知识的教学,可以部署为计算系统基础、计算与软件工程 I、计算与软件工程 II、计算与软件工程实践、离散数学、数据结构与算法等 6 门课程。

中级课程在初级课程的基础上展开,主要完成对计算机科学基础知识的教学,可以部署为计算机组成原理、操作系统、计算机网络、数据库系统等 4 门课程。

软件工程高级课程主要完成对软件工程方法的教学,可以部署为软件需求工程、软件系统设计与体系结构、软件构造、软件测试与质量、人机交互的软件工程方法、软件过程与管理、统计与经验方法等 7 门课程。

信息技术高级课程主要完成对系统应用与集成方法的教学,可以部署为 web 系统与技术、系统管理与维护、信息保障与安全、人机交互的软件工程方法、软件过程与管理、统计与经验方法等 6 门课程。

其中,软件工程高级课程与信息技术高级课程共享了人机交互的软件工程方法、软件过程与管理与统计与经验方法 3 门课程。

可供选修的课程模块与单门课程主要

完成对两方面知识的教学：特定领域的软件工程方法、系统应用与集成的特定技术。南京大学软件学院目前根据实际情况有选择地开设了软件过程与管理、软件开发技术、嵌入式软件技术、多媒体技术、服务计算、信息系统工程、电子服务等专业方向的选修课程模块，并涉及诸如计算机图形学、科学计算等专业方向的选修课程。学生可以选择其中一个方向模块进行深入学习。每个课程模块应该联动设计为若干门理论课程和实践课程，如部署为3门专业教学课程和1门专业实践课程。鉴于软件行业的人才知识需求特征，对选修课程的广度要求也被设置。

针对特定方法、工具和产品的技能型课程，或针对综合实践能力训练的实训课程也应该被考虑。

4.4. 应用型软件人才培养的实践教学体系

依据应用型软件人才培养知识体系，课题制定了应用型软件人才培养的实践教学体系^[7]，如图5所示。它与课程体系的实施相配合，共同完成人才培养任务。

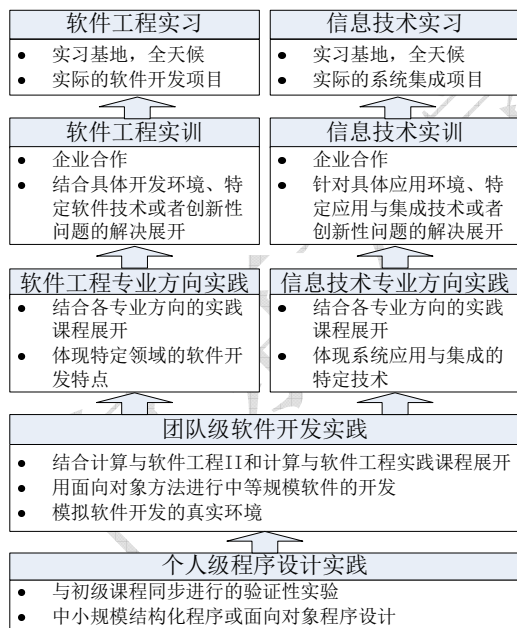


图5 应用型软件人才培养的实践体系

该实践教学体系的设计遵循了几个思路：①验证性实验、设计性实验、实训、实习等多个阶段逐次展开，循序渐进地培养工程能力；②程序设计能力、软件开发能力、专业技术运用能力、综合工程应用能力等多个层次逐层推进，稳步地培养工程能力；③

个人级、团队级等多个级别逐级覆盖，全面地培养工程能力；④实验环境、模拟环境、真实环境等多种环境逐步建立，有效地培养工程能力。

4.5. 初级课程的建设

初级课程应该覆盖计算机软硬件的基本入门知识、程序设计知识、软件工程知识、离散数学知识和职业素质知识。为保障应用型软件人才培养的质量，课题重视建设作为应用型人才培养工作基础的初级课程，规划了由计算系统基础、计算与软件工程（I、II、实践）、数据结构与算法、离散数学组成的创新型初级课程设置方案。

