



新编高等院校计算机科学与技术规划教材

(第2版)

软件工程模型与方法

RUANJIAN GONGCHENG MOXING YU FANGFA

肖 丁 修佳鹏 编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

(第2版)

软件工程模型与方法

RUANJIAN GONGCHENG MOXING YU FANGFA



本书电子教案下载请登录
<http://www.buptpress.com>

策划人：王丹丹

责任编辑：王丹丹

封面设计：杨拉国



ISBN 978-7-5635-4087-7



9 787563 540877 >

定价：46.00元

新编高等院校计算机科学与技术规划教材

软件工程模型与方法

(第2版)

肖 丁 修佳鹏 编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 提 要

本书在第1版的基础上对基本结构进行了一些必要的改动。全书包括12个章节和3个附录,主要涉及软件工程中核心的基本概念以及一些基本活动,诸如软件生命周期模型、基于UML的面向对象方法以及基于数据流图的结构化方法等,并着重描述软件需求分析、软件概要设计以及软件测试在软件工程中的核心作用。本书的后两章介绍了基本的软件维护过程及软件项目管理的基本方法。面向对象方法是第2版重点突出的内容,重点描述用例模型、领域模型以及设计模型结合UML的用例图、顺序图以及类图的使用方法,附录三介绍了UML顺序图、活动图和状态图的高阶使用方法。

本书适合作为高校计算机专业及其他相关专业的软件工程课程的教材,也适合从事软件开发工作的相关人员进行阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

软件工程模型与方法 / 肖丁, 修佳鹏编著. --2版. --北京: 北京邮电大学出版社, 2014.8

ISBN 978-7-5635-4087-7

I. ①软… II. ①肖… ②修… III. ①软件工程—高等学校—教材 IV. ①TP311.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第176105号

书 名: 软件工程模型与方法(第2版)

著作责任者: 肖 丁 修佳鹏 编著

责任编辑: 王丹丹

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路10号(邮编:100876)

发行部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京源海印刷有限责任公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 23

字 数: 568千字

印 数: 1—3 000册

版 次: 2008年2月第1版 2014年8月第2版 2014年8月第1次印刷

ISBN 978-7-5635-4087-7

定 价: 46.00元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

第2版前言

改编本书的时候,一直在思考本书的宗旨和意义是什么。回答这个问题之前需要首先明确本书的受众群体。软件工程涉及的范围非常广泛,从初学者到实践者,以及软件工程的研究人员,为此不同的受众所需要的内容是不相同的。本书的改编立意就是基于广大的学校初学者能够在一个学期内了解和掌握最基本的软件工程的概念和方法,而非面面俱到。

众所周知,计算机专业本科教学中软件工程课程是专业课程中最后一门综合性的课程,在其他专业课程还不是很熟悉的情况下很难引起学生们的兴趣和重视。除此之外,如果授课老师没有丰富的软件开发经历,且教学过程中只单纯讲述软件工程的各種规定、各种文档模板,很容易使得学生们认为软件工程是计算机专业的政治课,甚至认为软件工程是计算专业可有可无的课程。

相反,笔者接触了很多从事软件开发后读研的学生,他们在经过大量的实际软件开发后逐渐认识到软件工程的重要性。这说明一个问题,在校学生的知识学习有其局限性,计算机技能的学习和应用主要体现在编程语言上,而且绝大多数同学大学四年的编码量一般不会超过3K,没有经历过软件项目完整开发过程的洗礼,为此他们不会认为软件工程对于计算机专业的学习有何帮助,相反还会有大量烦人的文档工作。还有一个很重要的原因在于软件工程学科来源于实际的软件开发,或者说是来源于众多失败的软件开发经验,究其原因主要体现在软件规模和软件所面对的纷繁复杂的各式各样的业务背景,而这些因素又是在校学生所无法接触到的。

综上所述,笔者结合多年来的软件开发实践和软件工程的教学经验,在短短一个学期的授课过程中,希望能够从一个具有一定规模的课程作业体现软件工程的重要性,并使实际的软件编码与软件设计与需求分析相结合,体现软件结构设计和软件需求的重要性。

