



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



21世纪大学本科
计算机专业系列教材

钱乐秋 赵文耘 牛军钰 编著
齐治昌 主审

软件工程

<http://www.tup.com.cn>

- 根据教育部“高等学校计算机科学与技术专业规范”组织编写
- 与美国 ACM 和 IEEE *Computing Curricula 2005* 同步



清华大学出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

TP311.5

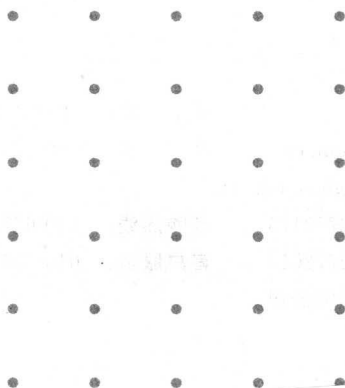
163

2007

21世纪大学本科计算机专业系列教材

软件工程

钱乐秋 赵文耘 牛军钰 编著
齐治昌 主审



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书从软件开发、维护和管理等方面,系统地介绍了软件工程的概念、原理、过程及主要方法,内容上覆盖了 ACM 和 IEEE 最新制定的 CC2005 中有关软件工程的主要知识点。本书在介绍软件工程的基本概念和基本原理的基础上,重点介绍软件开发方法和技术,包括经典的和常用的方法,如结构化方法、面向数据结构方法和面向对象方法,以及一些工程的新技术和新方法,如 UML 2.0、基于构件的开发、敏捷软件开发、Web 工程、CMM 和 CMMI 等。此外,本书尽量采用国标、ISO 标准及《计算机科学技术百科全书》对专业术语的名称及其语义解释,必要时,术语名称会同时给出其他习惯称谓。

本书适合作为高等学校计算机科学与技术学科各专业的教材,也可作为软件开发人员的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

软件工程/钱乐秋,赵文耘,牛军钰编著. —北京:清华大学出版社,2007.3

(21 世纪大学本科计算机专业系列教材)

ISBN 978-7-302-14445-8

I. 软… II. ①钱… ②赵… ③牛… III. 软件工程—高等学校—教材 IV. TP311.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 163968 号

责任编辑:张瑞庆

责任校对:李建庄

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编: 100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机: 010-62770175

邮购热线: 010-62786544

投稿咨询: 010-62772015

客户服务: 010-62776969

印 装 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×230 印 张: 26.5 字 数: 559 千字

版 次: 2007 年 3 月第 1 版 印 次: 2007 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 1~5000

定 价: 34.50 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。

联系电话: 010-62770177 转 3103 产品编号: 018915-01

21 世纪大学本科计算机专业系列教材编委会

名誉主任：陈火旺

主任：李晓明

副主任：钱德沛 焦金生

委员：（按姓氏笔画为序）

马殿富	王志英	王晓东	宁 洪	刘 辰
孙茂松	李大友	李仲麟	吴朝晖	何炎祥
宋方敏	张大方	张长海	周兴社	侯文永
袁开榜	钱乐秋	黄国兴	蒋宗礼	曾 明
廖明宏	樊孝忠			

秘书：张瑞庆

本书主审：齐治昌

序 言

PREFACE

21 世纪是知识经济的时代,是人才竞争的时代。随着 21 世纪的到来,人类已步入信息社会,信息产业正成为全球经济的主导产业。计算机科学与技术信息产业中占据了最重要的地位,这就对培养 21 世纪高素质创新型计算机专业人才提出了迫切的要求。

为了培养高素质创新型人才,必须建立高水平的教学计划和课程体系。在 20 多年跟踪分析 ACM 和 IEEE 计算机课程体系的基础上,紧跟计算机科学与技术的发展潮流,及时制定并修正教学计划和课程体系是尤其重要的。计算机科学与技术的发展对高水平人才的要求,需要我们从总体上优化课程结构,精炼教学内容,拓宽专业基础,加强教学实践,特别注重综合素质的培养,形成“基础课程精深,专业课程宽新”的格局。

