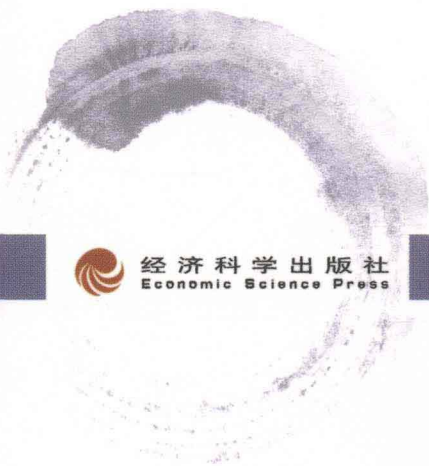


网络资源共享模型与 相关技术研究

WangLuo ZiYuan GongXiang MoXing
Yu XiangGuan JiShu YanJiu

邢长明 韩庆华 / 著



经济科学出版社
Economic Science Press

y were very sorry, but they would have to eat him. Mutual
far up on a mountain. The wolf and the bear agreed, away turned out of the ho
game in the forest, and even the wolf had as much. I eat as he could wish. One
ree, and flying back with a heavy heart, he threw one
found some comfort in the thought that only a bird of a
y might have been seen sitting under the very same tree, and a dreadful pang
rugged whom every creature in the forest knew, that a cro
e in front of the tree, for he was hungry, and a nice young
I one side and looking very wise - my good fox, if you la
see to cut it down with "Who has been teaching you wood
tree was it?" said the fox, well, the crow had better not me
he came to the high road
as flying towards him, and he kept stiller and stiller than ever, with his tongue ha
for a snap, and caught him by the wing. The crow knew that it was of no use stru
is greater than mine. This idea pleased the fox, for he had not yet forgiven the
I soared up into the air, and hovering just out of reach of
y, he did not know where to look for a dinner, as he guessed that the crow would
see. This poor animal had just lost his wife, and was gone
where he was going. "I am going to find a mountain," answered the bear, and told
knowing business. So the wolf broke forth in his song of lament. "Ho, ho, ho, hu
but when she saw the bear, she came out and spoke to
style. "The hare instantly offered her services, but the be
all that the bear could hardly hear her. "That is not what I
is the matter with you, grandfather?" asked he, and where
y were very sorry, but they would have to eat him. Mutual
far up on a mountain. The wolf and the bear agreed, away turned out of the ho
game in the forest, and even the wolf had as much. I eat as he could wish. One
ree, and flying back with a heavy heart, he threw one
found some comfort in the thought that only a bird of a
y might have been seen sitting under the very same tree, and a dreadful pang
rugged whom every creature in the forest knew, that a cro
e in front of the tree, for he was hungry, and a nice young
I one side and looking very wise - my good fox, if you la
see to cut it down with "Who has been teaching you wood
tree was it?" said the fox, well, the crow had better not me
he came to the high road

at, he did not know where to look for a dinner, as he guessed that the crow would
see. This poor animal had just lost his wife, and was gone
where he was going. "I am going to find a mountain," answered the bear, and told
knowing business. So the wolf broke forth in his song of lament. "Ho, ho, ho, hu
but when she saw the bear, she came out and spoke to
style. "The hare instantly offered her services, but the be
all that the bear could hardly hear her. "That is not what I
is the matter with you, grandfather?" asked he, and where
y found some comfort in the thought that only a bird of a
y might have been seen sitting under the very same tree, and a dreadful pang
rugged whom every creature in the forest knew, that a cro
e in front of the tree, for he was hungry, and a nice young
I one side and looking very wise - my good fox, if you la
see to cut it down with "Who has been teaching you wood
tree was it?" said the fox, well, the crow had better not me
he came to the high road
as flying towards him, and he kept stiller and stiller than ever, with his tongue ha
for a snap, and caught him by the wing. The crow knew that it was of no use stru

网络资源共享模型与 相关技术研究

邢长明 韩庆华 著

经济科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

网络资源共享模型与相关技术研究/邢长明, 韩庆华著.
—北京: 经济科学出版社, 2013. 3
ISBN 978 - 7 - 5141 - 2985 - 4

I. ①网… II. ①邢…②韩… III. ①计算机网络 - 信息资源 - 资源共享 - 研究 IV. ①G250.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 021613 号

