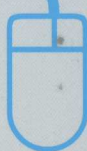


可下载教学资料

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



高等学校教材
计算机科学与技术

软件体系结构设计

李千目 许满武 张宏 戚湧 等 编著



清华大学出版社

高等学校教材

计算机科学与技术

软件体系结构设计

李千目 许满武 张宏 戚湧 等 编著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书系统介绍了软件体系结构的基本原理、方法和实践,全面反映了软件体系结构研究和应用的最新进展。既讨论了软件体系结构的基本理论知识,又介绍了软件体系结构的设计和工业界应用实例,强调理论与实践相结合。

全书共4篇22章,第一篇“基础篇:软件体系结构的理论”,第二篇“软件复用与构件库的设计”,第三篇“软件规模的度量”,第四篇“软件的性能抗衰”。第一篇分为8章,介绍了软件体系结构的基础理论,包括软件体系结构的概念及演化、软件建模基础、软件体系结构的形式化、软件体系结构的风格、体系结构的描述语言、软件质量建模、设计模式等内容。第二篇分为4章,首先介绍软件复用的相关概念、发展现状以及基于复用驱动的软件过程,并对软件复用的关键因素做了详细介绍。在对构件技术的相关概念、三大主流构件技术进行分析之后,总结了几种较为经典的构件描述模型和构件检索方法。随后介绍运用软件体系结构进行构件组装的方法。第三篇分为5章,在对FPA方法以及其他的软件规模度量方法进行详细介绍的前提下,对FPA的不足提出了改进。第四篇分为5章,介绍了软件性能抗衰方面的相关研究内容。

本书可作为计算机软件专业本科生、研究生和软件工程硕士的软件体系结构教材,也可作为软件工程高级培训、系统分析员培训、系统构架设计师培训教材,以及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

软件体系结构设计/李千目等编著. —北京:清华大学出版社,2008.2

(高等学校教材·计算机科学与技术)

ISBN 978-7-302-16231-5

I. 软… II. 李… III. 软件—系统结构—结构设计—高等学校—教材 IV. TP311.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第153476号

责任编辑:付宏宇 李 晔

责任校对:梁 毅

责任印制:孟凡玉

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:185×260 印 张:25.5 字 数:615千字

版 次:2008年2月第1版 印 次:2008年2月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:36.00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:022640-01

编审委员会成员

(按地区排序)

清华大学

周立柱 教授

覃 征 教授

王建民 教授

刘 强 副教授

冯建华 副教授

北京大学

杨冬青 教授

陈 钟 教授

陈立军 副教授

北京航空航天大学

马殿富 教授

吴超英 副教授

姚淑珍 教授

中国人民大学

王 珊 教授

孟小峰 教授

陈 红 教授

北京师范大学

周明全 教授

北京交通大学

阮秋琦 教授

北京信息工程学院

孟庆昌 教授

北京科技大学

杨炳儒 教授

石油大学

陈 明 教授

天津大学

艾德才 教授

复旦大学

吴立德 教授

吴百锋 教授

杨卫东 副教授

华东理工大学

邵志清 教授

华东师范大学

杨宗源 教授

应吉康 教授

东华大学

乐嘉锦 教授

上海第二工业大学

蒋川群 教授

浙江大学

吴朝晖 教授

李善平 教授

南京大学

骆 斌 教授

南京航空航天大学

秦小麟 教授

南京理工大学

张功萱 教授

南京邮电学院	朱秀昌	教授
苏州大学	龚声蓉	教授
江苏大学	宋余庆	教授
武汉大学	何炎祥	教授
华中科技大学	刘乐善	教授
中南财经政法大学	刘腾红	教授
华中师范大学	王林平	副教授
	魏开平	副教授
	叶俊民	教授
国防科技大学	赵克佳	教授
	肖 侬	副教授
中南大学	陈松乔	教授
	刘卫国	教授
湖南大学	林亚平	教授
	邹北骥	教授
西安交通大学	沈钧毅	教授
	齐 勇	教授
长安大学	巨永峰	教授
西安石油学院	方 明	教授
西安邮电学院	陈莉君	副教授
哈尔滨工业大学	郭茂祖	教授
吉林大学	徐一平	教授
	毕 强	教授
长春工程学院	沙胜贤	教授
山东大学	孟祥旭	教授
	郝兴伟	教授
山东科技大学	郑永果	教授
中山大学	潘小轰	教授
厦门大学	冯少荣	教授
福州大学	林世平	副教授
云南大学	刘惟一	教授
重庆邮电学院	王国胤	教授
西南交通大学	杨 燕	副教授

