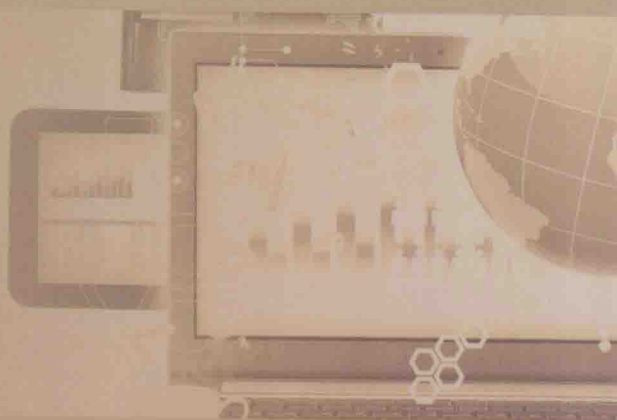


电子商务

系统性能智能优化与评价

陈梅梅◎著



科学出版社

电子商务系统性能 智能优化与评价

陈梅梅 著

科学出版社

内 容 简 介

本书在全面概括 Web 服务质量、过载控制等相关领域研究动态基础上,面向商务网站、围绕服务质量这一核心,从分布式电子商务系统的负载特性和区分服务要求及赢利目标这一独特视角出发,系统总结作者在电子商务系统性能智能优化这一特定的服务质量问题方面的研究成果,内容涉及请求调度、任务分配、流量预测等,具有高度的学科交叉性,为电子商务领域的研究开拓了新思路。

本书对电子商务、计算机网络、服务管理、复杂科学等相关领域的教学、科研和实践应用具有重要的参考价值,可作为管理科学与工程专业及计算机专业从事相关研究的参考书,也可作为高年级本科生相关专业课程的教学参考用书,对开展电子商务业务的企业、网络运营商和技术服务提供商从事系统维护、网络管理和研究开发等工作的专业人士也是一本启发实践的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电子商务系统性能智能优化与评价 /陈梅梅著. —北京: 科学出版社, 2015

ISBN 978-7-03-043679-5

I. ①电… II. ①陈… III. ①电子商务-信息系统-研究 IV. ①F713.36

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 048130 号

责任编辑: 李 楠/责任校对: 王晓茜
责任印制: 李 利/封面设计: 无极书装

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>

文林印务有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 3 月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2015 年 3 月第一次印刷 印张: 10 1/2

字数: 220 000

定价: 54.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)



前言

对于电子商务网站来说,为用户提供满意的服务质量意味着投资回报和利润。对于一个信息内容和服务功能既定的网站,其系统性能将是影响 Web 服务质量(quality of service, QoS)水平的决定性因素。但随着 Web 应用的爆炸性增长,服务器过载已不可避免地成为许多热门站点普遍面临的问题,某种程度上成为提升网站服务质量的瓶颈。

智能化过载控制与性能优化机制将是提高 Web 服务质量的有效途径,也是实现下一代网络服务质量控制技术不可或缺的关键环节;系统性能优化更是企业在当前电子商务同质化竞争加剧情况下提升核心竞争力的重要手段。

电子商务系统相对于普通 Web 系统来说具有更高的赢利性目标和区分服务要求。因此,本书是面向商务网站、围绕服务质量这一核心、从分布式电子商务系统的负载特性和区分服务要求以及赢利目标这一独特视角出发而展开特定的服务质量控制问题研究的成果总结。本书是国内第一本专门系统地论述电子商务系统性能优化的专著,引入“智能优化”的理念,提出以自适应为主要特点的性能智能优化综合机制。全书共分为三部分。

第一部分在概述电子商务系统资源与性能基本概念和对相关领域研究综述的基础上,首先构建以过载集成控制为核心的电子商务系统服务质量自适应优化综合机制的总体框架,重点分析基于中间件的性能优化集成控制模块中的五大核心功能组件的运行机制和相互接口关系;然后将复杂大系统理论引入电子商务系统资源和性能协调控制研究,协调控制结果有利于动态地调整资源利用率标准和系统性能目标,提升系统对外界环境变化的自适应能力。