责任编辑: 柳 敏 宋 涛

责任校对: 王苗苗

版式设计: 代小卫

责任印制: 李 鹏

网络资源共享模型与相关技术研究

邢长明 韩庆华 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

总编部电话: 88191217 发行部电话: 88191537

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮件: [esp@ esp. com. cn](mailto:esp@esp.com.cn)

北京京鲁创业科贸有限公司印装

880 × 1230 32 开 6 印张 150000 字

2013 年 10 月第 1 版 2013 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 2985 - 4 定价: 22.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 88191502)

(版权所有 翻印必究)

本书系“教育部人文社会科学研究项目：当代中国经济视阈中成人高等教育发展转型与创新研究（08JA790075）”的最终成果。

前 言

随着社会主义市场经济体制在中国的确立，启动了以社会主义市场经济体制为主要价值取向和目标的经济社会转型和升级。尤其是进入 21 世纪以来，这种转型和升级的深度与广度，对中国高等教育的影响同样是巨大的，且越来越彰显其重要性。这种转型不管其规模有多大，速度有多快，影响有多深，归结到一点是人的价值如何实现的问题。而高等教育，包括继续教育（成人高等教育）恰恰对人的价值的自我实现起着重要作用。经济转型是引起社会阶层变迁的根本原因，基层劳动者需要培训、进修，中层需要提高受教育的层次，高层则需要进一步拓展自己的知识结构和修养，都离不开教育。为适应这种教育和市场需求，急需传统的成人高等教育机制尽快向现代成人高等教育的办学机制转变，建设利用互联网络（教育信息化）实现数字化教育资源高效共享的模式和机制，从而构建学习型社会。

资源共享理论是近年来学术界研究的热点问题，随着信息技术的发展，网络资源日趋丰富，基于因特网实

现这些资源的高效共享对经济社会中的教育、工程技术、医药、管理工作都具有潜在、广泛的价值。例如,在教育领域,资源共享技术不仅可以使现有教育资源得到有效利用,促进教育均衡发展,同时还可以加强文化交流;在管理领域,资源共享技术可应用于知识获取、广告营销、决策意见形成、组织间信息交换与传播等许多方面。本书从管理科学和经济学的角度分析影响网络资源共享系统性能四个因素,即资源共享模型、网络拓扑结构、数据存储以及资源调度。在此基础上,针对相关问题进行重点研究。作者通过多年的深入调查研究和文献梳理,取得了一定的研究成果,达到了预期目的,具体如下。

1. 提出了一种层次式的资源共享模型,设计了基于该模型的副本创建策略。针对教育资源共享问题,提出了层次式的教育资源网格模型,定义了各层节点的功能;通过与欧洲数据网格对比,分析了教育资源网格的特点;基于层次式的教育资源网格,对影响副本创建策略性能的因素进行分析,然后引入网络带宽和文件大小两个参数,提出了一种动态副本创建策略(EDRS);利用数据网格模拟工具 OptorSim 构建教育资源网格虚拟环境,分析比较了 EDRS 策略与 Caching-lru 策略、Caching-lfu 策略和基于经济模型的副本创建策略的性能;最后,综合各项指标分析了不同策略对教育资源网格系统性能的影响。结果表明,EDRS 策略在教育资源网格应用中有更

好的系统性能。

2. 构造了一种基于 $RP(k)$ 的资源共享网络结构,研究了一系列提高系统服务质量的方法和措施。针对分布式资源共享问题,从网络拓扑结构和通信效率两个角度来探讨降低网络延迟时间和提高网络带宽利用率的方法和措施,设计了一种基于 $RP(k)$ 网络拓扑的资源共享网络体系结构,详细阐述了实现该网络结构连接的方案。在此基础上,给出了一系列提高系统服务质量的策略,包括节点的加入/离开策略、代理策略、分布式资源检索策略以及节点数据的协同策略。最后,通过理论分析比较,证实了采用 $RP(k)$ 互联网络的优势和相关策略的有效性。

3. 建立了两种实用的互联网络模型,讨论了其路由算法。Pertersen 图由于具有短直径和正则性等特性,在并行计算与分布式计算中具有良好的性能。基于环结构,提出了两种 Pertersen 图的新扩展方法,构造了互联网络 $RPC(k)$ 和 $RP_n(k)$ 。研究了这两种互联网络的性质,它们不但具有正则性和良好的可扩展性,还具有比 $RP(k)$ 互联网络更短的网络直径、更好的可分组性以及更小的网络构造开销。分析了 $RPC(k)$ 和 $RP_n(k)$ 优于二维 Torus 以及 $RP(k)$ 互联网络直径和节点可分组性的条件。设计了 $RPC(k)$ 和 $RP_n(k)$ 上的单播路由、置换路由、广播路由和多对多路由。研究发现,它们的通信效率比 $RP(k)$ 网络上对应算法的通信效率均有明显提高。

