


21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术



算法分析与设计

—— 数据结构实践

肖南峰 任剑洪 卢雯雯 等 编著



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术

算法分析与设计

——数据结构实践

肖南峰 任剑洪 卢雯雯 等 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是为广东省教育厅“数据结构”精品课程配套的辅助教材。全书共 11 章,主要内容包括绪论、线性表、栈和队列、串、多维数组和广义表、树和二叉树、图、查找、排序以及几种典型算法(贪婪算法、分而治之算法、动态规划、回溯、分支限界法)实现等。本书内容翔实,算法和例题非常经典且给出了对应的 Visual C++ 6.0 源程序。

本书既可作为计算机学科各专业学生的辅助教材,也可作为广大工程技术人员和自学考试人员的参考书。

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 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

算法分析与设计:数据结构实践/肖南峰等编著.--北京:清华大学出版社,2012.9

21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术

ISBN 978-7-302-28973-9

I. ①算… II. ①肖… III. ①电子计算机—算法分析—高等学校—教材 ②电子计算机—算法设计—高等学校—教材 IV. ①TP301.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 112192 号

责任编辑:索 梅 赵晓宁

封面设计:傅瑞学

责任校对:李建庄

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:19.75 字 数:493 千字

版 次:2012 年 9 月第 1 版 印 次:2012 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:33.00 元

产品编号:041784-01

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
	冯建华	教授
	刘强	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
	赵宏	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
同济大学	苗夺谦	教授
	徐安	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
	孙莉	副教授

浙江大学	吴朝晖	教授
	李善平	教授
扬州大学	李 云	教授
南京大学	骆 斌	教授
	黄 强	副教授
南京航空航天大学	黄志球	教授
	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	王宜怀	教授
	陈建明	副教授
江苏大学	鲍可进	教授
中国矿业大学	张 艳	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	叶俊民	教授
	郑世珏	教授
	陈 利	教授
江汉大学	颜 彬	教授
国防科技大学	赵克佳	教授
	邹北骥	教授
中南大学	刘卫国	教授
湖南大学	林亚平	教授
西安交通大学	沈钧毅	教授
	齐 勇	教授
长安大学	巨永锋	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
山东大学	孟祥旭	教授
	郝兴伟	教授
厦门大学	冯少荣	教授
厦门大学嘉庚学院	张思民	教授
云南大学	刘惟一	教授
电子科技大学	刘乃琦	教授
	罗 蕾	教授
成都理工大学	蔡 淮	教授
	于 春	副教授
西南交通大学	曾华燊	教授

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程(简称‘质量工程’)”,通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

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21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”。推出的特色精品教材包括:

(1) 21世纪高等学校规划教材·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) 21世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 21世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 21世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 21世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。

(6) 21世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。

(7) 21世纪高等学校规划教材·电子商务。

(8) 21世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,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

联系人:魏江江

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

前言

“数据结构”是计算机专业的一门重要的专业基础课程。本课程主要讲授数据的逻辑结构、存储结构、基本运算、运算实现、算法设计、算法分析、算法评价等方面的内容,使学生对线性表、栈、队列、串、数组、树及二叉树、图、查找、排序等各种数据结构和算法有深刻的理解。在此基础上,还要求学生系统地掌握在不同的存储结构上利用上述数据结构进行算法分析与设计的方法。因此,它是一门理论性和实践性都很强的课程。

根据作者多年的教学实践发现,学生对于数据结构的应用,特别是在不同的存储结构上利用上述数据结构做算法分析与设计习题及编程上机实习等环节上都不同程度地存在着一定的困难。为了帮助学生更好地掌握本课程的知识,提高算法分析与设计及动手编程的能力,在广东省教育厅精品课程建设基金和华南理工大学精品课程建设基金的资助下,我们编写了这本《算法分析与设计——数据结构实践》辅助教材,其主要目的是培养学生掌握良好的算法分析与设计及程序实现的技能,以及解决实际问题的能力。