为了适应计算机科学与技术学科发展和计算机教学计划的需要,要采取多种措施鼓励长期从事计算机教学和科技前沿研究的专家教授积极参与计算机专业教材的编著和更新,在教材中及时反映学科前沿的研究成果与发展趋势,以高水平的科研促进教材建设。同时适当引进国外先进的原版教材。

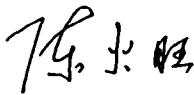
为了提高教学质量,需要不断改革教学方法与手段,倡导因材施教,强调知识的总结、梳理、推演和挖掘,通过加快教案的不断更新,使学生掌握教材中未及时反映的学科发展新动向,进一步拓广视野。教学与科研相结合是培养学生实践能力的有效途径。高水平的科研可以为教学提供最先进的高新技术平台和创造性的工作环境,使学生得以接触最先进的计算机理论、技术和环境。高水平的科研还可以为高水平人才的素质教育提供良好的物质基础。学生在课题研究中不但能了解科学研究的艰辛和科研工作者的奉献精神,而且能熏陶和培养良好的科研作风,锻炼和培养攻关能力和协作精神。

进入 21 世纪,我国高等教育进入了前所未有的大发展时期,时代的进步与发展对高等教育质量提出了更高、更新的要求。2001 年 8 月,教育部颁发了《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》。文件指出,本科教育是高等教育的主体和基础,抓好本科教学是提高整个高等教育质量的重点和关键。随着高等教育的普及和高等学校的扩招,在校大学本科计算机专业学生的人数将大量上升,对适合 21 世纪大学本科计算

机科学与技术学科课程体系要求的,并且适合中国学生学习的计算机专业教材的需求量也将急剧增加。为此,中国计算机学会和清华大学出版社共同规划了面向全国高等院校计算机专业本科生的“21 世纪大学本科计算机专业系列教材”。本系列教材借鉴美国 ACM 和 IEEE/CS 最新制定的《Computing Curricula 2005》(简称 CC2005)课程体系,反映当代计算机科学与技术学科水平和计算机科学技术的新发展、新技术,并且结合中国计算机教育改革成果和中国国情。

中国计算机学会教育专业委员会和全国高等学校计算机教育研究会,在清华大学出版社的大力支持下,跟踪分析 CC2001,并结合中国计算机科学与技术学科的发展现状和计算机教育的改革成果,研究出了《中国计算机科学与技术学科教程 2002》(China Computing Curricula 2002,简称 CCC2002),该项研究成果对中国高等学校计算机科学与技术学科教育的改革和发展具有重要的参考价值和积极的推动作用。

“21 世纪大学本科计算机专业系列教材”正是借鉴美国 ACM 和 IEEE/CS CC2005 课程体系,依据 CCC2002 基本要求组织编写的计算机专业教材。相信通过这套教材的编写和出版,能够在内容和形式上显著地提高我国计算机专业教材的整体水平,继而提高我国大学本科计算机专业的教学质量,培养出符合时代发展要求的具有较强国际竞争力的高素质创新型计算机人才。



中国工程院院士

国防科学技术大学教授

21 世纪大学本科计算机专业系列教材编委会名誉主任

前言

FOREWORD

自 1968 年首次提出“软件工程”的概念以来,软件工程得到了很大的发展,新的方法、技术、模型不断涌现,为成功开发高质量软件起到了重要的作用。随着计算机科学技术的飞速发展,软件工程已经成为计算机科学与技术学科的重要学科方向。

软件工程是高等学校计算机科学与技术学科各专业的一门重要的专业基础课程,本书在介绍软件工程的基本概念和基本理论的基础上,重点介绍软件开发的方法和技术,旨在通过本书的学习使读者具有一定的软件开发能力。

本书的内容覆盖了 ACM 和 IEEE 最新制定的“计算教程 2005”(简称 CC2005)知识体系中有关软件工程的主要知识单元和知识点,并根据国内计算机教育和产业的现状,既介绍传统的经典方法,又介绍当今软件工程的最新技术和方法,如基于构件的开发方法、敏捷开发方法、UML、Web 工程等。