本书的第1版本着“一本书尽揽全貌”的宗旨,由四位老师通力合作,融合了软件工程的各个方面的知识点,但同时也给本科学习的同学带来了一些不必要的负担。为此,第2版的内容尽可能突出本科教学的重点内容,缩减不必要的有关软件管理和软件质量的篇幅,使得学生在短短的48学时中能够充分体验软件开发与软件工程之间的有机关系。

第2版的重点内容可以通过“一个模型,两种方法”来概括,其中“一个模型”主要体现的是软件生命周期模型中的“瀑布模型”及其多样性的变化;“两种方法”主要讲述基于UML的面向对象方法和基于数据流图的结构化方法。

本书的基本结构进行了一些必要的改动,同时删除了一些相对于本科教学的宗旨不太重要的章节,全书分为12个章节和3个附录。第1章概括了软件的定义及软件工程诞生的原因与历史背景;第2章综述了到目前为止常用的软件生命周期模型;第3~5章主要阐述软件需求分析及其常用的面向对象和结构化需求分析方法;第6~8章主要阐述软件设计及其常用的面向对象和结构化设计方法;第9章从软件工程的角度阐述对软件实现的要求;第10章详细解释了软件测试概念及其常用的测试方法;最后两章分别简单介绍了软件维护和软件项目管理的基本内容。附录一和附录二给读者提供了面向对象方法对应的软件需求规格说明书和软件概要设计说明书的模板;附录三主要描述了UML中有关活动图、书序图及

状态图的三种使用方法,以弥补前面章节中疏漏的环节。

本次参与改编的人员有两位:第1~8章及三个附录由肖丁负责,第9~12章由修佳鹏负责。

书稿中难免出现不合理及疏漏之处,敬请各位读者指正,如有需要请电邮:dxiao@bupt.edu.cn。

编 者
2014 年 1 月

第1版前言

信息化推动工业化,工业化促进信息化。作为信息化技术核心的计算机软件技术在社会信息化过程中起着至关重要的作用。如何更快、更好、更经济地开发满足用户需求的计算机软件一直以来就是软件从业者的追求。然而,随着软件需求不断变化、软件复杂程度不断增加、软件规模不断扩大,软件开发组织一直饱受着“软件危机”的折磨。于是,一门研究软件开发与维护的普遍原理、原则、方法和技术的工程学科——软件工程学从20世纪60年代末开始迅速发展起来。目前,软件工程学已经成为计算机科学技术的一个重要分支。事实表明,严格遵守软件工程方法可以显著提高软件开发的效率和质量。

软件工程学研究范围非常广泛,包括软件开发过程中的各种原理、原则、方法、技术和工具等多个方面,并且新技术和新方法还不断涌现。国内外有大量介绍软件工程的书籍,但是由于编写的时代不同,编写者的出发点不同,其涉及的内容都有所局限。有的书籍以传统的结构化方法为主,对于目前广泛使用的面向对象方法介绍不足;有的书籍从实用化角度介绍,理论性不强;有的书籍虽然结合了结构化和面向对象开发方法,却缺少完整的实际例子;有的书籍着重强调软件工程技术,对软件工程管理内容介绍有限。以上情况造成了一些高校的软件工程课程找不到合适的教材,教师授课时往往须向学生推荐多本参考教材,这不仅增加了学生负担,而且影响教学效果。有鉴于此,本书作者希望在借鉴国内外软件工程大量相关教材和参考资料的基础上,编写一本全面介绍当前主流软件工程原理、原则、方法、技术和工具的教材。

本书以软件工程生命周期为主线,深入浅出地介绍了软件工程的原理、原则、方法、过程和工具。全书共分为17章:软件工程概述、软件生命周期模型、系统需求分析、软件需求分析、结构化分析方法、软件设计、结构化设计、面向对象基础、面向对象分析、面向对象设计、软件实现、软件测试、软件维护、软件项目管理、软件过程管理、软件质量管理、软件工程环境。

