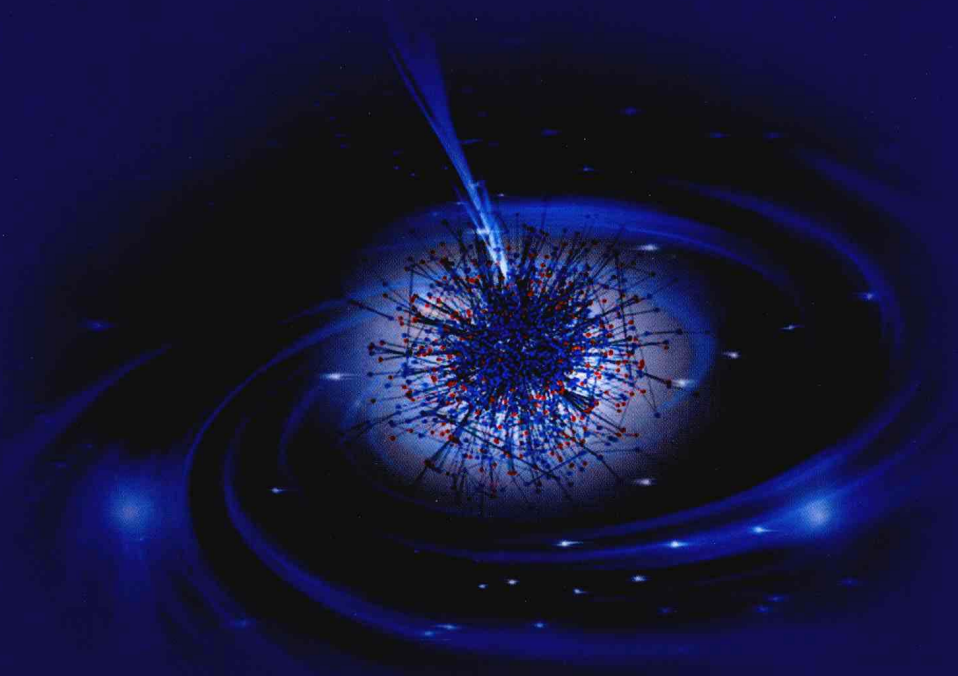


网络式软件

何克清 彭王 蓉健 刘李 玮兵 著



科学出版社

www.sciencep.com

网 络 式 软 件

何克清 彭 蓉 刘 玮 著
王 健 李 兵

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书针对网络式软件涉众需求的差异性、需求和环境的动态多变,系统地论述了网络式软件需求工程的理论与方法。

全书分四个部分,共计十三章。第一部分(第一章至第三章)主要介绍了网络式软件产生的背景;第二部分(第四章和第五章)重点阐述了网络式软件的需求元建模框架;第三部分(第六章至第十一章)系统介绍了在RGPS需求元建模框架的指导下的需求获取、分析、演化建模、验证与管理方法,以及面向网络服务的软件规模化制定;第四部分(第十二章和第十三章)主要介绍了网络式软件复杂系统群体涌现的调控机理,明确了今后的研究方向。

本书可供从事软件研究的科技人员阅读,亦可作为高等院校计算机软件与理论专业研究生的教材和参考书。

图书在版编目(CIP)数据

网络式软件/何克清等著. —北京:科学出版社,2008

ISBN 978-7-03-023160-4

I. 网… II. ①何… III. 计算机网络-软件工具
IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 156329 号

责任编辑:庞海龙 任加林 童安齐 / 责任校对:刘彦妮
责任印制:吕春珉 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 10 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2008 年 10 月第一次印刷 印张:16 1/4

印数:1—2 500 字数:364 000

定价:50.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(双青))

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62137026(BA08)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

序 言

21 世纪初以来，伴随着互联网技术的发展和普及，社会对于软件技术的创新提出了更高的要求，我们正在进一步走向网络化软件时代。这个实际上从上个世纪末已经初露端倪的软件发展方向，如今正在更加深刻地多方面影响着我们的社会。在许多方面，已经成为当今社会不可缺少的一部分。