改革开放以来,特别是党的十五大以来,我国教育事业取得了举世瞩目的辉煌成就,高等教育实现了历史性的跨越,已由精英教育阶段进入国际公认的大众化教育阶段。在质量不断提高的基础上,高等教育规模取得如此快速的发展,创造了世界教育发展史上的奇迹。当前,教育工作既面临着千载难逢的良好机遇,同时也面临着前所未有的严峻挑战。社会不断增长的高等教育需求同教育供给特别是优质教育供给不足的矛盾,是现阶段教育发展面临的基本矛盾。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2001年8月,教育部下发了《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》,提出了十二条加强本科教学工作提高教学质量的措施和意见。2003年6月和2004年2月,教育部分别下发了《关于启动高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作的通知》和《教育部实施精品课程建设提高高校教学质量和人才培养质量》文件,指出“高等学校教学质量和教学改革工程”是教育部正在制定的《2003—2007年教育振兴行动计划》的重要组成部分,精品课程建设是“质量工程”的重要内容之一。教育部计划用五年时间(2003—2007年)建设1500门国家级精品课程,利用现代化的教育信息技术手段将精品课程的相关内容上网并免费开放,以实现优质教学资源共享,提高高等学校教学质量和人才培养质量。

为了深入贯彻落实教育部《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》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上;精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展、顺应并符合新世纪教学发展的规律、代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻

性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。首批推出的特色精品教材包括:

(1) 高等学校教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 高等学校教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 高等学校教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 高等学校教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 高等学校教材·信息管理与信息系统。

(6) 高等学校教材·财经管理与计算机应用。

清华大学出版社经过 20 多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

E-mail: dingl@tup.tsinghua.edu.cn

软件体系结构是软件系统的高层结构,是一种用于理解系统级目标的框架。对于软件项目的开发来说,一个清晰的软件体系结构是首要的,它高度抽象,超越了算法和数据结构。它有两个基本着眼点:一是系统结构,二是需求与实现之间的交互。软件体系结构研究的主要内容涉及软件体系结构描述、软件体系结构风格、软件体系结构评价和软件体系结构的形式化方法等。

1. 软件体系结构描述语言

软件体系结构描述语言(architecture description language, ADL)是一种形式化语言,它在底层语义模型的支持下,为软件系统的概念体系结构建模提供了具体的语法和概念框架。基于底层语义的工具为软件体系结构的表示、分析、演化、细化、设计等过程提供支持,包括构件、连接件和约束 3 个基本元素。主要的体系结构描述语言有 C2、UniCon、MetaH、Aesop、SADL、Rapide、Wright 等。软件体系结构描述语言的目的是提供一种规范化的体系结构描述,以便与人交流,并能够用所提供的工具对实例进行分析。

2. 体系结构描述的构造与表示

按照一定的描述方法,用软件体系结构描述语言 ADL 对体系结构进行说明的结果称为体系结构的表示,而将描述体系结构的过程称为体系结构构造。在体系结构描述方面,Kruchten 提出的“4+1”模型是当今软件体系结构描述的一个经典范例。该模型由逻辑视图、开发视图、过程视图和物理视图组成,并通过场景将这 4 种视图有机地结合起来,比较细致地描述了需求和体系结构之间的关系。而 Booch 从 UML 的角度出发给出了一种由设计视图、过程视图、实现视图、部署视图再加上一个用例视图构成的体系结构描述模型。IEEE 于 1995 年成立了体系结构工作组,综合体系结构描述的研究成果,并参考业界的体系结构描述的实践,起草了体系结构描述标准 IEEE P1471。