本书内容全面,不仅对软件的分析、设计、开发、测试和维护的过程进行了详尽的讲解,还配以丰富贴切的实例,演示了结构化和面向对象两种不同软件开发技术的使用方法。此外,内容还涵盖了软件项目管理、软件过程管理、软件质量管理和软件工程环境等知识,让读者掌握软件工程技术的同时深刻领会软件工程管理的重要性。

本书由北京邮电大学计算机科学与技术学院从事软件工程教学多年、具有丰富软件工程实践经验的教师编写完成。其中,第1、2、14、15、16章由吴建林编写;第3、4、5、6、7章由肖丁编写;第8、9、10章由周春燕编写;第11、12、13、17章由修佳鹏编写。本书部分章节涉及通信领域知识,有些实例也来自于通信行业,但都是围绕通信软件工程展开的,并不影响非通信领域读者的阅读。因此,本书既适合作为大学本科的软件工程教材,又可以用作全面了解软件工程技术和知识的管理知识的参考书籍。

计算机软件技术发展日新月异,本书在编写过程中已经融入了部分软件工程最新发展的内容,但由于时间和精力有限,有些内容难免深度不够或者缺失。另外,限于编者对软件工程知识的理解层次,书中也难免会存在错误和欠妥之处,殷切希望广大读者和使用该教材的师生提出宝贵的意见和建议,以便我们及时修正。

编者
2007年8月

目 录

第 1 章 软件工程概述	1
1.1 计算机软件	1
1.2 软件的发展和软件危机	7
1.3 软件工程	11
1.4 软件工程知识体系	17
习题	19
第 2 章 软件生命周期模型	20
2.1 软件工程过程	20
2.2 模型及软件生命周期定义	21
2.3 传统软件生命周期模型	23
2.4 新型软件生命周期模型	42
习题	55
第 3 章 软件需求分析	56
3.1 需求分析之前的活动	56
3.2 什么是需求	61
3.3 软件需求分析的目标及任务	63
3.4 软件需求分析建模的原则和方法	65
3.5 软件需求工程	67
3.6 软件需求分析过程	68
习题	78
第 4 章 面向对象需求分析方法	79
4.1 面向对象建模方法的发展历程	79
4.2 统一建模语言简介	83
4.3 面向对象的需求分析建模	86
4.4 领域建模	87
4.5 用例建模	100
4.6 需求分析规格说明书参考模板	114
习题	115

第5章 结构化需求分析方法	116
5.1 结构化分析发展简史	116
5.2 面向数据流图的结构化分析模型	116
5.3 结构化方法的软件需求规格说明书	143
习题	145
第6章 软件设计的概念及原则	146
6.1 软件设计的目标	146
6.2 软件设计的过程	146
6.3 软件的概要设计	147
6.4 软件的详细设计	149
6.5 软件设计模型	150
6.6 软件设计的一般原则	151
6.7 面向对象设计原则	161
6.8 软件设计基础	168
6.9 软件体系结构简介	172
6.10 软件设计方法	183
习题	183
第7章 面向对象设计方法	184
7.1 面向对象设计方法综述	184
7.2 模型层次化	185
7.3 设计用例实现方案	188
7.4 概要设计说明书参考模板	209
习题	209
第8章 结构化设计方法	210
8.1 系统功能结构图结构	210
8.2 变换映射	212
8.3 事务映射	215
8.4 变换-事务混合型的系统结构图	216
8.5 改进系统功能结构图的启发式原则	217
8.6 数据设计和文件设计的原则	221
8.7 设计的后处理	223
8.8 详细设计	225
8.9 界面设计的原则	231
习题	237

第 9 章 软件实现	238
9.1 软件实现概述	238
9.2 程序设计语言与集成开发环境	239
9.3 程序设计方法	240
9.4 程序设计风格	245
习题	249
第 10 章 软件测试	250
10.1 软件测试概述	250
10.2 系统测试步骤	255
10.3 软件测试流程	261
10.4 测试用例设计方法	265
10.5 自动化软件测试	278
10.6 软件的可靠性	281
习题	284
第 11 章 软件维护	285
11.1 软件维护概述	285
11.2 软件维护活动	287
11.3 维护期的软件开发	289
习题	292
第 12 章 软件项目管理	293
12.1 软件项目管理概述	293
12.2 软件项目管理知识体系	293
12.3 软件项目管理过程	295
12.4 项目过程组与项目管理知识域的映射关系	297
12.5 软件项目管理体系	298
习题	308
附录一	309
附录二	318
附录三	326