本书共分 14 章。第 1 章介绍软件工程的基本概念、软件过程(包括 CMM/CMMI)、软件过程模型、敏捷软件开发和 CASE 工具与环境;第 2 章至第 4 章分别对系统工程、需求工程和设计工程作简要介绍,并介绍它们所包含的活动;第 5 章至第 8 章主要介绍软件需求分析和设计的方法,包括面向数据流的方法、面向数据结构的方法、面向对象的方法和基于构件的开发方法;第 9 章介绍人机界面的设计;第 10 章介绍程序设计语言和编码;第 11 章介绍软件测试技术;第 12 章介绍 Web 工程,包括 Web 工程过程、Web 分析、Web 设计和 Web 测试;第 13 章介绍软件维护和再工程;第 14 章介绍软件项目管理,包括软件项目管理过程、软件度量、项目估算、项目进度管理、风险管理、项目组织、质量管理和配置管理等。

钱乐秋教授编写了本书的第 1、2、7、11 章,并负责全书的统稿;赵文耘教授编写了第 5、6、8、14 章;牛军钰副教授编写了第 3、4、9、10、12、13 章。

国防科学技术大学齐治昌教授认真审阅了全部书稿,并提出了许多中肯的修改意见。本书在编写过程中得到了教育部计算机科学与技术教学指导委员会、清华大学出版社以

及复旦大学信息学院、计算机科学与工程系的领导和老师们的大力支持,在此一并向他们表示衷心的感谢。

在此要特别感谢北京大学李晓明教授和清华出版社的编辑,没有他们的信任和鼓励,就没有本书的问世。

编者

2007 年 1 月

目 录

CONTENTS

第 1 章 概论	1
1.1 计算机软件	1
1.1.1 软件的发展	2
1.1.2 软件的特点	3
1.1.3 软件的分类	4
1.1.4 软件语言	4
1.2 软件工程	6
1.2.1 软件工程定义	6
1.2.2 软件工程框架	7
1.2.3 软件生存周期	7
1.3 软件过程	8
1.3.1 ISO/IEC 12207 软件生存周期过程	9
1.3.2 能力成熟度模型 CMM	12
1.3.3 能力成熟度模型集成 CMMI	15
1.4 软件过程模型	18
1.4.1 瀑布模型	18
1.4.2 演化模型	20
1.4.3 增量模型	20
1.4.4 原型模型	21
1.4.5 螺旋模型	22
1.4.6 喷泉模型	24
1.4.7 基于构件的开发模型	24
1.4.8 形式化方法模型	25
1.5 敏捷软件开发	26

1.5.1	敏捷软件开发的价值观及开发原则	26
1.5.2	XP 方法简介	28
1.5.3	Agile 与 CMM	33
1.6	CASE 工具与环境	34
1.6.1	软件工具	34
1.6.2	软件开发环境	36
1.7	小结	38
	习题	38
第 2 章	系统工程	39
2.1	基于计算机的系统	40
2.2	系统工程的任务	41
2.3	可行性分析	42
2.3.1	经济可行性	42
2.3.2	技术可行性	43
2.3.3	法律可行性	44
2.3.4	方案的选择和折衷	44
2.4	小结	45
	习题	45
第 3 章	需求工程	46
3.1	需求工程概述	46
3.2	需求获取	48
3.2.1	软件需求	48
3.2.2	需求获取方法与策略	50
3.3	需求分析、协商与建模	54
3.3.1	需求分析原则	54
3.3.2	信息域	54
3.3.3	抽象、分解与多视点分析	55
3.3.4	需求协商	56
3.3.5	需求建模	56
3.4	需求规约与验证	57
3.4.1	需求规约的原则	57
3.4.2	需求规约	58