3. 体系结构的设计、分析与验证

生成一个满足软件需求的体系结构的过程即为体系结构设计。软件体系结构设计是软件设计中非常重要的一个环节。在软件开发过程中,只要确定了需求和体系结构,

这个软件基本上也就定型了。体系结构设计的本质在于将系统分解成相应的组成成分,并将这些成分重新组装成一个系统。体系结构设计有过程驱动方法和问题列表驱动方法。体系结构设计研究的重点内容之一是体系结构风格,体系结构风格在本质上反映了一些特定的元素按照特定的方式组成一个特定的结构,该结构应有利于上下文环境中的特定问题的解决。

体系结构是对系统的高层抽象,并只对感兴趣的属性进行建模。由于体系结构是在软件开发过程之初产生的,因此好的体系结构可以减少和避免软件错误的产生和维护阶段的高昂代价。体系结构是系统集成的蓝本、系统验收的依据,体系结构本身需要分析与测试,以确定这样的体系结构是否满足需求。比较重要的体系结构分析(评估)方法有体系结构权衡分析方法(architecture tradeoff analysis method, ATAM)、软件体系结构分析方法(software architecture analysis method, SAAM)和中间设计积极评审法(active reviews for intermediate design, ARID)。

4. 体系结构的发现、演化与重用

对于一个已经存在但是不知道其体系结构的软件系统,对其进行维护是一件很困难的事情,这时可以通过体系结构发现来解决这个问题。体系结构发现就是从已经存在的软件系统中提取出软件体系结构,这可以帮助维护人员理解系统,保证维护工作的顺利进行。

由于系统需求、技术、环境、分布等因素的变化而最终导致软件体系结构的变动,称为软件体系结构演化。体系结构重用属于比代码重用更高级的设计重用。重用是软件工程领域所倡导的有效技术之一,体系结构级的重用会导致大批构件的重用,这不仅极大地提高了软件开发的效率、降低了软件开发的成本,而且对于提高多种软件质量也有很大的作用。

5. 基于体系结构的软件开发方法

在本质上,软件体系结构是对软件需求的一种抽象解决方案。在引入体系结构的软件开发之后,应用系统的构造过程变为“问题定义——软件需求——软件体系结构——软件实现”,可以认为软件体系结构架起了软件需求和软件设计之间的一座桥梁。在基于构件和软件体系结构的软件开发逐渐成为主流开发方法的情况下,已经出现了基于构件的软件工程。

6. 特定领域的软件体系结构

特定领域的软件体系结构(domain specific software architecture, DSSA)是一门以软件重用为核心,研究软件应用框架的获取、表示和应用等问题的软件方法学。DSSA 将软件体系结构理论应用到具体领域,因为特定领域的应用具有相似的特征,所以可以借鉴领域中已经成熟的软件体系结构,实现解决方法在某个领域内的重用。

7. 软件系统的抗衰技术

计算系统正在变得越来越复杂,许多已知和未知的软件缺陷无法避免,由其引发的软件老化现象成为人们不得不接受和面对的事实,因此,必须对软件抗衰技术进行探索和研究,尽可能地降低计算系统性能衰退和意外失效所导致的损失。本书阐述了软件抗衰技术的研究背景和研究现状,并对其目前面临的一些问题进行了分析,针对这些问题在 4 个方面展开