课题创新性设计了计算系统基础课程。作为专业入门课程，采用程序设计与系统级认识双优先的课程启动方式，采取自底向上的教学模式，对一个简单的计算机（LC）从比特到高级语言进行全面且系统的介绍。力图初学者建立一个完整的计算概念，并培养学生结构化程序设计的能力。课程教学贯穿了数字逻辑、处理器、机器级程序设计、汇编、I/O 例程、语言处理程序和结构化程序设计，既注重学生对计算概念的宏观理解，又注重学生实践能力的培养，较好解决了学生基础知识与动手能力相结合、硬件与软件相结合、系统软件与程序设计相结合的问题，有助于后续课程的教学。

课题创新性设置了计算与软件工程课程。在认真研究的基础上，一方面融程序设计教学与软件工程教学于一体，较好解决了程序设计教学与软件工程教学脱节的问题，对 CCSE 偏 SE 初级课程设置方案中软件工程与计算课程进行了有效实践；另一方面，又融职业素质教学和软件开发活动教学于一体，很好解决了职业素质过于抽象、难以教学的问题，对 CCSE 偏 SE 初级课程设置方案进行了有效创新。课程以工程理念为指导，系统地讲授面向对象程序设计技术，分析、设计、测试等软件工程方法，计划、度量、跟踪等项目管理与风险控制技术，文档写作、交流沟通、团队合作等职业技能，强调软件工程工具的使用和实践能力的训练，综合培养学生的程序设计能力、软件工程技能、职业素质，建立起工程化软件开发观念。

课程组织为三学期，分阶段实施。第一阶段系统地讲授简单软件工程方法、面向对象分析设计技术和面向对象程序设计基础，达到培养学生在软件工程方法指导下，娴熟地进行个人级程序设计的教学目标；第二阶段系统地讲授经典软件工程方法、软件工程职业实践和宏观软件设计方法，达到使学生熟悉经典软件工程方法并能够将其与软件系统设计开发相结合的教学目标；第三阶段以团队实践和项目交换为特征，综合训练学生的软件开发能力、软件工程能力、团队开发与管理能力、交流沟通与协作能力。

计算系统基础和计算与软件工程都入选了国家级精品课程。

5. 小结

课题构建了一个应用型软件人才培养体系的基本框架，主要内容包括：

(1)制定了应用型软件生产人才和应用型软件培养人才两个本科生培养方案，并设置了可动态配置的特色人才培养方向。

(2)构建了应用型软件人才培养的三个基础体系——知识体系、课程体系和实践教学体系。

(3)建设了以计算系统基础和计算与软件工程两门国家精品课程为代表的一批应用型软件专业特色课程。

(4)形成了《南京大学软件工程学科教程》(2006版)的本科教学部分。

课题研究结果有效指导了南京大学软件学院的教学实践活动，也对刚刚起步的我国应用型软件专业发展有实践意义，对我国高校应用型软件工程人才和应用型软件服务人才的培养有借鉴意义。由于研究与实践工作的局限性，本文在很多方面还存在着不足，欢迎各位同行批评指正。

致谢：本文源于江苏省高等教育教改重点课题(2005012)，2005年立项，2007年结题，项目负责人张大良和骆斌；项目主要完成人还有王浩然，赵志宏、丁二玉、陈道蓄、邵栋、刘峰、刘嘉等。张大良，曾任南京大

学软件学院筹备组组长，项目执行期间任南京大学副校长，软件学院教学指导委员会主任；骆斌，曾参加南京大学软件学院筹备组，项目执行期间任南京大学软件学院常务副院长。

参考文献

- [1] 张大良，骆斌. “软件专业应用型人才培养的研究与实践”项目结题报告，2007. <http://software.nju.edu.cn>.
- [2] ACM/IEEE Joint Task Force on Computing Curricula. Software Engineering—2004, Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering, <http://sites.computer.org/ccse/>.
- [3] 张大良，骆斌，陈道蓄. 国家示范性软件学院人才培养的教学体系. 江苏高教. 2003(3).
- [4] 张大良，骆斌，陈道蓄. 国家示范性软件学院建设与软件人才培养. 高教研究与探索. 2003(1):19-21.
- [5] ACM SIGITE, Curriculum Committee. Computing Curricula: Information Technology Volume, 2005. http://www.acm.org/education/curric_vol_s/IT_October_2005.pdf.
- [6] 骆斌，张大良，邵栋. 软件工程专业的课程体系设计. 中国大学教学. 2005(1):32-33.
- [7] 骆斌，赵志宏，邵栋. 软件工程专业工程化实践教学体系的构建与实施. 计算机教育. 2005(4):25-28.