第1章 软件工程概述

1.1 计算机软件

计算机是20世纪最重大的工业革命成果之一。自从1946年2月15日世界上第一台电子数字积分计算机(Electronic Numerical Integrator And Computer, ENIAC)问世以来,计算机已经被广泛地应用于科学计算、工程设计、数据处理、自动控制、通信、互联网、计算机辅助设计与制造、计算机辅助教育、家庭娱乐等涉及人们日常生活的广大领域,成为人们生产和生活中不可或缺的工具。

随着科学技术的进一步发展,特别是通信技术、自动控制技术、计算机技术的高度发展,人类社会进入信息时代。21世纪是信息化时代,信息是主要的战略资源,大多数人都从事信息的管理与生产工作,知识老化快、更新快,单凭人的脑力劳动还不够。信息处理的绝大部分核心技术仍然与计算机相关,计算机在国家信息基础结构中起到中枢神经的作用。

计算机应用离不开计算机软件,随着计算机应用领域逐步扩大和延伸,计算机软件也从简单到复杂、从小型到大型,从封闭的自动化孤岛发展成为一种开放的系统。

1.1.1 软件的定义

许多人认为“软件就是程序”或者“程序就是软件”,将软件定义为“是一系列按照特定顺序组织的计算机数据和指令的集合”,一些词典甚至将软件解释为“控制计算机硬件功能及指示其运行的程序、子程序和符号语言”,这种解释可以认为是具有历史痕迹的一种表述,然而随着计算机和程序设计语言的发展,这种定义亟须补充。

IEEE对软件的定义是:软件是计算机程序、规程,以及运行计算机系统可能需要的相关文档和数据。其中:计算机程序是计算机设备可以接收的一系列指令和说明,为计算机执行提供所需的功能和性能;数据是事实、概念或指令的结构化表示,能够被计算机接收、理解或处理;文档是描述程序研制过程、方法及使用的图文材料。

另一种对软件的公认解释是:软件是包括程序、数据及其相关文档的完整集合。

1.1.2 软件的特点

软件是计算机系统中与硬件相互依存的另一部分,运行于计算机硬件系统中,并很大程度上扩展了计算机的应用领域。相对于计算机硬件,计算机软件具有如下一些特点。

1. 软件是一种具有抽象的逻辑实体

软件表现为程序、数据和文档,这些信息可以被存储在磁盘、光盘、内存等不同的介质中,但却无法直接看到软件的形态,必须通过观察、分析、思考或运行使用,才能了解软件的

功能、性能和其他特性。

2. 软件的开发是一种逻辑思维成熟的过程,而无明显的制造过程

计算机硬件一旦研制成功就可以批量制造,在制造过程中控制硬件产品的质量。软件的研制是一个复杂的过程,是软件工程师根据软件的功能需求,把知识和技术转化成信息的过程。软件一旦研制成功,其制造过程就是复制、部署或使用同一内容的副本,所以软件质量的控制手段必须和软件的研制过程交织在一起,这样才能够保障软件的质量。

3. 软件没有磨损和老化问题,但存在软件退化问题

计算机硬件在运行的初期,由于机械电子器件尚未配合良好,常常出现运行问题,需要一段时间的磨合调整,才能够稳定运行。当各器件经磨损老化而达到生命周期的终点时,计算机硬件就彻底失效,如图 1-1(a)所示。