论述,包括新型的单级软件抗衰策略、细粒度软件抗衰策略、细粒度重启技术、细粒度软件抗衰策略的建模与分析技术。

本书分为四篇,内容分别是第一篇“基础篇:软件体系结构的理论”,第二篇“软件复用与构件库的设计”,第三篇“软件规模的度量”,第四篇“软件的性能抗衰”。第一篇分为8章,介绍了软件体系结构的基础理论,包括软件体系结构的概念及演化、软件建模基础、软件体系结构的形式化、软件体系结构的风格、体系结构的描述语言、软件质量建模、设计模式等内容。第二篇分为4章,首先介绍软件复用的相关概念、发展现状以及基于复用驱动的软件过程,并对软件复用的关键因素做了详细介绍。在对构件技术的相关概念、3大主流构件技术进行分析之后,总结了几种较为经典的构件描述模型和构件检索方法。随后介绍了运用软件体系结构进行构件组装的方法。第三篇分为5章,在对FPA方法以及其他的软件规模度量方法进行详细介绍的前提下,对FPA的不足提出了改进。第四篇分为5章,介绍了软件性能抗衰方面的相关研究。建议在教学过程中,带*号的章节可以根据课程课时和学生层次情况选择性介绍。本书第一篇和第二篇可供高等院校相关专业作为本科生教材使用,第三篇和第四篇可作为研究生有关专业的教材,也可以作为工程技术人员和爱好者的参考书。

本书由李千目编著,许满武、张宏、戚湧、严悍、侯君参与编写。在初稿完成后,长期从事软件理论研究的刘凤玉教授仔细阅读了书稿,提出了许多宝贵的意见,使本书更加完善。在编写过程中,张功萱教授、游静老师、陆文汀、张谷、莫岭等同学做了大量的调研、收集和整理工作,在此一并表示感谢。

最后,还要提到的是清华大学出版社的同志们、微软亚洲研究院高校关系部的马歆、摩托罗拉有限公司南京研究所的邓欣、中兴通讯南京研发中心的徐峰,对他们的帮助深表谢意。

本书肯定会有不妥甚至错误之处,诚盼专家和广大读者不吝指正。

作 者

2007年7月

第一篇 基础篇：软件体系结构的理论

第 1 章 绪论	3
1.1 软件体系结构的概念演化	4
1.1.1 软件体系结构的定义	5
1.1.2 软件体系结构的理论基础	9
1.2 软件体系结构形式化方法概述	11
1.2.1 基于 CHAM 的体系结构形式规约	12
1.2.2 基于 Z 语言的体系结构形式规约	12
1.2.3 基于一阶逻辑的体系结构形式规约	12
1.2.4 基于图论的体系结构形式规约	13
1.2.5 目前形式化方法存在的问题	13
1.3 软件体系结构描述语言概述	13
1.4 软件质量与质量模型	16
思考题	18
第 2 章 软件建模的基础	19
2.1 一个简单例子	19
2.2 面向对象特性	21
2.2.1 封装性	21
2.2.2 继承性	23
2.2.3 多态性	24
2.3 接口	25
2.4 设计原则	26
2.4.1 SRP 单一职责原则	27
2.4.2 OCP 开闭原则	28
2.4.3 LSP 里氏替换原则	29
2.4.4 ISP 接口分离原则	30

2.4.5	DIP 依赖倒置原则	30
2.5	UML2 的各种图	32
2.6	需求建模：用例	34
2.6.1	一个用例图例子	34
2.6.2	用例与参与者	34
2.6.3	用例图	35
2.6.4	用例间关系	36
2.6.5	用例对需求建模	38
2.7	基本结构建模	39
2.7.1	一个类图例子	39
2.7.2	性质	40
2.7.3	对象图	44
2.7.4	操作	46
2.7.5	接口	50
2.7.6	关系	53
2.7.7	关系建模	67
2.7.8	类图	68
2.8	高级结构建模	69
2.8.1	公共扩展机制	69
2.8.2	包和包图	72
2.8.3	复合结构	74
2.8.4	模板	77
2.9	Kruchten 4+1 模型描述软件体系结构	81
2.9.1	逻辑视图：面向对象的分解	82
2.9.2	过程视图：过程分解	83
2.9.3	开发视图：子系统分解	85
2.9.4	物理视图：从软件到硬件的映射	86
2.9.5	场景视图：汇总	88
2.9.6	视图间的交流	89
2.9.7	模型的迭代过程和软件文档	91
思考题		92
第 3 章	软件体系结构的形式化	94
3.1	软件的生命周期	95
3.2	基于抽象代数的形式化方法	99
3.2.1	构件	100
3.2.2	连接件	102
3.2.3	软件体系结构	102
3.2.4	软件体系结构关系	103