第二部分重点对其中请求调度、任务分配、流量预测等几个核心组件进行深入研究:针对商务网站请求调度的多重目标,提出收益驱动的请求分类的多维标准,在此基础上提出基于请求分类的多目标调度策略与基于过载预警的动态优先机制与算法;建立分布式并行计算的电子商务系统的非独立任务分配问题的数学模型,给出响应时间最小化的目标函数及任务依赖关系和资源负载等约束条件,并利用结构自适应的免疫遗传算法求解这一 NP 难的有约束组合优化问题;此外,针对 Web 系统负载特性,提出基于遗传神经网络的短时流量预测模型和改进的神经网络组合预测模型。

本书第三部分从闭环管理的思想出发提出了电子商务系统服务质量模糊综合评价模型与质量诊断算法,以检验服务质量保障驱动的自适应过载控制与性能优

化机制的有效性,并指导系统性能优化和质量的进一步改进。

作者自 1999 年以来一直从事电子商务及网络营销方面的教学与研究,博士在读期间开始关注并从事电子商务系统性能优化方面的研究,曾作为主要人员参与上海市自然科学基金项目“电子商务应用系统的性能智能化模型”以及主持中央高校基本科研业务费专项资金重点计划项目“商务网站综合服务质量智能优化机制与体系研究”。为有效解决当前影响商务网站服务质量的过载问题,为进一步提升电子商务系统性能和智能化服务水平,为今后研发功能完整、通用性的服务质量优化智能代理软件提供必要的理论与技术基础,作者在全面概括并述评国内外 Web 服务质量等相关领域研究动态基础上,系统总结在电子商务系统性能智能优化及服务器过载控制方面多年来的研究成果,以期为推动我国电子商务应用的深层次发展贡献微薄之力。

本书对电子商务、计算机网络、服务管理、复杂科学等相关领域的教学、科研和实践应用具有重要的参考价值,可作为管理科学与工程专业及计算机专业从事相关研究的参考书,也可作为高年级本科生相关专业课程的教学参考用书,对开展电子商务业务的企业、网络运营商和技术服务提供商从事系统维护、网络管理和研究开发等工作的专业人士也是一本启发实践的参考书。

本书核心思想源于作者的博士论文,书中主要研究得益于东华大学汤兵勇教授的悉心指导;感谢上海市自然科学基金和中央高校基本科研业务费专项资金重点计划项目的资助,使得研究得以进一步扩展深入;作者指导硕士研究生开展相关研究的部分新成果也纳入书中,在此也感谢研究团队的辛勤工作和团结合作;本书撰写过程中参考了大量国内外同行专家的研究成果,已在本书的主要参考文献中尽可能全面地予以列举,在此对所有资料的作者表示感谢;本书修改完善过程中曾得到电子商务界、管理科学与工程界许多专家学者的大力支持和宝贵建议,在此一并表示感谢。电子商务系统智能优化研究具有高度的学科交叉性,加上作者水平有限,难免存在疏漏之处,恳请读者不吝赐教。

东华大学 陈梅梅
2014 年 12 月 25 日

目 录

第1章 导言	1
1.1 网络消费发展迅猛	1
1.2 电子商务系统性能问题突出	1
1.3 Web 系统性能优化传统方法及其局限	2
1.3.1 容量规划	2
1.3.2 放弃队列	3
1.3.3 服务器集群负载均衡技术	3
1.4 Web 系统性能智能优化势在必行	4
1.5 本书的内容和结构	5
1.6 本章小结	7
本章参考文献	8
第2章 电子商务系统资源与性能	9
2.1 电子商务系统资源	9
2.1.1 商务网站与动态网页	9
2.1.2 B/S 体系结构与服务器	9
2.2 用户请求及访问分析	10
2.2.1 请求、会话与队列	10
2.2.2 基于服务器日志的用户访问分析	11
2.3 Web 系统监测	17
2.3.1 系统监测的步骤与内容	17
2.3.2 系统性能监测	19
2.4 Web 系统的负载与过载	22
2.4.1 负载与负载的测度指标	22
2.4.2 过载的类型	23
2.4.3 过载判断的标准	24
2.4.4 瞬时过载的突发性及其危害	26
2.5 本章小结	26
本章参考文献	26