全书共 11 章,主要内容包括绪论、线性表、栈和队列、串、多维数组和广义表、树和二叉树、图、查找、排序以及几种典型算法(贪婪算法、分而治之算法、动态规划、回溯、分支限界法)实现。第 1 章介绍了软件开发的相关知识、算法描述与实现和实验环境等。在第 2~9 章中,对各种数据结构的 ADT 描述、存储结构、基本操作、典型例题做了全面深入的阐述。在第 10 章中,列举了几个应用多种数据结构进行综合性算法分析与设计例子。在第 11 章中,将数据结构的“课程设计”与“ACM 大赛”结合在一起,阐述了课程设计要求 and 设计内容、ACM 大赛的历史和规则、题目分类、例题解析及 ACM 大赛系统等,目的是想让本课程的教学内容和课程设计与国际上顶尖的算法分析与设计大赛接轨,激发学生的学习兴趣 and 开阔视野及增强知识。另外,作者在参考了近年来许多的国内外教材之后,选编了大量精心设计的习题。本书内容翔实,算法和例题非常经典且给出了对应的 Visual C++ 6.0 源程序。本书涉及程序较多,故书中的变量均用正体。

肖南峰教授编写了第 1~3 章,任剑洪讲师编写了第 4~7 章,卢雯雯工程师编写了第 8~11 章和选编了全部习题,朱启敏、杨龙、华舒悦、张楠等同学共同编写和调试了全书的 Visual C++ 6.0 源程序,程兴国讲师核对部分章节和习题。在本教材的编写过程中,广东省教育厅“数据结构”精品课程教学团队(张见威副教授、李拥军副教授、李合尤副教授、吕建明和张芩老师)和华南理工大学“智能计算机”科研团队(赵跃龙教授、陈琼副教授、梅登华副教授等)的多位教师提出了许多的宝贵意见,在此向他们及广东省教育厅精品课程建设项目(编号 xzjs-N911058a)和华南理工大学精品课程建设基金表示衷心的感谢。此外,本书的部分内容得到了国家自然科学基金项目(编号 60375031、60776816、61171141)、广东省自然科学基金重点项目(编号 36552、8251064101000005)的资助,在此编著者深表感谢。

由于作者水平有限,教材中难免会存在不足之处,欢迎广大读者批评指正。

编者

2012 年 8 月于华南理工大学

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 相关知识	1
1.1.1 软件开发方法.....	1
1.1.2 Web 程序设计	5
1.1.3 基本概念.....	5
1.2 例题解析	6
1.3 算法的描述与实现	8
1.3.1 算法的描述.....	8
1.3.2 算法的实现.....	9
1.4 实验环境介绍	9
1.4.1 创建项目.....	9
1.4.2 编辑源程序文件	11
1.4.3 调试程序	13
习题 1	15
第 2 章 线性表	19
2.1 相关知识.....	19
2.2 存储结构和基本运算.....	19
2.2.1 线性表的顺序存储结构	19
2.2.2 线性表的链式存储结构	21
2.3 例题解析.....	29
2.4 线性表实践.....	35
习题 2	53
第 3 章 栈与队列	56
3.1 相关知识.....	56
3.2 存储结构和基本运算.....	56
3.2.1 栈的顺序存储结构	56
3.2.2 栈的链式存储结构	59
3.2.3 队列的顺序存储结构	61
3.2.4 队列的链式存储结构	63
3.3 例题解析.....	66

3.4 栈与队列实践·····	72
习题 3 ·····	82
第 4 章 串 ·····	83
4.1 相关知识·····	83
4.2 存储结构和基本运算·····	83
4.3 例题解析·····	88
4.4 串实践·····	91
习题 4 ·····	100
第 5 章 多维数组与广义表 ·····	102
5.1 相关知识 ·····	102
5.1.1 数组·····	102
5.1.2 矩阵·····	102
5.1.3 广义表·····	103
5.2 存储结构和基本运算 ·····	103
5.2.1 数组·····	103
5.2.2 特殊矩阵·····	104
5.2.3 广义表·····	105
5.3 例题解析 ·····	107
5.4 多维数组与广义表实践 ·····	112
习题 5 ·····	122
第 6 章 树与二叉树 ·····	124
6.1 相关知识 ·····	124
6.1.1 树·····	124
6.1.2 二叉树·····	124
6.2 存储结构和基本运算 ·····	125
6.2.1 树·····	125
6.2.2 二叉树·····	125
6.3 例题解析 ·····	126
6.4 树与二叉树实践 ·····	132
习题 6 ·····	143
第 7 章 图 ·····	146
7.1 相关知识 ·····	146
7.2 存储结构和基本运算 ·····	146
7.2.1 邻接矩阵·····	147
7.2.2 邻接表·····	155