3.4.3 需求验证	59
3.5 需求管理	60
3.6 小结	61
习题	61
第4章 设计工程	62
4.1 软件设计工程概述	62
4.2 软件设计原则	65
4.2.1 抽象与逐步求精	65
4.2.2 模块化	66
4.2.3 信息隐藏	67
4.2.4 模块独立	68
4.3 软件体系结构设计	70
4.3.1 体系结构发展过程	71
4.3.2 软件体系结构的风格	71
4.3.3 评估可选的体系结构	74
4.4 部件级设计技术	75
4.4.1 结构化程序设计方法	76
4.4.2 图形表示法	76
4.4.3 判定表	79
4.4.4 设计性语言 PDL	81
4.5 设计规约与设计评审	81
4.5.1 设计规约	82
4.5.2 设计评审	83
4.6 小结	84
习题	85
第5章 结构化分析与设计	86
5.1 结构化分析方法概述	86
5.2 数据流图	88
5.2.1 数据流图的图形表示	88
5.2.2 分层数据流图的画法	91
5.3 分层数据流图的审查	97
5.3.1 分层数据流图的一致性和完整性	97

5.3.2	构造分层 DFD 时需要注意的问题	102
5.3.3	分解的程度	104
5.4	数据字典	104
5.4.1	字典条目的种类及描述符号	104
5.4.2	字典条目	105
5.4.3	字典条目实例	110
5.4.4	数据字典的实现	110
5.5	描述基本加工的小说明	111
5.5.1	结构化语言	111
5.5.2	判定表	112
5.5.3	判定树	114
5.6	结构化设计概述	115
5.6.1	结构图	115
5.6.2	启发式设计策略	117
5.6.3	结构化设计的步骤	119
5.7	数据流图到软件体系结构的映射	121
5.7.1	信息流	121
5.7.2	数据流图映射到结构图的步骤	122
5.7.3	变换分析	123
5.7.4	事务分析	125
5.7.5	分层 DFD 的映射	127
5.8	初始结构图的改进	129
5.8.1	结构图改进实例	129
5.8.2	结构图改进技巧	133
5.9	小结	134
	习题	134

第 6 章 面向数据结构的分析与设计

6.1	JSP 方法	136
6.1.1	数据结构与程序结构的表示	137
6.1.2	JSP 方法的分析和设计步骤	139
6.2	JSD 方法简介	145
6.3	小结	146
	习题	146

第 7 章 面向对象的分析 and 设计	148
7.1 面向对象的基本概念	149
7.2 面向对象分析和设计过程	152
7.2.1 面向对象分析过程	152
7.2.2 面向对象设计过程	155
7.2.3 设计模式	157
7.3 UML 概述	158
7.3.1 UML 发展历史	158
7.3.2 UML 简介	159
7.3.3 视图	160
7.3.4 图	163
7.4 用况建模	165
7.4.1 用况建模步骤	166
7.4.2 确定执行者	167
7.4.3 确定用况	168
7.4.4 用况描述	169
7.4.5 用况图中的关系	171
7.4.6 实例	172
7.5 静态建模	175
7.5.1 类图和对象图	175
7.5.2 CRC 技术	177
7.5.3 类之间的关系	182
7.6 动态建模	191
7.6.1 状态机图	191
7.6.2 活动图	200
7.6.3 顺序图	202
7.6.4 通信图	206
7.7 物理体系结构建模	208
7.7.1 构件图	208
7.7.2 部署图	209
7.8 小结	211
习题	212

第 8 章 基于构件的软件开发	213
8.1 基于构件的软件开发概述	213
8.1.1 构件	214
8.1.2 基于构件的软件开发过程	216
8.1.3 CBSD 对质量、生产率和成本的影响	218
8.2 建造可复用构件	220
8.2.1 对可复用构件的要求	220
8.2.2 创建领域构件的设计框架	221
8.2.3 可变性分析	221
8.2.4 可变性机制	222
8.3 应用系统工程	224
8.3.1 基于 CBSD 的应用系统分析和设计	224
8.3.2 构件的鉴定、特化和组装	226
8.4 构件的管理	227
8.4.1 构件的分类描述	227
8.4.2 构件库管理系统	228
8.5 小结	229
习题	230
第 9 章 人机界面设计	231
9.1 人的因素	231
9.1.1 人对感知过程的认识	231
9.1.2 用户的技能和行为方式	232
9.1.3 人体测量学对设计的影响	233
9.2 人机界面风格	235
9.3 人机界面分析与建模	238
9.3.1 人机界面设计过程	238
9.3.2 人机界面设计中涉及的模型	239
9.3.3 任务分析的途径与方法	240
9.4 界面设计活动	240
9.4.1 定义界面对象和动作	240
9.4.2 设计问题	242
9.4.3 黄金原则	243