第3章 相关领域研究综述	28
3.1 Web 服务质量控制研究	28
3.2 电子商务系统性能优化研究	29
3.3 服务器过载控制研究	31
3.3.1 准入控制研究综述	31
3.3.2 请求调度研究综述	33
3.3.3 任务分配研究综述	36
3.3.4 内容自适应研究综述	38
3.4 本章小结	39
本章参考文献	40
第4章 电子商务系统智能优化机制与体系框架	44
4.1 优化机制与体系框架	44
4.2 核心组件的智能优化机制	46
4.2.1 准入控制	46
4.2.2 请求调度	49
4.2.3 任务分配与调度	50
4.2.4 降级服务	51
4.2.5 超时请求处理	52
4.2.6 基于短期负载预测的过载判断	52
4.3 本章小结	55
本章参考文献	55
第5章 电子商务大系统资源与性能自适应协调控制	57
5.1 电子商务系统的大系统特征	57
5.2 电子商务系统自适应协调控制意义和控制机制	58
5.2.1 协调控制意义	58
5.2.2 协调控制机制	58
5.3 资源与性能模型	59
5.3.1 资源子系统变量分析	59
5.3.2 性能子系统变量分析	60
5.3.3 资源和性能大系统的整体模型结构的确定	61
5.4 基于系统辨识的资源与性能自适应协调控制	62
5.5 本章小结	63
本章参考文献	63
第6章 基于请求分类的多目标动态优先请求调度	65
6.1 电子商务系统请求调度的目标	65
6.2 电子商务系统请求调度的相关研究	66

6.3 收益驱动的请求分类	67
6.3.1 Web 请求分类机制	67
6.3.2 各种请求分类方法的比较	69
6.3.3 收益驱动的多维请求分类标准	69
6.4 多目标动态优先调度机制与算法	71
6.4.1 电子商务系统最优调度原则	72
6.4.2 基于请求分类的请求优先级	73
6.4.3 基于请求优先级的调度优先级	74
6.4.4 基于事前过载判断的动态优先调度机制	75
6.4.5 多目标动态优先调度的流程和特点	75
6.5 仿真实验	77
6.5.1 实验说明	77
6.5.2 实验结果分析	78
6.5.3 实验结论	80
6.6 本章小结	80
本章参考文献	81
第7章 基于免疫遗传算法的自适应任务分配与调度	83
7.1 电子商务系统任务分配与调度问题相关研究	83
7.2 任务分配与调度问题描述	84
7.2.1 问题的数学模型	84
7.2.2 任务分配与调度目标	85
7.2.3 任务分配与调度约束条件	86
7.3 免疫遗传算法的原理	88
7.4 免疫遗传算法设计	89
7.4.1 编码策略和种群初始化	89
7.4.2 适应度函数	90
7.4.3 疫苗提取	91
7.4.4 遗传算子设计	92
7.4.5 免疫算子设计	96
7.5 结构自适应免疫遗传算法流程	99
7.6 本章小结	101
本章参考文献	101
第8章 Web 网络流量预测	104
8.1 Web 系统负载与网络流量研究综述	104
8.1.1 Web 系统负载的特性	104
8.1.2 网络流量预测研究综述	105
8.2 基于遗传神经网络的网络流量预测	107

8.2.1	遗传神经网络的基本原理	107
8.2.2	基于遗传神经网络的 Web 网络流量预测模型	109
8.2.3	仿真实验及分析	110
8.3	基于改进的神经网络组合预测模型的网络流量预测	114
8.3.1	组合预测概述	114
8.3.2	基于网络流量特性的单一最优预测模型选取	116
8.3.3	传统 BP 神经网络组合预测模型构建	125
8.3.4	传统 BP 神经网络组合预测仿真实验	126
8.3.5	改进的 BP 神经网络组合预测算法	130
8.3.6	改进的网络流量组合预测模型的仿真实验	131
8.4	本章小结	133
	本章参考文献	133
第 9 章	电子商务系统服务质量模糊综合评价与质量诊断	137
9.1	电子商务系统服务质量评价与质量诊断的目的	137
9.2	评价指标体系建立	137
9.2.1	评价指标体系研究综述	137
9.2.2	电子商务系统服务质量评价原则	138
9.2.3	电子商务系统服务质量评价指标构成	139
9.2.4	基于 R 型系统聚类的指标优化	140
9.2.5	确定指标权重	143
9.3	电子商务系统服务质量多级模糊综合评价模型	144
9.3.1	确定因素集、评语集和权数集	145
9.3.2	计算隶属度	145
9.3.3	一级模糊综合评价	146
9.3.4	二级模糊综合评价	147
9.4	基于模糊综合评价模型的电子商务系统质量诊断	148
9.4.1	质量诊断原理	148
9.4.2	质量诊断算法	149
9.4.3	质量评价与诊断的系统实施	149
9.5	本章小结	151
	本章参考文献	151
第 10 章	总结与展望	154
10.1	电子商务系统性能智能优化目标的达成	154
10.2	研究展望	155
附录		156