3.2.5 软件体系结构范式	104
3.3 基于粒度计算的形式化方法	106
3.3.1 软件体系结构演化	108
3.3.2 属性合成和跟踪	110
3.3.3 软件体系结构多视图表达及集成	111
3.3.4 软件体系结构风格和软件体系结构风格发现	112
3.4 * 基于 π 演算的形式化方法	113
3.4.1 π 演算基本语法	114
3.4.2 π 演算约简关系	115
3.4.3 π 演算迁移关系	116
3.5 * 动态软件体系结构的形式化描述: 化学抽象机	118
3.5.1 化学抽象机模型	118
3.5.2 软件体系结构描述	118
思考题	121
第 4 章 软件体系结构的风格	122
4.1 管道和过滤器风格	123
4.2 仓库风格和黑板风格	126
4.3 事件驱动风格	128
4.4 客户机-分配器-服务器风格	132
4.5 分层系统风格	133
4.6 解释器	136
4.7 面向服务的体系结构	136
4.7.1 面向服务体系结构中的组成元素	138
4.7.2 面向服务体系结构的设计原则	141
4.8 过程控制环路模式	143
思考题	144
第 5 章 体系结构描述语言	146
5.1 典型 ADL	146
5.1.1 C2 概述	146
5.1.2 Darwin 与 Wright 概述	151
5.1.3 ACME 概述	152
5.1.4 UniCon 概述	159
5.1.5 Aesop 概述	161
5.1.6 Rapide 概述	162
5.1.7 MetaH	163
5.1.8 SADL 概述	163
5.2 π ADL 的概述	167

5.2.1	π ADL 体系结构描述框架	168
5.2.2	π ADL 体系结构风格描述方法	171
5.3	π ADL 体系结构行为规约	172
	思考题	173
第 6 章	软件质量建模方法	178
6.1	软件质量建模与分析	181
6.1.1	风险分析的基本概念	181
6.1.2	风险分析的基本方法	182
6.1.3	图形化建模语言	184
6.2	实证分析: 软件体系结构的质量	190
6.2.1	地面智能机器人的软件系统	190
6.2.2	解决方案 1: 过程控制环路模式	191
6.2.3	解决方案 2: 分层架构模式	192
6.2.4	解决方案 3: 基于事件驱动的隐式调用模式	193
6.2.5	解决方案 4: 黑板体系模式	195
6.2.6	解决方案比较	196
	思考题	196
第 7 章	设计模式	197
7.1	设计模式概述	197
7.2	设计模式的分类	197
7.3	创建型的设计模式	199
7.3.1	Factory	200
7.3.2	Prototype	201
7.3.3	Builder	202
7.3.4	Singleton	204
7.3.5	Adapter	205
	思考题	207
第 8 章	战场环境中自适应服务的软件组合框架	210
8.1	服务的描述与特征	210
8.1.1	服务模型	211
8.1.2	服务事务处理	211
8.2	TSCF 服务组合框架	212
8.2.1	TSCF 框架	212
8.2.2	服务代理设计	215
8.2.3	服务组合协调	216
8.3	服务调度流程控制的应用实现	223