7.2.3 十字链表(有向图).....	168
7.2.4 邻接多重表(无向图).....	168
7.3 例题解析	168
7.4 图实践	175
习题 7	188
第 8 章 查找	190
8.1 相关知识	190
8.2 存储结构和查找方法	190
8.2.1 静态表的查找.....	191
8.2.2 动态树的查找.....	192
8.2.3 哈希表的查找.....	194
8.3 例题解析	195
8.4 查找实践	202
习题 8	218
第 9 章 排序	220
9.1 相关知识	220
9.2 数据类型和内部排序	220
9.2.1 插入排序.....	222
9.2.2 交换排序.....	227
9.2.3 选择排序.....	229
9.2.4 归并排序.....	231
9.2.5 基数排序.....	233
9.2.6 各种排序的测试结果和比较.....	235
9.3 例题解析	239
9.4 排序实践	248
习题 9	253
第 10 章 典型算法实现	254
10.1 贪婪算法.....	254
10.2 分而治之算法.....	257
10.3 动态规划.....	259
10.4 回溯.....	262
10.5 分支限界法.....	265
习题 10	269
第 11 章 课程设计与 ACM 大赛	271
11.1 课程设计要求.....	271

11.2 课程设计实践例题·····	272
11.3 ACM 大赛·····	276
11.3.1 ACM 历史·····	276
11.3.2 ACM 简要规则·····	277
11.3.3 ACM 题目分类·····	277
11.3.4 ACM 例题解析·····	279
习题 11·····	289
附录 A ACM 大赛系统使用说明·····	290
附录 B ACM 大赛例题·····	296
参考文献·····	303

1.1 相关知识

1.1.1 软件开发方法

为了对“算法分析与设计”有一个较全面的理解,本章先简单地介绍面向对象及现代软件开发方法,包括敏捷开发、中间件、基于可复用构件的软件开发和可信计算等。

1. 面向对象

面向对象(Object Orientation)是一种软件开发方法,将问题和问题的解决方案组织为离散对象的集合,将数据结构和行为都包含在对象的表示中。可以通过面向对象的以下 7 个特性来辨别面向对象表示:标识、抽象、分类、封装、继承、多态和持久性。但是,某些表示若是只具有这 7 种特性的子集,虽然自称为面向对象的,通常还是把这些接近与面向对象的表示称为基于对象的。

面向对象开发的优点之一就是语言的一致性。同样的术语可以用来描述问题及其解决方案:类、对象、方法、属性和行为。在整个开发过程中,应该自始至终保持术语和视角的一致性。例如,不管在过程中的哪一个步骤表示对象,都必须包括对象的名称、属性和行为。在接着的较高层次上,使用面向对象表示方法需要从静态、动态和限制 3 个视角表示类。静态视图(Static View)包括对对象、属性、行为的描述和对象之间关系的描述,动态视图(Dynamic View)描述通信、控制、计时和状态以及状态改变,限制(Restrict)描述关于结构(如属性值和基数)和动态行为的约束。

整个过程的一致性传统的开发过程和面向对象开发过程的主要区别。面向对象的过程使用数据和行为的封装形成独立的单元(对象)。它从需求到应用实现和测试用相同语意的概念来表示系统。无论采用什么样的生命周期,面向对象开发过程都要求有需求、设计系统、设计程序、编码和测试这些步骤。

2. 敏捷开发

敏捷开发的总体目标是通过“尽可能早地、持续地对有价值软件的交付”使客户满意。很多客户都有一些随时间变化的业务需求,不仅表现在新发现的需求上,也表现在做出反应

的需求上。实践表明,通过在软件开发过程中引入灵活性,敏捷方法可以使用户能够在开发周期的后期增加或改变需求。

在目前的文献中,有很多敏捷过程的典型方法。每一种方法都基于一套原则,这些原则实现了敏捷方法所宣称的理念(敏捷宣言)。这些方法有极限编程(Extreme Programming, XP)、水晶法(Crystal)、并列争球法(Scrum)、自适应软件开发(Adapting Software Development, ASD)。通常,“极限编程”是描述敏捷方法最普遍的概念。实际上,XP 是敏捷过程的一种形式,提供敏捷方法最一般原则的指导方针。XP 的支持者强调敏捷方法的 4 个特性:交流、简单性、勇气以及反馈。交流是指客户与开发人员持续地沟通;简单性鼓励开发人员选择最简单的设计或实现来满足客户的需求;XP 创建者将勇气描述为尽早和经常交付功能的承诺;在软件开发过程的各个活动中,都包含反馈循环。例如,程序员一起工作,针对实现设计的最佳方式,相互提供反馈;客户与程序员一起工作,以完成计划的任务。