第1章 导 言

1.1 网络消费发展迅猛

全球电子商务迅猛发展,近年来我国网络零售业务更是突飞猛进。根据中国电子商务研究中心《2013年度中国网络零售市场数据监测报告》显示,我国2013年网络零售交易规模达1.8851万亿元,较2012年增长42.8%,占到社会消费品零售总额的8.04%,而2012年该占比仅为6.3%^[1];网络购物用户规模达到3.5亿,同比增长26.3%^[2]。

网络消费市场规模不断扩大的同时,借助第三方平台经营的商户数量却有所萎缩,截至2013年12月,实际运营的个人网店数量1122万家,较2012年1365万同比减少17.8%^[1],而与此同时,越来越多制造业、零售业、服务业等传统行业的企业以O2O模式加入到在线经营的大军,不仅在B2C平台建立自己的旗舰店,还建立了官方网站以拓展销售渠道。据2014年中国连锁经营协会发布的《传统零售商开展网络零售研究报告(2014)》,目前我国仅连锁百强企业中开展网络零售业务的就已达67家^[3];截至2013年12月底,国内开展B2C、C2C模式电子商务业务的企业已达29303家,较2012年增幅达17.8%^[4]。

1.2 电子商务系统性能问题突出

对电子商务系统服务质量(quality of service, QoS)的用户体验主要来自于三个方面,即商务网站的内容、功能和系统性能。Aberdeen集团于2008年进行的一项调查研究结果表明,Web页面加载时间延迟仅1秒钟就会导致顾客满意度下降16%,同时,使网页浏览量(page view, PV)减少11%,Compuware公司对海量网页进行的类似研究也显示:浏览网页的响应时间从2s增至10s时网页浏览放弃率将高达38%^[5]。所以,对于一个用户来说,获得良好的用户体验除了与网站的内容、功能有关外,电子商务系统性能更是不容忽视。在满足内容个性化、功能人性化的需求之后,系统性能好坏就成为了直接影响访问用户对服务质量体验的最重要因素。

Web服务器是支持电子商务系统的核心物理设备,一旦Web服务器的工作负载超出其规划的处理能力,就会导致服务器响应缓慢、系统吞吐量减少等性能问

题。由访问用户发出的到达 Web 服务器的 HTTP 请求具有突发性,高峰时的 HTTP 请求率超过平均值的 8~10 倍^[6],加上 HTTP 请求的指数级增长,即使在开发前进行合理的容量规划的 Web 系统,其服务器的负载仍可能超过设计要求的负载能力,出现过载情况。

随着 Web 应用的爆炸性增长和广大消费者网络消费生活的常态化,一些热门网站的高峰访问频繁爆发,服务器过载不可避免。2013 年淘宝“双十一”活动开始的第一分钟就有超过 1370 万用户涌入天猫商城^[7],各大购物平台日常经营中用户数也常常接近甚至达到千万级,如淘宝网在 2014 年第四季度的平均独立访问者为 66 020 000^[8]。服务器过载问题成为许多热门 Web 站点的普遍现象。时常爆炸式到达网站的访问请求不断挑战着企业的在线服务质量,迫使企业不得不独立去面对电子商务网站系统的 8 秒效应、用户体验等不断提升的服务需求。

作为一个提供电子商务服务的网站,即使信息内容丰富、服务功能全面周到,甚至能够通过智能化手段满足个性化内容和服务的需要,如果缺乏有效的性能优化和过载控制机制,当交易高峰时段仍有可能因服务器过载导致系统性能下降甚至系统崩溃,从而影响对电子商务系统服务质量的用户体验。由此可见,服务器过载已经在某种程度上成为实现 Web 服务质量的瓶颈。因此,如何预防和控制服务器过载,为用户提供满意的服务性能保证,已经成为一个迫切需要解决的问题。

而对于开展在线业务的企业来说,以为用户提供满意的服务质量为目的的 Web 服务质量意味着投资回报和利润。仅在美国的电子商务市场,慢的通信速度、延迟的响应时间、频繁的连接中断等问题在 10 多年前就已导致了每年约 400 亿美元的销售损失^[6]。对于在线经营企业来说电子商务系统性能已成为一个日益突出的重要问题。

1.3 Web 系统性能优化传统方法及其局限

容量规划技术、流量控制技术和服务器过载控制技术是 Web 系统性能优化的主要手段。

为了防止导致 Web 系统性能恶化的过载问题的出现,通常的做法主要有三个方面,即容量规划、放弃队列和服务器集群负载均衡技术。

1.3.1 容量规划

Web 系统的容量规划一般是在网站规划与建设阶段进行的,通过合理的容量规划避免网站系统运营过程中因为难以预计的发展速度过早地导致系统资源过载的情况发生。

对于系统出现长期过载的情况,则需要重新进行系统的容量规划并通过扩容

加以改善。可以通过改用处理能力更强的服务器来实现扩容的目的,也可以采用服务器集群中增加同质的服务器数量的方法来增加系统的处理能力。

虽然扩容是有效的过载预防措施,但不适于作为运行时 Web 系统的过载控制措施,并且,简单地通过扩容的方式等待处理暂时性、突发性的激增流量的做法也不是一种经济的解决方案。

1.3.2 放弃队列

如果以上措施仍无法控制服务器过载的情况,当新的访问请求到达时,通过放弃等待队列中的请求这一简单的措施,能够确保已被系统准入的请求在有限的资源下得到处理及响应。

但是这种做法只能暂时缓解过载带来的活锁现象,作为过载控制措施是不可取的,原因主要有两个方面:一方面降低系统可用性,无法满足访问用户基本的服务质量要求;另一方面,访问用户在不知情的情况下其访问请求被拒绝会导致访问用户重试,这将进一步增加对服务器的请求,无法根本解决过载问题。

1.3.3 服务器集群负载均衡技术

利用负载均衡技术在服务器集群中分担随时可能出现的激增流量可以较为有效地解决过载问题。

负载均衡是一项通过在服务器集群(Cluster)中的服务器之间分散输入的请求来防止过载并优化吞吐量的技术。在负载均衡的思路下,多台具有同等地位的同质的服务器以对称方式单独对外提供服务而无需其他服务器的辅助,提供服务的一组服务器组成了一个服务器集群,并对外提供一个统一的地址。

对于同质服务器的架构,当一个 HTTP 请求被发至该集群时,通过负载分摊技术,按一定规则分配到对称结构中的某一台服务器上,而接收到请求的服务器都独立回应客户机的请求,即将负载进行均衡分摊,从而保证了服务的可靠性。合理的负载均衡技术追求资源利用最大化。

一般电子商务 Web 系统架构中的服务器并不都是同质的,对于异质服务器的架构,即不是所有的服务器都能处理所有的任务,如专门的 CGI、数据库服务器就只能处理一类任务,所以,网络服务器负载均衡包括两方面内容:网络流量(即 HTTP 请求)在服务器集群中的分布,以及如图 1-1 所示的基于请求事务的进程分配的负载均衡机制^[9],可以使用基于内容的负载均衡算法^[10,11]来实现异构服务器集群中的负载均衡。

图中请求涉及三种任务类型:A、B 和 C。每个请求包含一系列的任务,任务的完成是请求完成的基础。在每个前端服务器必须有一个负载平衡器,负责将每

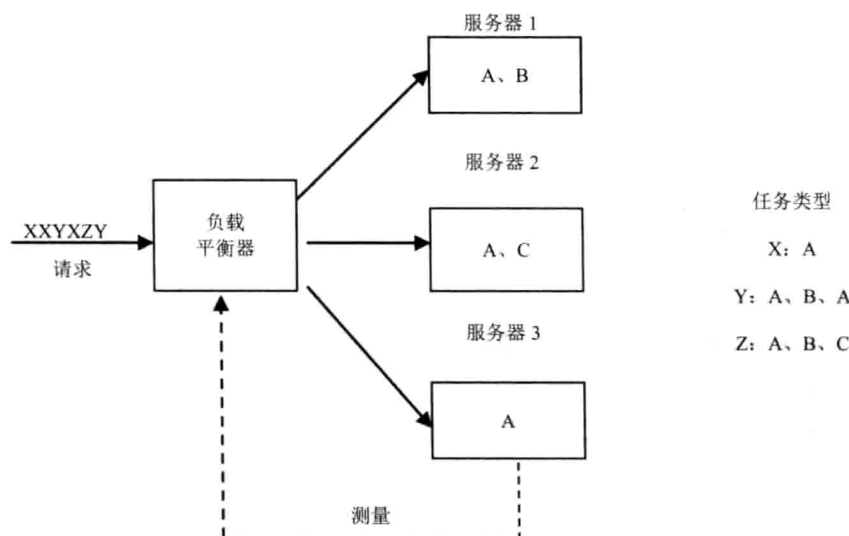


图 1-1 一种基于请求事务进程分配的负载平衡机制

Fig.1-1 A load balancing mechanism based on transaction process allocation of request

个请求按任务类型送到集群中具有处理该任务能力的且有闲置资源的一台后端服务器。

但是，服务器集群负载均衡技术也有自身的局限性。

首先，负载平衡算法只有当平均输入请求比网站的最大吞吐量小时才有用。所以，负载平衡应该是在服务器过载之前才能有效地进行。

其次，集群技术一般用于 HTTP 服务器、Web 应用服务器等，而不适用于数据库服务器等共享存储的服务，而商务网站的交互功能的实现就是基于后端数据的存取，交易较集中的时段数据库服务器恰恰容易成为系统资源的瓶颈。

此外，大型 Web 网络系统一般由大量专用技术设备组成的，如防火墙、路由器、第 2 或第 3 层交换机、负载均衡设备、缓冲服务器等。其系统的负载问题的解决需要依赖更多其他具有负载均衡功能的技术和设备。例如，现在许多交换机提供第 4 层交换功能，可以将一个外部 IP 地址映射为多个内部 IP 地址，对每次 TCP 连接请求动态使用其中一个内部地址，达到负载均衡的目的；有的协议内部支持与负载均衡相关的功能，如 HTTP 协议中的重定向能力。

可见传统的 Web 系统防止过载的性能优化方法存在不少的局限，无法动态地自适应地实现系统过载控制和性能优化。

1.4 Web 系统性能智能优化势在必行

访问用户对电子商务系统的性能需求主要是响应时间最小，而从电子商务服

务提供商角度,则要求系统不仅能够满足正常的工作负载需求,还要在高峰访问时段甚至是过载的情况下依然能够保持较高的吞吐量,尤其对于电子商务网站,为了达到赢利目的,还需要满足一些特殊的性能要求,如提供区分服务、交易请求或事务达成率最大化、丢失率最小化等。

对于一个已具备一定信息内容和服务功能的既定系统,服务器性能将是影响 Web 服务质量水平的决定性因素。然而,目前通用的 Web 服务器尚不具备任何 Web 服务质量机制和过载控制机制,普遍采用尽力而为(best-effort)的服务模式和先来先服务(first come first service, FCFS)的请求调度机制,在过载情况下不加区分地丢弃高优先级请求,无法为 Web 应用提供区分服务(differentiated services, diffserv)和性能保证,服务器过载已经在某种程度上成为实现 Web 系统的服务质量瓶颈。

随着电子商务应用向深层次发展,服务器性能和可用性已成为提高电子商务系统服务质量的两个关键因素,服务器过载是导致系统性能和可用性下降的重要因素,因而,有效的过载控制机制才能从根本上解决“服务器过载”问题。而请求的突发性决定了服务器过载的情况是不可避免的,所以,自适应为主要特征的智能过载控制与性能优化机制是提高 Web 服务质量的有效途径,也是实现下一代网络服务质量控制技术不可或缺的关键环节。

电子商务系统相对于普通 Web 站点来说具有赢利性目标和更高的区分服务要求,目前研究成果中极少从分布式电子商务系统的负载特性和赢利目标角度出发展开特定的服务质量保障和过载控制问题研究,所以,本书选择研究电子商务系统自适应过载控制与性能优化系统机制,并重点研究电子商务系统的服务质量和请求调度与任务分配问题,将充分利用系统资源并自适应地达到电子商务系统特有的多重目标作为研究目标,具有重大的现实和理论意义。

1.5 本书的内容和结构

本书运用复杂大系统理论、免疫和遗传等进化算法、人工神经网络等,重点研究了电子商务大系统性能自适应优化体系、资源与性能子系统协调控制机制、多目标动态优先请求调度策略、非独立任务的分配与调度、短时 Web 流量预测和系统服务质量综合评价与诊断等核心问题,同时也涉及请求分类、性能监测、过载判断等相关问题。全书各章是围绕该研究的思路展开的,具体如图 1-2 所示。

第 2 章概述 Web 系统体系结构与服务器、用户请求与队列、基于服务器日志的访问分析、系统负载与过载类型、性能监测等电子商务系统资源与性能基本知识的基础上,第 3 章从 Web 服务质量、电子商务系统性能优化、服务器过载三方面对相关领域现有研究成果进行综述。

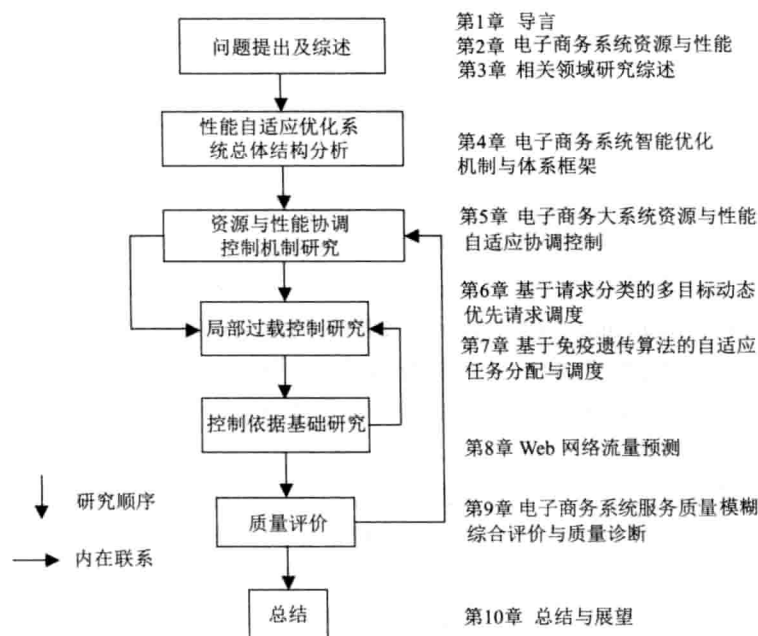


图 1-2 全书各章内容之间的逻辑关系

Fig.1-2 The logic of all chapters in this book

第4章构建电子商务大系统性能智能优化的机制和总体框架，主要提出基于中间件的过载集成控制模块的结构模型，用以对电子商务系统自适应地进行过载控制与服务质量保障驱动的性能优化，分析过载控制五大核心功能组件的运行机制和相互接口关系。另外，该章还给出基于Web网络流量和访问路径预测的事前过载判断机制与算法，以避免现有基于实测请求调度效果滞后问题和实测信息的代价问题；同时，巧妙利用系统负载波动性和突发性特点，依据多负载状态指标的变化率过载判断，不仅方法简单且有利于提高判断的准确度。

第5章根据大系统理论的多级递阶控制的基本思想给出电子商务系统多级双向控制模型体系的基本结构，在分析资源与性能子系统的影响因素基础上，运用动态大系统辨识和协调控制理论，提出并优化电子商务系统资源与性能自适应协调控制模型，协调控制结果有利于动态地调整资源利用率标准和系统性能目标，改变传统请求调度、任务分配与调度中依据静态目标进行控制所导致的对外界环境变化缺乏适应性的问题。

第6章主要研究赢利为目的的电子商务系统服务器的请求调度问题。首先，针对商务网站请求调度的多重目标，提出收益驱动的请求分类的多维标准，然后，在定义请求优先级和调度优先级概念基础上，提出基于请求分类的多目标调度策略与基于事前过载判断的动态优先机制与算法，不仅满足响应时间最小化、吞吐量最大化、丢弃率最小化等一般请求调度的性能目标，更有利于收益最大化目标

的实现, 仿真研究检验该算法的有效性。

第7章研究电子商务系统的任务分配与调度问题。不同于网格环境下独立任务分配问题, 其目的是在满足任务间的依赖关系和资源的负载约束条件下, 最大限度地利用电子商务系统资源, 实现响应时间最小化目标。首先给出电子商务系统任务分配问题的数学模型, 用六元组描述该问题, 并给出响应时间最小化的目标函数及任务依赖关系和资源负载等约束条件, 然后, 采用结构自适应的免疫遗传算法求解这一有约束组合优化问题: 设计基于种群熵的结构自适应和参数自适应遗传算法的交叉、变异算子, 以抑制早熟现象; 针对 Web 系统任务分配这一特定问题抽取疫苗, 并设计疫苗接种算子, 以提高算法局部求精能力和搜索效率; 在定义基于抗体平均信息熵的浓度调节因子基础上, 设计基于抗体浓度调节的免疫选择算子, 进一步确保种群的多样性。