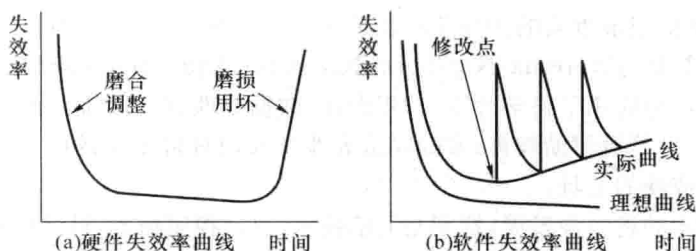


图 1-1 计算机硬件和软件的失效率曲线

由于软件的研制环境和实际运行环境之间存在差异,而且软件的错误不可能在研制环境下全部清除,所以在软件刚投入运行时,失效率是较高的;随着错误的不断发现和改正,软件的运行逐步稳定。但是,软件在使用过程中,由于业务变化和问题出现,须不断对软件进行修改,而在修改软件的同时可能又会引入新的错误,使得软件的失效率在修改点再一次提高,如图 1-1(b)所示。由于用户的需求是不断变化的,随着软件投入运行时间的延长,软件功能与实际业务的匹配度越来越低,经过反复修改的软件稳定性和可维护性越来越差,软件的可用性逐渐降低,出现软件退化现象。当软件已经不能满足用户需求,或维护软件费用过高时,软件往往会被废弃。

4. 软件的开发依然很原始

软件的开发自从产生以来,至今尚未完全摆脱手工艺的开发方式,大部分软件产品都是“定制”的,很难完全通过组装的方式完成软件开发。虽然软件开发技术、语言,以及 CASE 工具已经有了长足的发展,很大程度上提高开发效率,但由于软件开发是一种高强度的脑力劳动,开发人员必须充分利用智力理解需求,满足需求,并综合运用软件技术来提高开发效率和质量,因此还无法完全使软件开发过程自动化。

5. 软件是高度复杂的逻辑体

软件的复杂性主要来自软件需求的复杂性,软件是用来解决实际问题的,人在认识实际问题时,存在两重复杂性:一是感性认识的复杂性,这是由问题本身的复杂性,以及人知识结构的缺陷导致的;一是理性认识的复杂性,因为经常存在“只可意会不可言传”的情景,所以即使人们对问题的理解正确,但是表达出来,可能已经和实际问题本身存在差异,或者不同的人对相同的表达内容产生不同的理解。人在解决实际问题时,受开发方法和工具的限制,有时会出现程序逻辑结构和问题结构之间存在些许差异的情况。

1.1.3 软件的分类

软件的应用领域十分广泛,呈现形式也多种多样,在某种程度上很难对软件类型给出一个通用的界线,然而不同类型的软件在开发过程、方法和工具的选择上存在差异。因此,下面从不同的角度对软件类型进行划分。

1. 参照《计算机软件分类与代码》的国家标准

计算机软件分类编码如表 1-1 所示。

表 1-1 国家软件分类编码表

编码	计算机软件类别	编码	计算机软件类别
10000	基础软件(总分类)	30109	信息安全软件
10100	操作系统	30900	其他通用软件
10101	通用操作系统	30200	行业应用软件
10102	嵌入式操作系统	30201	政务软件
14000	其他操作系统	30202	商务(贸)软件
10200	数据库系统	30203	财税软件
10300	支撑软件	30204	金融软件
10400	嵌入式系统软件	30205	商业软件
10900	其他	30206	通信软件
20000	中间件(总分类)	30207	能源软件
20100	基础中间件	30208	工业控制
20200	业务中间件	30209	教育软件
20300	领域中间件	30210	旅游服务业
20900	其他中间件	30211	交通应用
30000	应用软件(总分类)	30212	会计核算软件/财务管理软件
30100	通用软件	30213	统计软件
30101	字处理软件	30219	其他行业应用软件
30102	报表处理软件	30300	文字语言处理
30103	地理信息软件	30301	信息检索
30104	网络软件	30302	文本处理
30105	游戏软件	30303	语音应用
30106	企业管理软件	30304	其他资源库
30107	多媒体处理软件	30305	机器翻译
30108	辅助设计与辅助制造软件(CAD/CAM)	30309	其他文字处理软件
40000	嵌入式应用软件(总分类)		