4. 构建了一种确定性的复杂网络演化模型, 将小世界网络与无尺度网络纳入一个框架之下。人们发现大量真实网络都表现出小世界和无尺度的特性, 例如面向资源共享的 P2P 网络, 由此复杂网络演化模型成为学术界研究的热点问题。基于 Sierpinski 分形垫, 通过迭代的方式构造了两个确定性增长的复杂网络模型: 小世界网络模型 (S-DSWN) 和无尺度网络模型 (S-DSFN), 给出了确定性网络模型的迭代生成算法, 解析计算了其主要的拓扑特性, 结果表明两个网络模型在度分布、集聚系数和网络直径等结构特性方面与许多现实网络相符合。最后, 提出了一个确定性的统一模型 (S-DUM), 将 S-DSWN 与 S-DSFN 纳入一个框架之下, 该模型不仅可为资源共享网络理论研究提供描述上的借鉴, 而且可以为复杂网络的相关研究提供理论基础。

5. 为了提高资源共享系统决策模块的性能, 研究了基于强化学习的微粒群算法。现代优化计算方法可以为许多系统决策模块提供方法支持, 为此研究了全局优化进化算法: 微粒群算法 (Particle Swarm Optimization, PSO)。在微粒群算法中, 惯性权重作为一个重要参数可以平衡算法全局和局部搜索能力的关系, 改善算法的性能。提出了一种基于强化学习的适应性微粒群算法 (RPSO), 该算法将不同惯性权重调整策略看成粒子的行动集合, 通过计算 Q 函数值, 考察粒子多步进化的效果, 选择粒子最优进化策略, 动态调整惯性权重, 增强

算法寻找全局最优的能力。对几种经典函数的测试结果表明：RPSO 能够获得好的性能，特别是对多峰函数效果更明显。

6. 在上述理论研究的基础上，设计了面向中国成人高等教育的网络资源共享模式。分析了中国成人高等教育资源共享环境建设的现状和存在的问题，提出基于云计算的成人高等教育资源共享模式，设计了系统节点的功能和互联方式，阐述了实现成人高等教育资源云管理的相关机制。利用这些模型和机制，经过近五年对山东省会计从业人员继续教育的实践，初步找出了山东省会计从业人员继续教育资源共享云的实现方法，验证了我们提出的资源共享模式的可行性和有效性。

目 录

第1章 绪论	1
1.1 研究背景及意义	1
1.2 网络资源共享技术	3
1.3 影响资源共享系统性能的因素	14
1.4 研究内容及组织结构	26
第2章 一种层次式资源共享模型及副本创建策略	30
2.1 引言	30
2.2 相关研究	32
2.3 教育资源网格模型	34
2.4 教育资源网格动态副本创建策略	39
2.5 性能分析与测试	45
2.6 本章小结	53
第3章 基于 $RP(k)$ 的资源共享网络结构及 相关策略	54
3.1 引言	54
3.2 互联网络概况	57

3.3	教育资源共享网络	62
3.4	关键策略	68
3.5	引入 $RP(k)$ 的优势和性能分析	74
3.6	本章小结	75
第4章	两种规则的互联网络模型及路由算法	76
4.1	引言	76
4.2	预备知识	79
4.3	互联网络 $RPC(k)$	80
4.4	互联网络 $RP_n(k)$	93
4.5	本章小结	103
第5章	一种确定性的复杂网络演化模型	105
5.1	引言	105
5.2	相关研究	107
5.3	复杂网络的特征度量	109
5.4	Sierpinski 分形垫及网络模型	111
5.5	S-DSWN 模型	115
5.6	S-DSFN 模型	120
5.7	S-DUM 模型	121
5.8	本章小结	121
第6章	面向任务调度的微粒群算法	123
6.1	引言	123
6.2	基本微粒群算法	124
6.3	惯性权重调整策略	127