第8章首先将遗传算法用于人工神经网络结构的优化设计, 建立基于遗传算法改进 BP 神经网络的 Web 网络流量预测模型, 以提高模型对 Web 网络流量的复杂变化的自适应性, 避免局部极小的问题, 并通过仿真研究与基于传统 BP 神经网络和 Elman 神经网络的流量预测的误差率进行了对比; 仿真实验虽表明, 由基于 ARIMA 模型、Elman 神经网络和遗传神经网络的三种单一的网络流量预测模型构建的 BP 神经网络组合预测模型能够更好地刻画网络流量的非平稳特性, 但为避免三个单一模型各自所固有的缺点, 设计一种基于改进的 BP 神经网络的最优组合预测方法, 并通过仿真实验证实该预测模型具有更好的自适应性和更高的精度。

第9章研究电子商务系统服务质量综合评价与诊断问题。首先, 在同时考虑商务效用和系统性能的“灰箱”原则基础上, 构建一套用于电子商务系统服务质量评价的指标体系; 为了在保持重要信息的同时简化指标体系, 利用 R 型系统聚类算法抽取典型指标项, 理论分析并结合算例证明该方法对于描述型指标居多的指标体系优化的合理性和有效性; 给出服务质量多级模糊综合评价模型及质量诊断方法, 用以检验服务质量保障驱动的过载控制与性能优化机制的有效性, 便于在客观且量化的评价结果基础上诊断具体的服务质量影响因素, 以进一步指导系统性能优化和质量改进。

最后在总结全书成果基础上对该领域今后可进一步开展研究的空间进行展望。

1.6 本章小结

全球电子商务迅猛发展, 我国网络零售市场近年来更是突飞猛进, 越来越多传统企业开展在线业务, 网络消费常态化使得一些热门商务网站时常因为服务器过载而导致系统性能下降, 在用户体验至上的今天, 以自适应为特点的电子商务系统性能智能优化将是根本解决过载问题的重要手段, 将成为在线经营企业获得竞争优势的重要法宝。

本章参考文献

- [1]中国电子商务研究中心. 2013 年度中国网络零售市场数据监测报告. http://www.100ec.cn/zt/upload_data/down/20140304.pdf [2014-12-2].
- [2]中国电子商务研究中心. 2014 年 (上)中国网络零售市场数据监测报告. <http://b2b.toocle.com/detail--6193004.html> [2014-12-2].
- [3]中国连锁经营协会. 传统零售商开展网络零售研究报告(2014). <http://www.ccfa.org.cn/portal/cn/view.jsp> [2014-12-2].
- [4]中国电子商务研究中心. 2013 年度中国电子商务市场数据监测报告. <http://www.100ec.cn/zt/2013ndbg/> [2014-12-2].
- [5]陈能技, 郭柏雅. 性能测试诊断分析与优化[M]. 北京: 电子工业出版社, 2012.
- [6]Menascé D A, Almeida V A F, Riedi R, et al. In Search of Invariants for E-Business Workloads[C]. In Proceedings of 2000 ACM Conference in E-commerce, Minneapolis, MN, October 17-20, 2000.
- [7]财新网. 支付宝“双十一”凌晨成交破百亿. <http://companies.caixin.com/2013-11-11/100603187.html> [2013-11-2].
- [8]网络媒体精品推荐. 综合购物排名数据. http://www.iwebchoice.com/html/class_71.shtml [2014-12-17].
- [9]许伟, 陈志刚, 曾志文, 等. 分布式系统中主机负载预测的一种普适性方法[J]. 计算机工程与应用, 2004, (6):181-183, 204.
- [10]Crovella M, Frangioso R, Harchol-Balter M. Connection Scheduling in Web Servers[C]. In Proceedings of the 1999 USENIX Symposium on Internet Technologies and Systems (USITS '99), Boulder, Colorado, 1999.
- [11]王恢, 徐重, 刘卫忠, 等. ITV 系统中用户请求调度算法研究[J]. 华中理工大学学报, 2000, 28 (9): 58-60.