(1) 系统软件。

基础软件也称为系统软件,处于计算机系统的最底层,与计算机硬件紧密配合,使计算机系统各个部件、相关的软件和数据协调、高效地工作的软件,是计算机系统正常运行必不可少的组成部分。最常见的系统软件是操作系统,例如 Windows、Linux、UNIX 等。此外,设备驱动程序、编译程序,以及通信处理程序等也属于系统软件。

(2) 应用软件。

应用软件是在特定领域内开发,为特定目的服务的一类软件,人们日常使用的软件大部

分都属于应用软件。现在几乎所有的国民经济领域都使用计算机,为这些计算机应用领域服务的应用软件种类繁多。其中,商业数据处理软件是所占比例最大的一类;工程与科学计算软件大多属于数值计算问题。此外,应用软件在计算机辅助设计/制造(CAD/CAM)、系统仿真、嵌入式软件(如汽车油耗控制、仪表盘数字显示、刹车系统),以及人工智能软件(如专家系统、模式识别)等方面大显神通,使得传统的产业部门面目一新,带来惊人的生产效率和巨大的经济效益。事务管理、办公自动化方面的软件也在企事业单位迅速推广应用,中文信息处理、计算机辅助教学(CAI)、计算机网络等软件已经使得计算机普及到家庭。

(3) 中间件软件。

随着计算机网络技术的发展,应用程序的规模不断扩大,使许多应用程序须在网络环境的异构平台上运行。在这种分布式异构环境中,通常存在多种硬件系统平台,在这些硬件平台上又存在各种各样的系统软件,以及多种风格各异的用户界面,这些硬件系统平台还可能采用不同的网络协议和网络体系结构连接。为了解决分布异构系统集成问题,研究者提出中间件(Middleware)的概念,如图 1-2 所示。

中间件是位于操作系统和应用软件之间的通用服务,用来管理分布式计算资源和网络通信,这些服务具有标准的程序接口和协议。针对不同的操作系统和硬件平台,它们可以有符合接口和协议规范的多种实现。由于有标准接口可移植性和标准协议互操作性作支撑,中间件已成为许多标准化工作的主要部分。

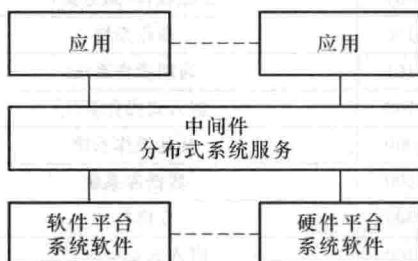


图 1-2 中间件软件

2. 按照软件服务对象范围划分

根据软件服务对象的范围不同,可以将软件划分为通用软件(Generic Software)、定制软件(Customized Software)和可配置软件(Configurable Software)三种类型。

(1) 通用软件。

通用软件由软件开发组织开发,面向市场用户公开销售的独立运行系统,像操作系统、数据库管理系统、字处理软件、绘图软件包和项目管理工具等都属于这种类型。通用软件由开发组织根据市场调研自主提出产品需求,并以此进行设计和开发,其最大的优势在于可以通过近乎零成本的复制来分摊最初投入的开发成本,最终使原本昂贵的软件产品的价格降至众多用户可接受的程度,从而有效地提高市场份额和利润。但是,为了分摊最初的开发投入,通用软件必须面对足够大的市场空间,其功能设计也只能面向大规模用户普遍存在的共性需求。

(2) 定制软件。

定制软件是软件开发组织按照客户个性化的要求,在合同的约束下,以软件项目的方式开发的软件系统。定制软件往往是为某个特定的企业、机构或行业应用所设计和开发的,其需求具有一定的特殊性。由于定制软件只能给一个客户使用,所以其成本都比较高。

(3) 可配置软件。

通用软件对于所有用户来说,其功能和流程都是固定的,缺乏灵活性;定制软件虽然可以按照客户要求开发,但是成本高昂,并且开发完成后再进行修改代价也很大。在不同的企业中,存在大量相似的业务,例如办公自动化、客户关系管理、人力资源管理、生产管理、进度