极限编程和敏捷方法是比较新的方法。其有效性的证据很少,但却呈增长趋势。近年来的项目实践表明,极限编程特别适用于需求不明确、变化快或者存在高风险的项目。但是,由于该方法对面对面沟通的依赖,其项目团队规模一般比较小(如 10 人以下)。

3. 中间件

计算机技术和网络技术的不断发展,使得客户机/服务器体系结构得到了蓬勃的发展。随着应用水平的不断提高以及企业应用的不断扩大,构建在两层客户机/服务器之上的计算机应用系统的局限性就愈发地暴露出来。在分布式计算模式环境中,无论是硬件平台还是软件平台都不可能做到统一。大规模的应用软件通常要求在软硬件各不相同的分布式网络上运行,所以为了克服这种局限性、更好地开发和应用能够运行在这种异构平台上的软件,迫切需要一种基于标准的、独立与计算机硬件以及操作系统的开发和运行环境,中间件技术就此应运而生。

中间件是介于应用系统和系统软件之间的一系列软件,使用系统软件所提供的基础服务(功能),衔接网络上应用系统的各个部分或不同的应用,能够达到资源共享、功能共享的目的。目前,它并没有很严格的定义,但是普遍接受 IDC(International Data Corporation)的定义:中间件是一种独立的系统软件或服务程序,分布式应用软件借助这种软件在不同的技术之间共享资源,中间件位于客户机服务器的操作系统之上,管理计算资源和网络通信。从这个意义上可以用一个等式表示中间件“中间件=平台+通信”,这也限定了只有用于分布式系统中才能叫中间件,同时也把它与支撑软件和实用软件区分开来。一般以为,中间件必须具有以下特点:

- ① 标准的协议和接口。
- ② 分布计算,提供网络、硬件、操作系统透明性。
- ③ 满足大量应用的需求。
- ④ 能运行于多种硬件和操作系统平台。

其中具有标准的协议和接口非常重要,因为它可以实现不同硬件和操作系统平台上的数据共享和应用互操作。

从理论上讲,中间件有以下的工作机制:在客户端上的应用程序需要从网络中的某个地方获取一定的数据或服务,这些数据或服务可能处于一个运行着不同操作系统和特定查

询语言数据库的服务器中。客户机/服务器应用程序中负责寻找数据的部分只需要访问一个中间件系统,由中间件完成到网络中找到数据源或服务,进而传输客户请求、重组答复信息,最后将结果送回应用程序的任务。

在具体实现上,中间件是一个用 API 定义的软件层,具有强大的通信能力和良好可扩展性的分布式应用软件管理框架。中间件的作用,简单地说,是试图通过屏蔽各种复杂的技术细节使技术问题简单化;具体地说,中间件屏蔽了底层操作系统的复杂性,使程序开发人员面对一个简单而统一的开发环境,减少程序设计的复杂性,将注意力集中到自己的业务上,不必再为程序在不同系统软件上的移植而重复工作,从而大大地减少了技术上的负担。

按照 IDC 的分类方法,中间件可分为 6 类:

- (1) 终端仿真/屏幕转换。
- (2) 数据访问中间件(Universal Data Access,UDA)。
- (3) 远程过程调用中间件(Remote Procedure Call,RPC)。
- (4) 消息中间件(Message-Oriented Middleware,MOM)。
- (5) 交易中间件(Transaction Processing Monitor,TPM)。
- (6) 对象中间件。

在实际应用中,一般将中间件分为两大类:一类是底层中间件,用于支撑单个应用系统或解决一类问题,包括交易中间件、应用服务器、消息中间件、数据访问中间件等;另一类是高层中间件,多用于系统整合,包括企业应用集成中间件、工作流中间件、门户中间件等,它们通常会与多个应用系统打交道,在系统中层次较高,并且大多基于前一类的底层中间件运行。