网络化软件的发展呈现为多种形式，不同的作者也给出了不同的定义。网格计算、e-Science（欧洲人习惯的称呼）、透明计算，以及最近甚嚣尘上的云计算可以算是一类。在更广的含义上则是普适计算。这类网络化软件的研究重点在于资源共享，或硬件、或软件、或数据、或知识，总之是通过网络可以方便地使用。第二类是软件作为服务（SaaS）。与此相关的研究包括 SOA、Web 服务、语义 Web 服务等。它的基本思想是变买为租，可以在很大程度上节省用户的费用，特别是有利于中小企事业单位。另一个基本思想是提供手段，让用户自己动手构造所需的网络化软件，例如构造特定用途的电子商务。第三类是网络化软件，亦称为网构软件，目前还在研究之中。它的基本思想是利用网上丰富的软件资源，改变传统的封闭式、自顶向下、集中组织的软件开发方式，变成开放式、自底向上、分散演化、逐步积聚、不断衍生的软件开发方式。当然，上述分类的界限是模糊的。例如，有人认为 SaaS 只是云计算的一种形式。关键之点是当网络式软件有不同的侧重时，其研究重点是不一样的。

本书介绍的网络化软件属于第二类。本书作者主张网络式软件的结构和行为是动态演化的，它在网络上生产部署、演化生长、服务运行，而且软件自身也是用网络拓扑表示的。这类软件的应用形态是人—网交互与协同、面向以涉众用户为中心的业务与内容服务。它的研究课题自然也是广谱的。从本书内容可以看出，作者最关心的问题 and 研究的中心内容是网络式软件的需求工程。我们都知道需求工程是软件工程成败的关键。但是对于网络化软件来说，需求工程有其特殊的重要性。由于分布在网络上可用服务资源的日益丰富，以网络资源聚合为基础的语义 Web 服务技术迅猛发展，从而使得发现和确定用户需求成为重中之重，需求工程成为网络式软件工程发展的瓶颈，面向服务的需求工程把需求工程这个领域推到了有史以来最重要的位置，涉及的问题包括用户需求的动态获取与分析、演化生长建模、需求的管理与需求模型的验证等，这些都是必须解决的关键问题。进而，网络式软件

的需求规格说明, 语义 Web 服务的应用技术、服务资源的规模化定制生产、满足用户服务需求的网络式软件目标系统实现等也都是十分重要的研究内容。必须说明的是, 本书内容并未覆盖网络式软件的所有内容。例如, 网络式软件系统的体系结构设计与实现, 就不是本书所论述的重点。

本书在介绍需求工程时, 主要以需求元建模框架 RGPS 及其元模型为纲, 论述了基于 RGPS 本体元模型的领域建模, 包括需求描述语言、需求获取与分析、需求演化建模、需求验证与管理等在内的全生命周期网络式软件需求工程方法; 建立了面向领域、用户需求主导、即时获取、自动分析涉众用户需求及其动态建模等在内的一个完整框架; 在此基础上, 介绍了面向网络服务的软件规模化定制的生产及其管理与服务方法, 为快速生成网络式软件提供了可行的技术路线。

随着以网络为基础的信息系统规模与复杂性剧增, 网络式软件成为一类人工的软件复杂系统, 其自组织过程的多样性、行为涌现及其调控技术等受到了国内外学者的广泛关注, 是一个极富挑战性的科学研究难题。作者在本书中创造性地论述了网络式软件复杂系统群体行为涌现及其调控机理, 包括网络式软件的生成整体论、“整体”属性和生成机理、网络式软件实体群的语义互操作性聚类、互操作性能力计算方法及其调控的基本规则, 以及面向期望行为目标的群体行为涌现的调控技术等, 从而为软件工程, 特别是软件复杂系统的基础理论与方法研究, 提供了新的研究思路。

本书是作者在国家“973”计划“需求工程——对复杂系统的软件工程基础研究”项目和“973”计划前期专项课题“网络式软件需求获取与演化建模的研究”中的阶段性基础成果, 也是作者长期科学研究的成果积累, 十分宝贵。如今总结成书, 可喜可贺。它主题思想新颖、重点突出、取材翔实、条理清晰、可读性强, 对于从事该领域研究的人员具有重要的参考价值, 为此特别向读者推荐。