6.4 适应性微粒群算法	129
6.5 算法有效性验证	134
6.6 本章小结	139
第7章 成人继续教育资源共享云模式设计	141
7.1 引言	141
7.2 我国成人继续教育资源共享环境建设现状	142
7.3 成人继续教育资源共享云	144
7.4 本章小结	153
第8章 总结与展望	154
8.1 工作总结	154
8.2 工作展望	156
参考文献	159
后记	176

第 1 章

绪 论

1.1 研究背景及意义

网络资源的共享和利用是网络资源管理领域的一个热点问题。近年来,随着信息技术的发展,包括教育、企业、医院、政府在内的很多部门都基于因特网开展业务,因特网上各类数据资源呈现出几何增长的态势。对无序成长、高度自治和复杂多样的网络资源,难以沿用传统的资源虚拟化概念和全局集中控制的资源管理模式实现资源共享。因此,需要研究实施资源分布式管理的方法和技术。目前,围绕着网络资源分布式管理的研究工作十分活跃,Web 服务、网格(Grid)计算^[1]、对等(P2P)计算以及新兴的云计算(Cloud)^[2]模式都在网络资源分布式管理的概念、方法和机理上寻求新的突破,并且进行了许多有益的尝试,取得了一系列具有重要学术价值和应用价值的成果。然而,在网络资源管理领域还存在大量的问题需要研究。其中,根据网络计算的本质规律建立基础理论模型,探讨提高系统服务质量的相关算法,实现网络环境下资源的高效共享是学术界关注的焦点。

在基于因特网的资源共享系统中,网络计算环境的异构、分布、并发、动态、演化等本质属性导致分布式应用系统延迟高、性能低、稳定性差等服务质量问题。从管理科学的角度来看,这一问题表现在以下几个方面:第一,不合理的资源共享模式导致系统构建复杂、用户共享资源的积极性不高,不利于资源共享系统的实现,同时资源共享模式还影响系统上层资源发现、检索、使用的效率,针对这一问题选择分布范围广泛、应用面普及的教育资源为研究对象,探讨其资源共享模式的设计方法。第二,在分布式环境下,缺乏高效的资源发现、检索机制,传统的消息“泛洪”机制,容易造成网络带宽负载较重,引起网络拥塞。对此问题,需要优化网络拓扑结构和资源配置,提高检索消息的路由效率,缩短资源响应时间,降低用户请求资源的延迟。第三,资源共享系统中资源分配机制和任务调度策略的不合理,会导致资源负载不均衡,这将降低资源利用率,影响系统服务质量。因此,可以从多个方面探讨改善资源共享系统的服务质量的方法,例如,研究适合特定资源的共享模型、寻找良好的网络拓扑结构、设计高效的路由算法、提高系统通信效率等。“网络资源共享模型与相关技术研究”力求从以上几个方面,研究提高网络资源共享效率的模型、方法和机制。

为了提高资源共享系统的服务质量,书中分析了影响网络资源共享系统性能四个因素,即互联网络模型、路由算法、数据存储以及资源调度。在此基础上,针对这四个问题进行重点研究。提出了一种层次式的资源共享模型,该模型符合我国教育资源的组织模式,可用于指导教育资源共享系统的建设;基于层次式资源共享模型,提出了一种副本创建策略,该策略可以有效解决由于网络节点存储能力较小引起的副本频繁建立与删除问题;构造了 $RPC(k)$ 和 $RP_n(k)$ 网络,这两种互联网络拓扑结构简

单, 具有较短的网络直径和良好的路由性质, 能够提高资源共享系统的通信效率; 建立了一种基于 Sierpinski 分形垫的确定性复杂网络演化模型, 该模型在度分布、集聚系数和网络直径等结构特性方面与许多现实网络相符合, 不仅可为资源共享网络理论研究提供模型描述上的借鉴, 还可以为复杂网络的相关研究提供理论基础; 提出了基于强化学习的微粒群算法, 该算法可以为资源共享系统中的决策模块提供方法支持; 设计了面向成人高等教育的网络资源共享云模式, 为我国成人教育资源共享系统的实现提供了新思路。

1.2 网络资源共享技术

因特网是计算机技术和通信技术融合的产物, 经过多年的发展, 因特网已经成为信息社会的重要基础设施。近年来, 随着国家信息化建设的推进, 经济、行政、教育、科研、军事等各个领域都对互联网资源的共享和综合利用提出了迫切需求。在这些需求的驱动下, 实现网络资源共享的技术不断取得进步。20 世纪 70 年代至今一直在不断研究的集群计算技术, 通过高速局域网连接大量独立的计算机, 提供高性能计算能力; 80 年代, 学术界提出了分布式操作系统和网络操作系统的概念, 通过对传统操作系统资源管理机制进行扩展, 实现网络资源的有效管理; 90 年代, 网格计算、对等计算、普适计算、云计算技术等新型计算技术不断涌现。网络资源的“成长性”、“自治性”和“多样性”使得传统集中式资源共享模式难以适用, 新型资源共享模式也存在许多问题。

目前, 各类资源共享技术的基本思路都来源于传统资源管理模式在分布式环境中的拓展。因此, 通过分析比较这些相关技

术, 可以寻找其中存在的问题, 探索适合互联网资源共享的资源管理模式和相关技术。下面首先对网格计算、对等计算和云计算技术进行简要介绍, 以便在此基础上讨论资源共享领域存在的问题, 为后续讨论做好铺垫。

1.2.1 网格技术

网格技术的研究开始于 20 世纪 90 年代中期, 自 1998 年起掀起了世界范围内的研究热潮并取得了快速发展。网格是继传统互联网、Web 之后的第三个大浪潮, 可以称之为第三代互联网应用。传统互联网实现了计算机硬件的连通, Web 实现了网页的连通, 而网格试图实现互联网上包括计算资源、存储资源、通信资源、软件资源、信息资源及知识资源在内的所有资源的全面连通。

迄今为止, 网格计算技术本身尚没有公认的定义。全球网格论坛 (Global Grid Forum, GGF) 认为, 网格就是分布式计算, 对等式计算是工业界对网格计算的另外一种叫法。美国网格之父伊安·福斯特 (Ian Foster) 定义“网格是构筑在因特网上的一组新兴技术, 他将高速互联网、高性能计算机、大型数据库、传感器、远程设备等融为一体, 为科技人员和平民百姓提供更多的资源、功能和交互性, 他让人们透明地使用计算、存储等资源”^[3]。“网格就是在缺少中央控制、没有全知者 (omniscience) 以及强的信任关系的情况下能够协同使用地理分布的各种资源。”“所关心的共享不仅仅是简单的文件交换, 更强调直接对计算机、软件、数据以及其他资源的直接访问, 且这种共享是高度可控的, 需要在资源提供者和消费者之间详细的定义什么可以被共享、哪些人可以共享、在什么条件下可以共享。”^[1]

根据网格应用环境, 网格系统大致可以分为计算网格 (Computational Grid)、数据网格 (Data Grid) 和服务网格 (Serv-

ice Grid) 三类。

计算网格是一种能够提供可依赖的、一致的、普遍的和廉价的高端计算能力的硬件和软件底层设施,以便提供更高的计算能力,可以分为分布式超级计算(Distributed Supercomputing)和高吞吐量(High Throughput)计算两类^[4]。前者主要是为了减少任务执行时间或者处理单系统不能解决的问题,利用网格技术集成多个地理位置上分散的超级计算机,提供分布式超级计算能力,解决由于计算速度无法容忍,内存不足等原因造成的单一系统不能完成的计算任务。这类计算的典型应用包括天气预报、军事场景模拟等。后者主要利用计算网格技术整合网络环境下的各类空闲的处理器周期,以在特定时间段内完成尽可能多的任务数为目标,执行松耦合或者独立的任务。参数扫描是这类计算的典型应用。

数据网格技术主要致力于实现对广域网环境下分布、异构、海量数据资源的统一访问和管理^[5, 6]。数据网格面向广域网异构环境,以命名透明性(Name Transparency)、定位透明性(Location Transparency)、协议透明性(Protocol Transparency)和时间透明性(Time Transparency)为指导原则,旨在建立一个可扩展、通用、可靠的数据访问、管理和计算环境,为用户屏蔽底层物理资源的异构性,并最终建立分布、异构、海量数据的一体化访问、存储、传输、管理与服务架构^[7]。通过数据网格技术建立基于因特网的资源共享平台,可以实现电子政务、电子商务以及教育科研等多个领域数据的透明管理和访问,从而实现多个领域数据资源的透明管理和访问,达到整合和管理分散数据资源的目的^[8]。

服务网格提供单机所不能提供的各种服务。在服务网格环境中,一切提供特定服务的软硬件资源都表现为网格服务,这样不仅可以利用原有计算网格中的处理能力包装成服务,还可以利用更