中间件技术的一个重要应用是电子商务系统。由 Internet/intranet 技术、传统 Web 技术以及具体业务处理所构成的电子商务系统,主要面临以下问题:应用系统能否快速地建立;能否适应用户数量大、处理量多的需求;能否完成高效、高性能的关键任务;能否满足安全需要等。为了解决上述问题,企业必须将业务同传统的应用系统相结合,通过中间件技术集成 Web 应用和传统应用,即以 Web 的底层技术为基础,规划一个整体应用框架,并且提供一个中间平台,用于电子商务应用的开发、部署和管理。

4. 基于可复用构件的软件开发

软件复用是利用已有的软件成分构造新的软件,可以减少软件开发所需的费用和时间,并且有利于提高软件的可维护性和可靠性。其出发点是应用系统开发不再采用一切“从零开始”的模式,而是以已有的工作为基础,充分利用过去应用系统开发中积累的知识和经验,将开发的重点集中于应用的特有构成成分。由于软件开发模式多种多样,因此复用方式也不尽相同,与其他复用方式相比基于构件的复用显得更为可行和实用。

构件包装了一系列互相关联的操作和服务,是指应用系统中可以明确辨识的构成成分。可复用构件是指具有相对独立的功能和可复用价值的构件,具备有用性、可用性、适应性、可移植性等特征。构件技术是面向对象技术的一个发展,其基本思想在于创建和利用可复用的软件构件库解决应用软件的开发问题。随着对软件复用理解的深入,构件的概念已不再局限于源代码构件,而是延伸到需求、系统与软件的需求规约、系统与软件的构架、文档、测试计划、测试案例与数据以及其他对开发活动有用的信息,这些信息都可以称为可复用软件

构件。

利用可复用构件库进行开发,主要任务是使用已存在构件库中的构件去构造满足用户需求的软件系统,其过程一般可以分为构件获取、构件分类和检索、构件评估、构件适应性修改和构件组装。在基于构件库的系统开发中,可以采用以下几种体系结构:

(1) 数据库,系统之间通过中央数据控制共享信息。

(2) 消息总线,各构件具有分离的数据存储,构件的变化由消息通知。

(3) 对象请求代理(Object Request Broker, ORB),提供了与语言无关的接口定义、对象定位和激活机制。

其中,符合公共对象请求代理 A(Common Object Request Broker, COBR)规范的 ORB 在当前最为流行。

基于可复用构件库的软件开发并不是一种孤立的技术,如领域工程技术、系统开发技术、软件再工程技术、软件过程技术、CASE 技术等一些与之相关的技术等就深刻地影响着基于可复用构件库的软件开发。对于领域工程,由于可复用软件构件涉及所有活动,如领域模型、领域构架、领域特定语言、代码生成器和代码构件等,通过对其深入的研究将有助于识别潜在的可复用的构件,并且指导系统的集成、测试和维护。再如,开放系统技术的基本原则是在系统开发中使用符合接口标准的实现,这为系统开发中的设计决策,特别是系统演化提供了稳定的基础,为系统及子系统间的互操作提供了保证,并为软件复用提供了良好的支持。

5. 可信计算

“可信计算”的概念由可信计算平台联盟(Trusted Computing Platform Alliance, TCPA)提出,但并没有一个明确的定义,而且联盟内部各大厂商对“可信计算”的理解也不尽相同。其主要思路是在计算设备硬件平台上引入安全芯片架构,通过其提供的安全特性来提高系统的安全性。可信计算终端基于可信赖平台模块(Trusted Platform Module, TPM),以密码技术为支持,安全操作系统为核心。计算设备可以是个人计算机,也可以是 PDA、手机等具有计算能力的嵌入式设备。

“可信计算”可以从 4 个方面来理解:用户身份认证,是对使用者的信任;平台软硬件配置正确性,体现了使用者对平台运行环境的信任;应用程序完整性和合法性,体现了应用程序运行的可信;平台之间可验证性,指网络环境下平台之间的相互信任。