中国科学院院士

陆汝钊

2008 年 8 月

前 言

随着网络的普及和网络技术的发展,以网络为基础的信息系统应用与服务已成为国民经济可持续发展、社会生活与国家安全保障的重要支柱。我们正在走向面向服务(Service-Oriented)的软件工程时代。在网上,可用资源相当丰富,以资源聚合为基础的语义 Web 服务技术迅猛发展,从而使得发现和明确用户需求成为当务之急,需求工程成为软件工程发展的瓶颈,面向服务的需求工程将占据有史以来最重要的位置。

网络式软件(Networked Software),是一类以网络为基础的复杂信息系统,其结构和行为是动态演化的,而且赖以生存的运行环境是结构和行为多变的网络(特别是互联网),其基本组成成分是纷繁复杂的网络资源(尤其是 Web 服务资源),分布、自治、开放、异构是其基本特征;其面对的涉众种类繁多、兴趣各异,为涉众提供多元化、个性化、可信的服务,提高用户体验质量是其追求的最高目标。

网络技术、服务技术的发展将使网络式软件成为未来软件存在的主要形态之一,如何获取、分析、建模、验证与管理网络式软件的需求是问题的关键,也是利用服务组合、规模化定制等方法开发、管理与维护网络式软件的前提条件。

在这种研究背景下,本书针对网络式软件,以建立统一的需求元建模框架 RGPS 为着眼点,以建立 O-RGPS 领域模型为基础,提出了包括需求获取、分析、演化建模、验证与管理全生命周期的网络式软件需求工程方法,为即时捕获、自动分析大众需求奠定了良好的基础;在此基础上,介绍了基于 Web 服务的规模化定制软件集成方法,为快速开发网络式软件提供了可行的途径。

由于网络式软件是一类特殊的软件复杂系统,其构成的多样性、行为的涌现性等受到了来自软件工程、信息科学、统计物理、复杂系统等领域的研究人员的广泛关注,已经开展了利用复杂网络理论探索大规模软件系统结构特性和行为特征的研究,对此本书也进行了简要的介绍,并展开了网络式软件行为涌现及其控制机理、语义互操作性度量及评价的论述。

本书共十三章,具体撰写分工为:第一章由彭蓉副教授和李兵教授共同撰写,第二章由田精白博士撰写,第三章由刘玮博士撰写,第四章由王健博士撰写,第五章由王健博士和陈华峰博士共同撰写,第六章和第七章由刘玮

博士撰写，第八章由冯在文博士和彭蓉副教授共同撰写，第九章由龚平博士撰写，第十章由余敦辉博士撰写，第十一章由李兵教授撰写，第十二章由何克清教授撰写，第十三章由彭蓉副教授撰写。全书的统稿由彭蓉副教授负责、审定工作由何克清教授主持完成。

在本书出版之际，我们非常感谢软件工程国家重点实验室的老师和同学们，特别是实验室学术委员会主任李德毅院士、许承瑜教授、应时教授、刘进副教授、梁鹏副教授、何成万副教授（博士后）、何扬帆博士、马于涛博士、王翀博士，他们的有益讨论以及提供的材料给予了我们许多帮助。另外，我们诚挚感谢中国科学院软件所王青研究员、北京航空航天大学张莉教授、中国人民解放军总参谋部第61研究所陈桂生博士、中国科学院计算机研究所韩燕波研究员、清华大学李涓子副教授对本书提供的指导和帮助。

本书的研究与撰写工作得到了国家重点基础研究发展计划项目（“973”计划项目，项目编号：2006CB708302；2007CB310801）、国家高技术研究发展计划项目（“863”计划项目，项目编号：2006AA04Z156）和国家自然科学基金项目（项目编号：90604005；60703009；60703018）的资助。在此，我们表示衷心地感谢！

感谢所有关心和支持我们的同仁！

本书是作者在武汉大学软件工程国家重点实验室和复杂网络研究中心长期从事交叉学科研究的成果积累基础上撰写而成的。由于网络式软件是互联网技术、软件工程、复杂系统等学科会聚研究发展的新兴产物，如何获取需求、分析与构造系统尚待进一步研究，再加上我们的学识有限，书中难免会出现遗漏和不足之处，敬请各位读者批评指正。（与我们联系的 Email 地址是：hekeqing@sklse.org 和 rongpeng@sklse.org）

作 者

2008 年 7 月于珞珈山

目 录

序言

前言

第一章 绪论	1
1.1 软件的网络化	1
1.2 软件工程的重点向需求工程转移	2
1.3 本书拟解决的关键问题	5
1.3.1 统一需求元描述问题	5
1.3.2 网络式软件需求获取及建模过程中的适应性问题	5
1.3.3 共性与个性化需求的协同整合问题	5
1.4 本书的组织结构	6
参考文献	7
第二章 软件新范型	8
2.1 软件范型的发展历史	8
2.1.1 面向过程范型	8
2.1.2 面向对象范型	9
2.1.3 基于构件的范型	11
2.1.4 互联网和面向服务的范型	12
2.2 面向语义服务的新范型	13
2.2.1 互联网上的软件工程	13
2.2.2 一种面向语义 SOA 的新范型	15
2.3 小结	17
参考文献	18
第三章 网络式软件研究进展	19
3.1 网络式软件	19
3.1.1 网络式软件的新特点	20
3.1.2 网络式软件的开发模式	20
3.2 网络式软件需求工程	22
3.2.1 什么是网络式软件需求工程	22
3.2.2 网络式软件需求工程的难点	25
3.3 理论和实践基础	25
3.3.1 本体	25
3.3.2 本体元建模	26
3.3.3 语义 SOA	27

3.4 小结	28
参考文献	28
第四章 网络式软件的需求元建模框架	30
4.1 需求建模研究进展	30
4.1.1 面向目标的建模	31
4.1.2 基于本体的建模	32
4.1.3 面向特征的建模	33
4.1.4 现有建模技术分析	34
4.2 需求元建模框架 RGPS 概述	35
4.2.1 需求元建模框架 RGPS 的提出	35
4.2.2 需求元建模框架 RGPS 的定义及其设计思路	36
4.2.3 需求元建模框架 RGPS 的作用	37
4.3 在 RGPS 中融入情境需求	38
4.3.1 情境建模相关研究	38
4.3.2 情境元模型	39
4.3.3 情境元模型的融入	42
4.3.4 情境信息的描述	43
4.4 在 RGPS 中融入可信性需求	46
4.4.1 可信性建模相关研究	46
4.4.2 可信性元模型及其与 RGPS 的融合	47
4.4.3 可信性信息的描述	49
4.5 RGPS 需求元建模框架中的元模型	50
4.5.1 角色层元模型	50
4.5.2 目标层元模型	52
4.5.3 过程层元模型	54
4.5.4 服务层元模型	55
4.5.5 层次间关系的元模型	57
4.6 小结	57
参考文献	58
第五章 基于 RGPS 的领域建模	61
5.1 领域建模基础	61
5.1.1 什么是领域	61
5.1.2 领域建模	62
5.1.3 本体与领域建模	63
5.2 一种基于 RGPS 的领域建模方法	64
5.3 城市交通领域建模分析	66
5.3.1 领域本体的构造	66
5.3.2 需求用例分析	69

5.4 建模工具介绍	75
5.5 领域模型演化的系统动力学分析	77
5.5.1 领域吸收率	77
5.5.2 基于 RGPS 元模型的领域吸收率及其计算	79
5.5.3 QoE 与网络式软件生命周期	83
5.5.4 一种领域模型演化的系统动力学模型	84
5.6 小结	88
参考文献	88
第六章 网络式软件需求获取	91
6.1 需求获取研究进展	91
6.1.1 需求获取的对象	91
6.1.2 需求获取技术	92
6.1.3 需求描述语言	93
6.2 网络式软件需求获取框架	94
6.3 一种面向服务的需求描述语言	95
6.3.1 需求描述模型	96
6.3.2 自然语言模式	97
6.3.3 需求描述自然语言模式	98
6.3.4 SORL 的基本构成	100
6.4 需求预处理	102
6.4.1 构建 SORL 树	102
6.4.2 结构化	107
6.5 需求获取工具和实例	109
6.5.1 需求获取平台	109
6.5.2 需求获取实例	110
6.6 小结	113
参考文献	113
第七章 网络式软件需求分析	115
7.1 需求分析研究进展	115
7.1.1 需求分析的任务	115
7.1.2 需求分析方法	116
7.1.3 非功能需求分类和建模	120
7.2 非功能需求冲突管理	121
7.2.1 非功能需求的形式化表示	122
7.2.2 非功能需求冲突检测	124
7.2.3 非功能需求冲突消解	126
7.3 非功能需求冲突管理实例	129
7.3.1 非功能需求建模实例	129