8.4 小结	224
思考题	225

第二篇 软件复用与构件库的设计

第 9 章 构件库研究现状	229
9.1 问题的提出	229
9.2 构件库研究现状	229
第 10 章 软件复用概述	231
10.1 软件复用的定义及复用驱动的软件过程	231
10.1.1 软件复用的定义及软件复用的实体	231
10.1.2 复用驱动的软件过程	232
10.2 软件复用的研究现状	233
10.3 软件复用的分类	234
10.3.1 按构件的透明程度进行分类	234
10.3.2 按构件粒度进行分类	234
10.4 软件复用关键因素	234
10.4.1 软件构件技术	234
10.4.2 领域工程	235
10.4.3 软件工厂	235
10.4.4 软件再工程	236
10.4.5 软件过程	237
10.4.6 开放系统	237
10.4.7 CASE 技术	238
10.4.8 非技术因素	238
第 11 章 构件技术	239
11.1 构件的特点	240
11.1.1 构件的特点	241
11.1.2 构件的分类	241
11.2 软件构件技术规范	242
11.2.1 Microsoft 的 COM/DCOM/COM+	242
11.2.2 OMG 的 CCM	244
11.2.3 SUN 的 EJB	246
11.3 构件描述模型	247
11.3.1 3C 模型	248
11.3.2 REBOOT 模型	248
11.3.3 青鸟构件模型	248

11.4	构件获取	249
11.5	构件管理	250
11.6	构件复用	254
11.7	运用体系结构进行构件组装	259
11.7.1	青鸟系统的构件组装方案	260
11.7.2	基于软件体系结构的构件组装	260
第 12 章	Web 构件库实现	262
12.1	Web 开发简述	262
12.2	Web 构件库总体结构	264
12.3	Web 应用的构件模型	265
12.4	构件库的具体实现	268
12.4.1	用户管理模块	268
12.4.2	构件入库模块	269
12.4.3	构件浏览模块	271
12.4.4	构件检索模块	272
12.4.5	构件组装模块	273
第三篇 软件规模的度量		
第 13 章	软件规模度量研究现状	277
13.1	软件过程管理	277
13.2	软件规模度量	277
第 14 章	FPA 方法	281
14.1	数据功能点(Data Function Point)	281
14.2	事务功能点(Transaction Function Point)	283
14.3	调整系数(Value Adjustment Factor)	287
14.4	怎样计算功能点	291
第 15 章	FPA 方法的实际应用及其不足	292
15.1	实例项目简介	292
15.2	招标管理模块	293
15.3	预算管理模块	297
15.4	开发管理模块	301
15.5	调整系数以及调整功能点的计算	305
15.6	传统 FPA 方法的不足	306
15.6.1	关于几个复杂性对照表,以及功能点换算表	306
15.6.2	关于一般系统特性(GSC)	307

15.6.3 关于涉及算法复杂度较高的画面的评估	307
第 16 章 FPA 方法的改进	308
16.1 对传统 FPA 方法的功能点计算矩阵的改进	308
16.1.1 传统 FPA 方法的功能点计算矩阵	308
16.1.2 函数逼近问题,二元函数插值	309
16.1.3 利用二元函数插值对功能点计算矩阵进行改进	310
16.2 对一般系统特性 GSC 的改进	310
16.3 对有较高算法复杂度画面的分析所存在的问题的改进	311
16.4 针对 B/S 结构下 Web 站点开发类型的项目的改进	311
16.4.1 关于 DET、RET	311
16.4.2 关于 ILF、EIF、FTR	312
16.4.3 关于数据功能点和事务功能点换算表的改进	312
第 17 章 改进后 FPA 方法的应用及实例试验	315
17.1 招标管理模块	315
17.1.1 改进后评标情况详细画面功能点计算	315
17.1.2 改进后招标管理模块功能点计算	316
17.2 预算管理模块	316
17.2.1 改进后数据功能点计算画面功能点计算	316
17.2.2 改进后预算管理模块功能点计算	317
17.3 开发管理模块	317
17.3.1 改进后项目组管理画面功能点计算	317
17.3.2 改进后开发管理模块功能点计算	318
17.4 改进前后对比	318
17.5 对比结论	319
第四篇 软件的性能抗衰	
第 18 章 软件的性能问题与抗衰技术	323
18.1 软件性能衰退	326
18.2 性能保持与恢复技术	326
18.2.1 性能恢复技术	327
18.2.2 软件抗衰技术	327
第 19 章 新型软件抗衰策略	329
19.1 国内外研究现状	329
19.1.1 基于时间的软件抗衰策略	329
19.1.2 基于检测的软件抗衰策略	330