可信平台模块(TPM)是可信计算平台的可信根源,由硬件底层提供对于计算设备的保护。它是一个含有密码运算部件和存储部件的小型 SoC 片上系统,与平台主板相连,用于验证身份和处理计算机或设备在可信计算环境中使用的变量,包括微处理器、EEPROM、Flash、真随机数发生器(True Random Number Generator, TRNG)等,主要完成 RSA 公钥加密/签名算法、SHA-1 安全散列算法以及安全的存储加密密钥等敏感信息。系统的所有安全认证和安全调用都通过 TPM 完成,并且建立起一条“网络——应用软件——操作系统——硬件”的完整信任链。在信任传输的作用下,实现安全机制的整体性检查,从而确保了各环节的可信性,进而保证了整个系统的可信性。可信计算系统的应用主要包括可信 PC 的应用和可信移动设备的研究。

1.1.2 Web 程序设计

互联网的快速发展给人们的工作、学习和生活带来了重大的影响。互联网应用涉及的技术是多方面的,包括网络技术、数据库技术、面向对象技术、图形图像处理技术、多媒体技术、网络和信息安全技术、因特网技术、Web 开发技术等。其中,Web 开发技术是互联网应用中最为关键的技术之一。Web 开发技术不断地改变着现今信息处理的面貌,对信息技术领域的发展起着重要的作用,所包含的内容非常广泛,涉及 HTML、XML、XSTL、CSS、ADO/ADO.NET、ASP/ASP.NET、CGI、JSP、PHP、JavaScript、Web Service、Ajax、.NET、Java EE 等许多内容。

Web 的全称为万维网(World Wide Web, WWW)。WWW 的核心是 Web 服务器。Web 服务器又称 WWW 服务器,网站服务器或站点服务器,就是将本地的信息用超文本(Hyper Text)组织,为用户在 Internet 上搜索和浏览信息服务。从本质上来说,Web 服务器实际上就是一个软件系统。WWW 服务的基础是 Web 页面,每个服务站点都包括若干个相互关联的页面,每个 Web 页面既可以展示文本、图形图像和声音等多媒体信息,又可以提供一种特殊的链接点。这种链接点指向一种资源,可以是另一个 Web 页面,另一个文件、另一个 Web 站点,这样使全球范围的 WWW 服务联结成一体,这就是所谓的超文本和超链接技术。信息资源放在 Web 服务器之后,需要将它的地址告诉给用户,以便用户来访问,这就是统一资源定位符(Uniform Resource Locators, URL)的功能,俗称网址。

HTML 是利用标准通用标记语言(Standard Generalized Markup Language, SGML)进行定义的,SGML 是一种定义标记语言的语言(这种语言也称为元标记语言)。可扩展标记语言(eXtensible Markup Language, XML)是 SGML 的简化版本,一种用户可以根据需要很容易创建的标记语言,XHTML 就是利用 XML 定义的。

常用的 Web 编程语言包括 JavaScript、Java、Perl 和 PHP 等。JavaScript 是一种客户端脚本语言。在 Web 编程中,它的主要应用是校验表单数据和创建动态的 XHTML 文档。JavaScript 可以嵌入到 XHTML 中描述简单的计算。JavaScript 代码是通过客户机中的浏览器进行解释的;能够访问 XHTML 文档中的元素,也可以动态地更改这些元素。虽然 JavaScript 采用的许多结构与 Java 相似,但两者有着根本的不同。Java 是面向对象的程序设计语言;JavaScript 则是一种脚本语言,是一种基于对象的、面向非程序设计人员的编程语言。

Java 为 Web 程序员提供的最令人感兴趣的两大功能是 Applet 和 Servlet。Applet 驻留在 Web 服务器中,当浏览器发出请求时,服务器对 Applet 进行编译并将编译后的版本传送到浏览器中,浏览器将解释这些编译后的 Applet。这提供了另外一种方式可以为 Web 文档指定可以在浏览器中执行的计算。Servlet 指的是服务器端的 Java 程序,可以用于表单处理和数据库访问。

Perl 是一种编程语言,一般作为服务器端的编程工具,用来处理来自于浏览器的请求。浏览器和服务端 Perl 程序之间的交互是通过 CGI 完成的。PHP 是一种服务器端、可以嵌入到 XHTML 文档中的脚本语言。它的用法和 CGI 程序类似。

1.1.3 基本概念

基本概念如下: