

学校编码: 10384

分类号 _____ 密级 _____

学号: 200328022

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

Web 服务器集群的 QoS 控制研究

Research on QoS Control of Web Server Cluster

吴晓昶

指导教师姓名: 李名世 副教授

专 业 名 称: 计算机应用技术

论文提交日期: 2006 年 5 月

论文答辩时间: 2006 年 月

学位授予日期: 2006 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2006 年 5 月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

兹提交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

1、保密（ ），在 年解密后适用本授权书。

2、不保密（ ）

（请在以上相应括号内打“√”）

作者签名：

日期： 年 月 日

导师签名：

日期： 年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘 要

HTTP 是互联网高速发展的重要里程碑, 据统计, 目前 Web 流量已占互联网整体流量的百分之七十以上, 应用范畴更遍及信息社会的所有层面。Web 服务器的 QoS 控制于是成为很有价值的研究课题。目前, IntServ 和 DiffServ 是进行网络 QoS 控制的重要手段, 而集群技术成为构建高可用高性能 Web 服务器的发展方向。然而, 现在以负载均衡策略为中心的 Web 集群系统不能实现区分 QoS 类型的请求分配。本论文即围绕 Web 集群的 QoS 控制展开, 旨在为 Web 应用实现端到端的服务区分和性能保证寻求解决方案。

论文首先分析了现有 Web 服务器集群系统的体系结构和请求分配策略, 接着研究在带有请求分配器的集群上运行单个 Web 站点的 QoS 控制技术。在分析了传统的 M/M/1 和 M/M/N 排队模型局限性的基础上, 对需求驱动的 Web 集群服务区分算法 DDS 进行了改进。使用 M/G/1 排队模型代替原算法中的 M/M/1 模型进行建模和求解, 同时给出了参数测量、权值调整、接纳控制和请求分配的实现方案。其后基于 NS2 网络仿真软件设计和实现了一个 Web 集群仿真器, 并用它构建了一个具体的集群仿真环境, 初步的仿真结果表明该算法可以实现对不同服务类请求在平均伸展因子方面的服务区分。文章最后结合 IETF 的 DiffServ 模型和 Web 集群的 QoS 给出了端到端的 QoS 实现方案。

论文的创新点在于给出需求驱动的 Web 集群服务区分改进算法、基于 M/G/1 的 Web 服务器模型参数估计算法、使用 NS2 构造集群仿真环境的方法, 以及网络 QoS 和 Web QoS 相结合的端到端 QoS 方案。

Web 服务器系统的 QoS 控制技术目前是网络研究的前沿领域, 相关研究论文还不多见, 进行研究和测试所需的各种工具软件还很少, 本文对 Web 集群的 QoS 控制进行初步的探索, 许多研究专题还有待进一步拓展和深化。

关键词: Web 集群; QoS 控制; 集群仿真

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Abstract

HTTP is an important milestone in the rapid development process of Internet. Web QoS control becomes a very valuable research topic. Currently, IntServ and DiffServ are two important approaches for network QoS control and clustering becomes the future technology of constructing high performance Web server. However, the load-balancing Web clusters are not able to implement QoS-aware request dispatching. This thesis originates from QoS control of Web cluster. It's for the purpose of seeking end-to-end differentiate service solutions for Web applications.

The thesis first analyzed the architectures and request dispatching strategies of the existing Web server cluster systems. Then we studied QoS control technologies on the Web cluster hosting single website. After analyzing the limitation of traditional M/M/1 and M/M/N queuing models, we enhanced Demand-driven Service Differentiation (DDSD) algorithm. The M/G/1 queuing model was used to replace the original M/M/1 model. We remodeled the cluster system and proposed an implementation scheme for parameter measurement, weight adjusting, admission control and request dispatching. Then we designed and implemented a Web cluster simulator based-on Network Simulator 2. We used that simulator to run a preliminary cluster simulation. The result shows that the Web cluster applied the algorithm can serve differentiate for different service classes on stretch factor metric. Finally, we combined IETF DiffServ model and QoS of Web cluster to deliver an end-to-end QoS solution.

The innovative points of this thesis are: demonstrating enhanced algorithm of DDSD on Web cluster; proposing parameter estimation method for M/G/1-based Web server; using NS2 to create Web cluster simulation environment; combining network QoS and Web QoS into an end-to-end QoS solution.

QoS control technology of Web server system is currently the frontier of network research. This thesis carries on a preliminary exploration to QoS control of Web cluster. Many topics need to be expanded for further research.

Key Words: Web Cluster; QoS Control; Cluster Simulation

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目 录

第一章	绪论	1
1.1	研究背景	1
1.2	论文结构	2
第二章	现有 Web 集群系统的体系结构和请求分配策略剖析	4
2.1	Web 服务器集群系统的体系结构.....	4
2.1.1	镜像站点.....	5
2.1.2	基于 DNS 的 Web 服务器集群	5
2.1.3	基于请求分配器的 Web 服务器集群	6
2.2	基于请求分配器的 Web 服务器集群的实现技术	7
2.2.1	第四层交换技术简介.....	7
2.2.2	第七层交换技术简介.....	9
2.3	Web 服务器集群系统的请求分配策略	10
2.3.1	传统的负载均衡算法.....	11
2.3.2	请求分类和接纳控制算法.....	11
2.3.3	静态分区算法.....	12
2.3.4	动态分区算法.....	13
2.4	其他与 Web 集群 QoS 相关的研究工作	13
第三章	增强型需求驱动的 Web 集群服务区分机制	15
3.1	排队论简介	15
3.2	M/M/1 和 M/M/N 排队模型	18
3.3	Web 服务器的 M/G/1 排队模型	19
3.4	Web 集群系统建模.....	20
3.5	模型求解	23
3.6	实现中的关键问题	24

3.6.1	参数测量.....	24
3.6.2	权值调整.....	24
3.6.3	接纳控制.....	25
3.6.4	请求分配.....	26
3.7	Enhanced-DDSD 算法流程.....	27
第四章	基于 M/G/1 的 Web 服务器模型的参数估计.....	28
4.1	M/G/1 的平均响应时间公式.....	28
4.2	参数的获取.....	28
4.3	Web 测量工具 httpperf 和 Autobench 简介.....	29
4.4	实验结果和分析.....	30
第五章	基于 NS2 的 Web 集群仿真器的设计和实现.....	33
5.1	Web 集群系统性能评价方法简介.....	33
5.2	NS2 网络仿真器简介.....	34
5.2.1	NS2 及其特点.....	34
5.2.2	NS2 实现概述.....	34
5.2.3	NS2 事件调度器.....	35
5.2.4	NS2 网络组件库.....	36
5.2.5	NS2 网络仿真方法和过程.....	37
5.3	基于 NS2 构建仿真模型.....	37
5.4	基于 NS2 的 Web 集群仿真器设计.....	38
5.4.1	Web 集群仿真器的体系结构.....	38
5.4.2	请求分配的仿真.....	39
5.4.3	Web 服务过程的仿真.....	39
5.4.4	传输及其以下层的仿真.....	41
5.5	基于 NS2 的 Web 集群仿真器实现要点.....	41
5.5.1	NS2 源代码修改和扩展.....	41
5.5.2	Web 集群仿真组件类.....	42

5.5.3	请求分配的实现.....	44
5.5.4	Web 服务过程的实现	44
5.5.5	事件调度的实现.....	45
5.5.6	随机变量和参数的生成.....	46
5.5.7	伪代码.....	46
5.5.8	C++代码	47
5.5.9	OTcl 代码.....	52
第六章	Enhanced-DDSD 算法仿真初步.....	53
6.1	仿真环境的建立	53
6.1.1	节点拓扑结构.....	53
6.1.2	仿真模型参数.....	55
6.2	实现要点	56
6.2.1	请求分类的实现.....	56
6.2.2	请求到达速率的获取.....	56
6.2.3	服务器服务时间的获取.....	56
6.3	仿真实验和结果	56
第七章	端到端的 QoS 实现机制	60
7.1	网络 QoS 模型简介	60
7.2	DiffServ 模型体系结构和基本概念简介	61
7.3	DiffServ 模型 PHB 简介	63
7.4	端到端的 QoS 实现机制	64
第八章	总结和进一步的研究方向	66
8.1	本文的主要工作总结	66
8.2	进一步的研究方向	67
	参考文献	71

在学研究成果73

致 谢75

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Table of Contents

Chapter 1 Introduction.....	1
1.1 Research Background.....	1
1.2 Structure of the Thesis.....	2
Chapter 2 Web Cluster Architecture and Request Dispatching.....	4
2.1 Web Cluster Architecture.....	4
2.1.1 Mirror Sites.....	5
2.1.2 DNS-based Web Cluster.....	5
2.1.3 Request Dispatcher-based Web Cluster.....	6
2.2 Request Dispatcher-based Web Cluster Technologies.....	7
2.2.1 Layer-4 Switching Technologies.....	7
2.2.2 Layer-7 Switching Technologies.....	9
2.3 Web Cluster Request Dispatching Strategies.....	10
2.3.1 Load-balancing Algorithm.....	11
2.3.2 Request Classification and Admission Control Algorithm.....	11
2.3.3 Static Partition Algorithm.....	12
2.3.4 Dynamic Partition Algorithm.....	13
2.4 Other Related Works on Web Cluster.....	13
Chapter 3 Enhanced Demand-driven Service Differentiation.....	15
3.1 Queuing Theory.....	15
3.2 M/M/1 and M/M/N Queuing Model.....	18
3.3 M/G/1 Queuing Model of Web Server.....	19
3.4 Web Cluster Modeling.....	20
3.5 Model Solving.....	23
3.6 Issues of Implementation.....	24
3.6.1 Parameter Measurement.....	24
3.6.2 Weight Adjustment.....	24
3.6.3 Admission Control.....	25
3.6.4 Request Dispatching.....	26

3.7	Summary of Enhanced-DDSD	27
Chapter 4 Parameter Estimation of M/G/1 Web Server Model		28
4.1	Average Response Time of M/G/1	28
4.2	Parameter Acquisition	28
4.3	Web Measurement Tools: httpperf and Autobench	29
4.4	Experiment Result and Analysis.....	30
Chapter 5 Web Cluster Simulator based on NS2		33
5.1	Web Cluster Performance Evaluation	33
5.2	Network Simulator-2	34
5.2.1	NS2 Features	34
5.2.2	NS2 Impementaion	34
5.2.3	NS2 Event Scheduler	35
5.2.4	NS2 Network Component Library.....	36
5.2.5	NS2 Network Simulation Process.....	37
5.3	Build Simulation Model based on NS2	37
5.4	Design of Web Cluster Simulator based on NS2	38
5.4.1	Architecture of Web Cluster Simulator.....	38
5.4.2	Request Dispatching Simulation.....	39
5.4.3	Web Serving Process Simulation	39
5.4.4	Transportation and Lower Layer Simulation	41
5.5	Implementaion of Web Cluster Simulator based on NS2.....	41
5.5.1	NS2 Source Modification and Extending	41
5.5.2	Web Cluster Simulator Component	42
5.5.3	Implementation of Request Dispatching.....	44
5.5.4	Implementation of Web Serving Process	44
5.5.5	Implementaion of Event Scheduling.....	45
5.5.6	Generation of Random Variables and Parameters	46
5.5.7	Pseudo Code.....	46
5.5.8	C++ Code.....	47
5.5.9	OTcl Code	52

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士学位论文摘要库