管理等。这些业务的主要功能都是类似的,但是不同企业会存在个性化的流程和要求。所以,目前软件企业开发企业级应用软件时,将其设计为可配置软件。可配置软件指软件本身具备完善的功能,在某个客户使用系统时,首先须按照企业自身的业务特点,对系统进行配置,之后再投入使用。在系统使用过程中,如果业务流程改变,可以随时对软件进行重新配置,以满足新的要求,而无须重新开发。可配置软件提高了软件的复用率,满足了企业对软件灵活性的要求,降低了软件开发成本,延长了软件的使用寿命,已经逐渐成为大型企业级应用的主流开发方案。在可配置软件中,广泛存在工作流引擎、报表引擎、规则引擎等底层工具,以支持软件的灵活配置。

3. 按照软件使用方式划分

按照软件的使用方式,可以把软件划分为单机软件、服务器软件和客户端软件。

(1) 单机软件。

单机软件指安装在计算机内部,运行时只使用本地计算机资源,不与其他计算机或网络设备进行通信的软件。例如,计算器、记事本、画图等程序都是单机软件。

(2) 服务器软件。

服务器软件指运行在网络中,能够向其他程序提供某些服务的软件。在网络中,有大量的服务器软件在运行,例如门户网站、企业 MIS 系统、天气预报服务器、聊天服务器、邮件服务器、音乐服务器、网络安全服务器等。这些服务器软件的特点是长期运行、不断监听,当收到服务请求时,调用服务器程序,并向客户端反馈运行结果。目前,服务器平台直接向用户提供软件服务已经成为一种趋势,即“软件即服务”(Software-as-a-Service, SaaS)。SaaS 提供商为用户搭建信息化所需要的所有网络基础设施及软件、硬件运作平台,并负责所有前期的实施、后期的维护等一系列服务,用户无须购买软硬件、建设机房、招聘 IT 人员,即可通过互联网使用信息系统。用户根据实际需要,从 SaaS 提供商租赁软件服务。

(3) 客户端软件。

客户端软件指运行在客户计算机中,与服务器进行通信,向客户提供服务结果的软件,例如聊天工具、网络浏览器、邮件接收工具、音乐播放器、下载软件、炒股软件等都属于客户端软件。这类软件运行后,与其对应的服务器进行通信,请求服务,并在接收到服务器返回的结果后,在客户端界面上显示服务内容。

4. 按照软件功能划分

计算机软件都是为了实现某种功能设计和开发的,在人们日常使用计算机过程中,须用到各种各样的软件。按照功能可以将软件划分为以下 9 类。

(1) 办公软件。

办公软件是为了支撑人们办公的各项需求开发的软件,例如 Office、WPS、各种办公自动化(Office Automation, OA)软件、文档管理软件等均属于办公软件。

(2) 网络软件。

随着互联网的飞速发展,支持网络应用的软件越来越多,例如浏览器、电子邮件、聊天工具、下载工具等。这些网络软件支撑人们畅游互联网,是使用最为频繁的软件。

(3) 系统工具软件。

系统工具软件是辅助人们灵活、高效、安全地使用计算机系统的工具。系统配置工具、

磁盘备份工具、系统恢复工具、内存管理工具、程序管理工具等都属于系统工具软件。

(4) 系统安全软件。

用户在使用计算机的过程中,要保障计算机系统的安全,防止感染计算机病毒和受到黑客的攻击。安装系统安全软件是保障系统安全的重要手段,防火墙、杀毒软件、网络安全防护软件等都属于系统安全软件。

(5) 多媒体软件。

多媒体技术的发展极大扩展计算机应用的范围,为广大用户带来更生动的使用体验。在计算机内,与多媒体处理相关的软件层出不穷,包括影音播放软件、图像处理软件、动画制作软件、音视频剪辑软件、流媒体软件等。

(6) 设计与开发软件。

设计与开发软件是用来支撑其他软件设计和开发的,包括各种语言的程序开发环境、需求管理软件、系统设计工具、各种测试工具等。

(7) 游戏软件。

计算机和智能终端是人们日常娱乐的重要工具,各种游戏软件为人们提供丰富的选择。游戏软件分为单机游戏和网络游戏,单机游戏不需要网络,在计算机中即可运行使用;网络游戏必须接入互联网,通过网络上的游戏服务器与其他网络用户共同参与。

(8) 家庭应用软件。

随着计算机的普及,现在城市大部分家庭都拥有计算机,很多家庭事务也通过相应的软件进行管理,例如金融理财软件、教育学习软件、炒股软件等。

(9) 行业软件。

以上介绍的各类软件大多是个人用户在日常使用计算机过程中经常使用的软件,还有一些软件是在特定的应用场景下使用的,这类软件可以称为行业软件,例如电信运营支撑系统(BOSS)、企业资源计划(ERP)、客户关系管理(CRM)、财务管理软件(FMS)、医疗信息系统(HIS)、交通管理系统(TMS)等都属于行业软件。

以上只是对不同功能的软件进行大致的分类。用户在使用过程中还会用到大量其他的软件,正是这些软件使计算机的功能变得非常强大,也使人们的生产和生活变得非常方便和丰富多彩。

5. 按照软件规模划分

代码行(Line Of Code, LOC)是软件规模度量的传统方法,这种方法的优点是直接、简单,能够从量上反映软件的规模。但是,其与使用的程序设计语言密切相关,对于不同开发技术和编程语言开发的程序,用代码行衡量其规模显得不是很准确。同时,使用代码行方法只有在软件完全开发完成后,才能得到精确的代码行数,从而对软件规模进行准确的度量。

此外,还可以按照系统功能点对软件规模进行度量,在系统分析和设计阶段,就可以对系统的功能点数进行计算,并根据计算的结果衡量软件的规模。

按照软件的规模,可以将软件划分为微型、小型、中型、大型、甚大型和极大型软件。本章给出 LOC 法的软件分类,并给出软件项目参与的人数和开发周期作为衡量软件规模的参量,如表 1-2 所示。

表 1-2 软件规模的分类

类别	参加人员数	开发周期	产品规模(LOC)
微型	1	1~4 周	0.5k
小型	1	1~6 月	1k~2k
中型	2~5	1~2 年	5k~50k
大型	5~20	2~3 年	50k~100k
甚大型	100~1 000	4~5 年	1M(=1000k)
极大型	2 000~5 000	5~10 年	1M~10M

6. 按照软件工作方式划分

按软件工作方式,将其划分为实时处理软件、分时软件、交互式软件、批处理软件。

(1) 实时处理软件。

实时处理软件指软件在处理事件或数据时,有严格的响应时间限制,系统必须在要求的时间内给予处理,并及时反馈信号。

(2) 分时软件。

允许多个联机用户同时使用计算机。系统把处理器时间分片轮流分配给各联机用户,使各用户都感到在独占计算机资源。

(3) 交互式软件。

能实现人机通信的软件是交互式软件。这类软件接收用户给出的信息,但在时间上没有严格的限定。随着计算机深入到人们生活的方方面面,大部分计算机软件都具有图形界面,用户与软件的交互方式也日新月异,鼠标、键盘是传统的交互设备,目前手写触摸屏已经成为主流的交互方式。

(4) 批处理软件。

把一组输入作业或一批数据以成批处理的方式一次运行,按顺序逐个处理完的软件称为批处理软件。这是最传统的程序工作方式。

1.2 软件的发展和软件危机

1.2.1 软件发展阶段

伴随第一台计算机的问世,计算机程序随之出现。在以后几十年的发展过程中,人们逐步认识了软件的本质特性,发明了许多有意义的开发技术与开发工具,同时软件的规模和复杂度不断扩大,其应用几乎渗透到各个领域。纵观整个软件的发展过程,大致可以将其分成以下4个重要的阶段。

1. 程序设计阶段:20世纪50—60年代

从1947年到20世纪60年代初,是计算机软件发展的初期。这个时期,人们最关心的是计算机能否可靠、持续地运行以解决数值计算问题,软件仅仅被看作是工程技术人员为解