7.3.2 冲突检测和消解实例	131
7.4 小结	132
参考文献	133
第八章 网络式软件需求演化建模	135
8.1 软件演化技术的研究进展	135
8.1.1 基于方面的软件演化方法	135
8.1.2 基于反射体系结构的软件演化方法	136
8.2 网络式软件的演化建模	140
8.2.1 基本过程	140
8.2.2 面向方面的目标需求规格的形成	141
8.2.3 网络式软件运行时反射的演化框架	143
8.3 案例分析	144
8.4 小结	147
参考文献	147
第九章 网络式软件需求模型的验证	149
9.1 需求验证研究进展	150
9.1.1 形式化方法的概述	150
9.1.2 相关工作	151
9.2 网络式软件的过程模型	152
9.2.1 OWL-S 概述	153
9.2.2 服务的静态信息	153
9.2.3 服务的过程模型	154
9.2.4 过程模型的抽象定义	155
9.3 过程模型的动态语义	157
9.3.1 进程代数	157
9.3.2 变量申明及数据流结构	159
9.3.3 过程结果	161
9.3.4 控制结构	162
9.3.5 过程模型	165
9.4 过程模型验证及实例	166
9.4.1 验证性质	166
9.4.2 案例分析	167
9.5 小结	171
参考文献	171
第十章 网络式软件的需求管理	174
10.1 网络式软件的需求管理框架	174
10.2 需求数据管理	176
10.2.1 基于 XML 的需求数据格式	177

10.2.2 需求数据和需求文档的存储	178
10.3 需求变更控制	179
10.3.1 需求变更的原因	179
10.3.2 需求变更的实现基础	180
10.3.3 需求变更的处理流程	181
10.4 需求跟踪	182
10.4.1 网络式软件需求跟踪的作用	182
10.4.2 网络式软件需求项之间的关系	183
10.4.3 网络式软件需求跟踪的实现	184
10.5 需求状态跟踪	185
10.5.1 网络式软件需求状态	185
10.5.2 网络式软件需求状态跟踪的作用	185
10.5.3 网络式软件需求状态跟踪图	186
10.6 需求管理工具	188
10.7 小结	190
参考文献	191
第十一章 面向网络服务的软件规模化定制	193
11.1 软件新观念	193
11.1.1 软件的网络观——软件是网络	193
11.1.2 软件的服务观——软件即服务	195
11.1.3 软件的价值观——软件服务无边界	197
11.2 面向网络服务的软件规模化定制关键技术	200
11.2.1 概念模型	200
11.2.2 面向服务族的设计技术	202
11.2.3 网络服务实现技术	204
11.2.4 用户信息记录和行为分析技术	207
11.2.5 用户界面设计技术	207
11.3 面向网络服务的软件规模化定制的基础设施	208
11.3.1 基于 MFI 的 Web 服务注册联邦	209
11.3.2 Web 服务注册联邦的运行机制	210
11.4 软件规模化定制中的按需模型选择	211
11.4.1 模型驱动的软件开发	211
11.4.2 按需模型选择	213
11.5 小结	216
参考文献	217
第十二章 网络式软件复杂系统群体行为涌现的调控机理	219
12.1 网络式软件复杂系统	220
12.2 网络式软件系统与非线性系统和复杂系统的关系	221

12.3	从系统整体论到生成整体论	222
12.4	网络式软件复杂系统的涌现行为	223
12.5	松散耦合和语义互操作性能力	226
12.6	网络式软件“整体”构架的元属性及其机理	229
12.7	网络式软件复杂系统的互操作性聚类机理	230
12.8	网络式软件复杂系统互操作性调控的基本规则	232
12.9	语义互操作性能力计算和群体行为涌现的调控技术	233
12.9.1	语义互操作性能力的计算方法	233
12.9.2	多 IME 互操作系统的结构及其动态演变	237
12.9.3	面向期望行为目标的群体行为涌现调控技术	238
12.10	小结	238
	参考文献	239
第十三章	总结和展望	241
附录 A	缩写词对照表	243
附录 B	英汉名词对照表	245

第一章 绪 论

20 世纪是科学技术空前辉煌的世纪，人类创造了历史上最为巨大的科学成就和物质财富。这些成就深刻地改变了人类生产和生活的方式及质量，同时也深刻地改变了人类的思维观念和对世界的认识，极大地推动了社会的发展。计算机与互联网正是这些伟大的科技发明之中的代表作。

计算机科学与技术自 20 世纪 40 年代开始，经过几十年的发展，已经成为一门复杂的工程技术学科，其应用从国防、科学计算到家庭办公、教育娱乐，无所不在。而互联网的兴起使计算机不但能处理信息，而且可以获得信息和传递信息，其快速发展对全球政治、经济、文化等领域具有深远的影响。承载与实施这些转变的正是计算机软件的创新。

20 世纪 60 年代，为解决“软件开发与维护费用居高不下、生产率低下，开发周期与版本升级时间过长，软件质量不能满足用户需要”等问题，诞生了软件工程学科。经过了 40 年的发展，软件工程研究者们提出了包括面向过程、面向对象、面向构件到面向方面等各种软件开发方法学，在指导软件开发、管理开发过程、防范开发风险等方面取得了一定的成就。但随着应用领域在深度、广度上的拓展，随着人们对软件期望的提升，随着互联网的飞速普及，软件系统的规模与复杂度正以超越人类处理能力的速度激增。2006 年 6 月，卡内基·梅隆大学软件工程研究所发布的调研报告“超大规模系统：未来软件必须面对的挑战”（Northrop, 2006）中指出：“在过去将近 40 年的时间里，软件工程领域取得了巨大的进步，使得我们能够开发越来越复杂的系统。但与软件工程师的能力同时增长的，还有人们的希望，而人们的希望总是超过他们的能力。也就是说，就目前的大型软件密集型系统（Software-Intensive Systems）而言，我们将软件开发变成工程性学科的希望仍然只是希望。在我们为开发目前的系统而挣扎的同时，我们也野心勃勃地希望为未来开发更加强大的软件系统。”

规模改变一切！我们需要转变视角，需要新的思想来应对我们遇到的挑战性问题。计算机软件随着其规模的增加、交互的复杂与应用环境的变化，已经使其成为典型的一类人工复杂系统。因此，利用复杂系统等和软件工程的学科交叉与会聚研究，产生新的理论、方法与技术，提升软件工程师软件开发的能力，比以往任何时期都显得更加紧迫、更加重要！

1.1 软件的网络化

2005 年，《纽约时报》的专栏作家托马斯·弗里德曼在《世界是平的》一书中认为：“世界开始从垂直的价值创造模式（命令和控制）向日益水平化的价值创造模式（联系和合作）转变”。互联网给软件带来了革命性的转变——软件网络化，这种趋势使

网络作为全局性的资源,以网络为媒介向大众用户提供各种信息资源服务。软件的计算模式、应用模式、产品形态以及盈利模式都会发生很大的变化,例如今后软件的应用方式就像打电话一样,通过租用软件资源、信息资源和数据资源来实现。网络式软件将会成为联结各种网络资源、数据资源、计算资源的核心,成为数据和数据交换的基础。网络式软件带来的横向沟通将加剧竞争,也会促进整合,规模化生产、经营将成为软件企业开拓市场的关键。同时,在变“平”的世界里,个人的力量得到大幅改善,用户需求呈现更加个性化、多元化的趋势,生产用户满意的软件是软件企业获得成功的关键。因此,快捷、高效地利用软件服务资源,构造具有竞争力的服务和应用,向以用户为中心的服务模式转变,是未来软件产业和信息服务产业的发展方向。

在此形势下,深入研究网络环境下的软件工程基础理论和前沿技术,是提高我国软件产业竞争力的突破口。只有具备了强大的软件自主研发的创新能力,才能从根本上实现软件产业优化升级,并解决由软件带来的网络资源深化应用的瓶颈问题 and 安全问题,维护国家信息安全和战略利益。我们应该抓住发展网络时代软件产业的有利契机,应对新形势所带来的挑战,运用新的思维方式,重新认识网络式软件的内在本质和演化规律,实现软件工程的理论、方法和关键技术的自主创新,进而提升整个软件产业的生产力,实现我国软件产业跨越式发展,促进国家信息化创新社会的发展。

什么是网络式软件?网络式软件是其拓扑结构和行为可动态演变的软件复杂系统。网络式软件具有如下的主要特性:

网络式结构特性:软件的网络观,组成单元更自主、耦合更松散、可伸缩、动态演化、自组织;

网络式行为模式:从桌面到网络,大规模、多粒度网络式软件实体资源的交互与协同,动态组合与互操作性聚类的自组织过程,系统群体行为涌现、行为可信、可持续运行;

网络式生产方式:最小“整体”构架、面向领域规模化定制,随需而变、协同应变,演化生长建模,从为我所有、到为我所用。或者,简单地说,软件本身的结构也可以用网络拓扑表示,即“软件网络”;而且,软件是在复杂网络环境中产生、生长与协同工作的,即本书所说的“网络式软件”。

作为本书的姊妹篇,科学出版社于2008年6月出版发行的《软件网络》一书(何克清,2008),借鉴复杂网络研究的最新成果,系统论述了复杂系统和复杂网络与软件工程相融合的思想以及软件网络(Software Network)概念、分析、度量、调控方法和核心技术。《软件网络》和本书《网络式软件》形成了“软件的网络化”研究新体系,为计算机软件工程学科的发展,提供了一条崭新的学科会聚研究的创新途径。

1.2 软件工程的重点向需求工程转移

当前,网络成为软件工程发展必须面对的不可抗拒的大环境。软件从服务于系统发展为服务于网络、软件行为从侧重于在单一软件系统内协调工作转变为注重群体软件间

交互与协同、软件应用从“为我所有”发展到“为我所用”，软件的发展表现出明显的网络化趋势。人们主要关心的问题更多的是软件（进程）之间的交互与协同，而不仅是软件（进程）内部的具体计算。其结果是软件走向服务，服务通过网络得以体现，使得软件以服务的方式无处不在。从嵌入式系统中的那种极小尺寸的软件，到 PC 层次的形形色色的软件，直到依托于互联网运行的软件，无不与网络融合，软件的网络化和服务化已成事实。

需求问题是软件工程中的传统问题，长期困扰着软件工程的研究者。研究表明，需求引发的问题在软件工程中占据着越来越大的比重。一项对 350 家美国公司承担的 8000 多个项目进行的调查显示（Standish, 2003），三分之一的项目未能完成，在完成的项目中有一半的项目只是部分成功，即只完成了部分功能、超出预算、严重延期。对于这些项目失败的原因，项目管理人员认为糟糕的需求是问题的主要来源。在欧洲范围内，对 17 个国家的 3800 多个组织的调查表明了类似的结果（ESI, 1996）。大多数可以感知的软件问题发生在需求规约（>50%）和需求管理（50%）阶段。图灵奖得主 Frederick P Brooks 在《人月神话》（Brooks, 1995）一书中也指出：“构造软件系统中最困难的部分在于精确的确定要构造什么”。因此，需求工程已经成为软件工程研究和实践中最值得关注的领域。网络式软件系统的复杂性剧增、用户规模庞大、环境趋于复杂，其软件需求问题成为不容回避的关键问题。

目前，在较为确定的领域用户和确定的领域需求条件下，面向领域的软件项目成功率有了一定保证；同时，构件化的软件生产方式也使得软件产品的生产效率不断提高。软件从产品到服务的转变，导致需求问题再次成为软件工程发展中不可避免的重点和难题。服务的核心理念是持续地满足用户需求与服务价值最大化，而网络式软件的用户是网络环境下的大众用户，其需求呈现出极强的个性化和多元化的趋势。2007 年 1 月的《中国互联网络发展状况调查》结果显示，目前中国互联网用户数量已经达到 1.37 亿人，除了浏览新闻、搜索引擎、收发邮件三大最常用的基础网络服务外，电子杂志、网络教育、网络销售、网络电话、网络金融等服务实现了从无到有，并快速上升。传统面向固定领域的方法和工具难以满足高效率和高用户满意度的网络式软件生产。

网络化和服务化背景下，软件生产的主要目标是实现满足个性化与多元化的大众需求的规模化定制。从早期的大型机到目前的互联网，软件环境从单机走向网络化。互联网所拥有的诸多优势（传播内容的多样化、信息服务的个性化、传播模式的交互性）得到充分展现的同时，软件的业务用户也从专家发展到各行各业，用户规模呈爆炸性增长。用户需求的差异性也凸显出来。如图 1.1 所示，大众用户对软件服务的定制需求既有共性的一面，也有个性化的一面。随着软件服务的日益丰富和深化，在基本满足用户共性需求的情况下，服务的个性化就成为竞争优势的关键。软件的规模化定制生产方式是：对共性需求，充分利用共同的领域知识，提供通用化的解决方案和服务资源；对个性化需求，则在共性的基础上实施差异性定制，即将共性的需求和个性化的需求进行协同整合，形成软件系统的整体需求，实现以规模化的成本和速度满足的个性化和多元化的大众需求。

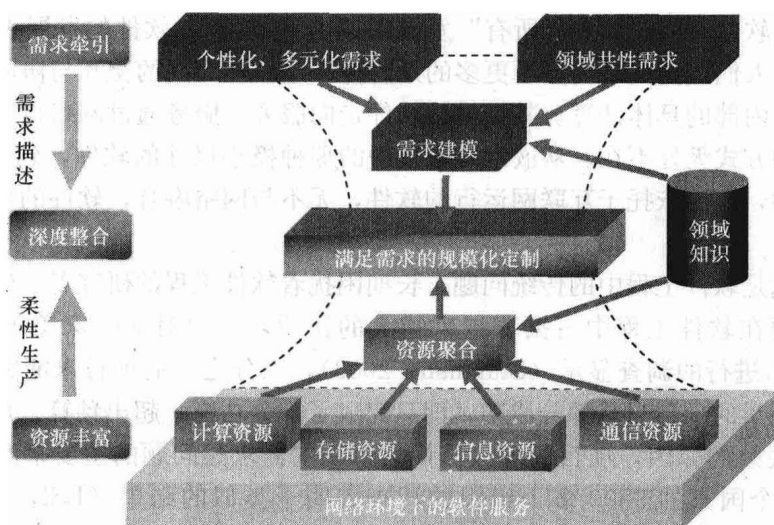


图 1.1 网络时代的软件生产方式

实现规模化定制这个目标，一方面是通过服务推动实现软件的柔性生产。目前网络条件下的资源聚合已成事实，Web 服务、网格、P2P、泛在计算等各种形态的网络式软件分别从不同角度、不同层面应对这一历史性变革，围绕服务这一核心，积累了大量的软件服务资源，并在网络中间件、资源聚合与协同等理论和技术上取得了较大的进展。另一方面，是通过需求牵引实现大众用户与生产企业之间的良好沟通。这种需求牵引主要来自网络环境下大众用户的个性化、多样化的体验。网络用户数量的庞大以及用户在地理、时间、文化背景上的不同，使用户的角色、需求目标、业务过程以及对于服务资源的需求等存在极大的差异，这给软件的规模化定制生产时的需求获取带来了新的挑战和困难。为此，有必要采用新的需求获取、分析和描述方法，充分发挥网络的强大交互能力，快速、高效、精确地将个性化和多元化的用户需求整合为对软件规模化定制服务的指导。

从当前现状来看，需求牵引和服务资源作为实现软件规模化定制的两个基本要素，后者在客观上得到了更大的发展，而需求牵引的发展则无论从方法论研究、产业支撑技术，抑或是国家的政策性资助现状，都略显滞后，两者之间呈现出失衡的态势，从而使得需求工程正日益成为网络式软件发展的瓶颈。在软件的网络化和服务化发展趋势已经十分明显的背景下，需求工程已经成为软件工程研究的前沿热点。因此，为了促进网络时代的软件工程发展，研究网络时代软件需求工程的理论、方法和产业支撑技术，具有重要的科学意义和迫切的产业发展意义。

在 Web 服务、语义 Web 服务及其相关技术逐步成熟的基础上，面向服务的软件工程重点向需求工程转移。只要能够动态获得涉众用户需求、随需而变、协同应变的适应性需求建模，在面向领域规模化定制、语义 SOA、自组织及其互操作性聚类、动态服务组合与优化等技术的支撑下，就能够实现网络式软件“整体”生成、生长与协同工作，高质量地满足用户服务需求。我们正在走向面向服务的软件工程时代，网络式软件将成为该时代的一种重要的软件形态。因此，本书以网络式软件需求过程中急需解决的