9.5 实现工具	246
9.6 设计评估	247
9.7 小结	248
习题	248
第 10 章 程序设计语言和编码	249
10.1 程序设计语言	249
10.1.1 程序设计语言的基本成分	250
10.1.2 程序设计语言的特性	251
10.1.3 程序设计语言的分类	253
10.1.4 程序设计语言的选择	255
10.2 程序设计风格	255
10.2.1 源程序文档化	256
10.2.2 数据说明	259
10.2.3 语句结构	259
10.2.4 输入和输出	261
10.3 小结	262
习题	262
第 11 章 软件测试	263
11.1 软件测试基础	263
11.1.1 软件测试的目的	263
11.1.2 软件测试的基本原则	264
11.1.3 白盒测试和黑盒测试	265
11.2 白盒测试	266
11.2.1 逻辑覆盖测试	266
11.2.2 逻辑表达式错误敏感的测试	271
11.2.3 基本路径测试	273
11.2.4 数据流测试	275
11.2.5 循环测试	276
11.3 黑盒测试	277
11.3.1 等价类划分	277
11.3.2 边界值分析	280
11.3.3 比较测试	281

11.3.4	错误猜测	282
11.3.5	因果图	282
11.4	测试策略	286
11.4.1	V 模型	286
11.4.2	单元测试	288
11.4.3	集成测试	289
11.4.4	确认测试	292
11.4.5	系统测试	293
11.5	面向对象测试	295
11.5.1	面向对象语境对测试的影响	295
11.5.2	面向对象测试策略	296
11.5.3	面向对象测试用例设计	296
11.6	测试完成标准	297
11.7	调试	298
11.7.1	调试过程	298
11.7.2	调试方法	299
11.7.3	纠正错误	300
11.8	小结	301
	习题	301

第 12 章 Web 工程 303

12.1	基于 Web 系统和应用的属性	303
12.2	Web 工程过程	306
12.2.1	过程框架	306
12.2.2	改善框架	307
12.2.3	Web 工程中有用的规则	307
12.2.4	方法和工具	308
12.3	Web 分析	308
12.3.1	Web 的分析类别	309
12.3.2	分析元素	310
12.4	Web 设计	310
12.4.1	体系结构设计	311
12.4.2	导航设计	311
12.4.3	界面设计	312

12.4.4	构件级设计	313
12.5	Web 测试	313
12.5.1	质量评判标准	314
12.5.2	在 WebApp 环境下出现的错误	314
12.5.3	测试策略	315
12.6	小结	315
	习题	315
第 13 章	软件维护与再工程	317
13.1	软件维护	317
13.1.1	软件维护的概念	317
13.1.2	软件维护的过程	320
13.1.3	软件可维护性	323
13.2	再工程技术	326
13.2.1	再工程的概念	326
13.2.2	业务过程再工程	327
13.2.3	软件再工程过程	328
13.2.4	逆向工程	330
13.3	小结	331
	习题	331
第 14 章	软件项目管理	332
14.1	软件项目管理概述	332
14.1.1	软件项目管理的关注点	332
14.1.2	软件项目管理的内容	335
14.2	软件度量	340
14.2.1	面向规模的度量	341
14.2.2	面向功能的度量	342
14.2.3	软件质量模型	346
14.2.4	程序复杂性度量	352
14.2.5	软件可靠性度量	354
14.3	软件项目估算	355
14.3.1	代码行、功能点和工作量估算	355
14.3.2	IBM 估算模型	357