

● 湖南省高等教育教材建设资助项目

湖南科学技术出版社

多层客户/服务 计算模型及实现技术

● 陈志刚 曾志文 王红燕 编著

● 湖南省高等教育教材建设资助项目

多层客户/服务 计算模型 及 实现技术

● 陈志刚 曾志文 王红燕 编著

湖南科学技术出版社

多层客户/服务计算模型及实现技术

编 著：陈志刚 曾志文 王红燕

责任编辑：郑 英

出版发行：湖南科学技术出版社

社 址：长沙市湘雅路 280 号

<http://www.hnstp.com>

印 刷：中南大学印刷厂

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址：长沙市麓山南路

邮 编：410083

出版日期：2003 年 1 月第 1 版第 1 次

开 本：850mm × 1168mm 1/32

印 张：6.5

字 数：155000

书 号：ISBN 7-5357-3619-X

定 价：18.00

(版权所有·翻印必究)

前 言

计算机技术的飞速发展,使得计算机特别是微机已经广泛地应用于各行各业,成为人们工作和学习的重要工具,计算机技术的应用,所带来的不仅仅是人们工作效率的提高,而且深刻地改变了人们的思想观念,使管理工作更加规范化,在这个过程中,计算机软件、硬件技术也不断地得到飞速发展。

近 20 年来,随着计算机网络技术和通信技术的日趋成熟,网络计算也取得了长足的进步。网络计算技术从 20 世纪 70 年代开始出现,在网络技术发展日趋完善的基础上,经历客户机/服务器(C/S)计算、三层/多层客户服务计算等分布式计算的发展而日益成熟,正在向网络、计算发展,并越来越受到人们的关注。

本书总结了作者多年的教学与科研体会,综合近几年多层客户服务计算的最新研究成果,在编写时特别注重系统性与科学性,同时强调实用性。第一章介绍网络计算的产生与发展,网络计算的优势与发展趋势,使读者大致了解网络计算及产生学习研究网络计算的兴趣。第二章讲述网络计算的基本知识,包括网络计算的结构、分类、组件及机制等,使读者全面了解网络计算并去除对它的神秘感。第三章从理论上介绍与分析了传统的 C/S 计算模型,指出了它的优点与缺点。第四章主要介绍三层/多层 C/S 计算模型的体系结构、原理、任务的分配,并对不同的模型进行了比较。读者可通过学习第四、第五章来深入了解与全面掌握 C/S 计算的基本知识。第五章讲述中间层的负载均衡,详细论述了静态与动态负载均衡。本章属于 C/S 计算模型中较高级的技术。第六章介绍了多层 C/S 计算模型的实现技术,第七章以一个具体实例阐述

系统的实现。通过第六、第七章的学习,读者可很好的掌握多层 C/S 计算的实现技术。通过全书的学习,读者不但可全面了解与深刻领悟多层 C/S 计算,而且可掌握它的实现技术。

本书可作为高等学校计算机及其相关专业高年级学生、研究生的教材,也可作为从事计算机网络、数据库及通信工程等工程技术人员、项目管理人员和科研工作者的参考用书。全书由陈志刚教授组织编著与定稿,由陈志刚、曾志文、王红燕共同编著完成。由于时间仓促,书中的缺点和错误在所难免,希望专家、学者和广大同行不吝赐教,批评指正。

作 者

2002 年 10 月于中南大学

目 录

第一章 引 言	(1)
1.1 网络计算产生的背景及其现状	(1)
1.1.1 网络计算产生的背景	(1)
1.1.2 网络计算发展现状	(2)
1.2 网络计算的独特优势及其发展趋势	(4)
1.2.1 网络计算的独特优势	(4)
1.2.2 网络计算的发展趋势	(5)
1.3 未来计算发展趋势	(5)
第二章 网络计算基础	(9)
2.1 网络计算发展概论	(9)
2.1.1 集中式计算模式	(9)
2.1.2 分布式计算模式	(10)
2.2 网络计算系统和网络计算结构	(11)
2.2.1 网络计算结构	(11)
2.2.2 网络计算的分类	(12)
2.3 网络计算系统的组件	(18)
2.3.1 远程过程调用(RPC)运行时间库	(19)
2.3.2 交易经济人或代理商(LOCATION BROKER)	(21)
2.3.3 网络接口定义语言(NIDL)编辑器	(21)
2.4 网络计算机制	(21)
2.5 多层结构计算模式的演变	(25)
2.5.1 C/S结构模型	(25)

2.5.2	三层结构计算模式	(27)
2.5.3	Internet/Intranet 下的分布式多层结构计算模式	(27)
第三章	客户/服务计算模式	(30)
3.1	客户/服务计算	(30)
3.1.1	客户/服务计算的定义	(30)
3.1.2	客户/服务模型中的相关部件	(32)
3.1.3	客户/服务体系结构	(34)
3.2	客户/服务计算的工作原理	(35)
3.2.1	基本原理	(35)
3.2.2	两层模型	(36)
3.2.3	客户机/服务器计算机的运行环境	(38)
3.3	传统两层客户/服务结构的不足	(39)
3.3.1	传统的两层结构分析	(39)
3.3.2	传统客户机/服务器结构的缺陷	(40)
第四章	三层客户机/服务器计算模型	(42)
4.1	三层客户机/服务器模型	(42)
4.1.1	设想	(42)
4.1.2	定义	(44)
4.1.3	三层客户机/服务器体系结构	(45)
4.2	三层模型的建模原则	(46)
4.2.1	三层模型的建模环境	(46)
4.2.2	三层模型建模规则	(48)
4.3	三层模型实现原理	(50)
4.3.1	三层模型的运行平台	(50)
4.4	三层层次模型	(52)
4.4.1	扩大规模的三层模型	(52)
4.4.2	数据库系统的 Licence 个数	(52)
4.4.3	层次模型	(53)

4.5	三层链式模型	(54)
4.5.1	设想	(54)
4.5.2	链式模型	(54)
4.5.3	区别	(55)
4.6	中间层功能	(56)
4.6.1	客户端的任务	(56)
4.6.2	层次模型中间层任务	(57)
4.6.3	链式模型中间层任务	(57)
4.6.4	中间层数据库操作任务分析	(58)
4.7	中间层任务的分布	(60)
4.7.1	按用户辖域分布	(60)
4.7.2	按任务性质分布	(61)
第五章	中间层负载均衡	(64)
5.1	负载均衡概述	(64)
5.1.1	负载均衡产生原因及定义	(64)
5.1.2	负载均衡的分类	(65)
5.2	静态负载均衡	(68)
5.2.1	处理器互连	(68)
5.2.2	任务划分	(71)
5.2.3	任务分配	(72)
5.2.4	不同调度模型综述	(72)
5.3	动态负载均衡	(73)
5.3.1	动态负载均衡的组成要素	(75)
5.3.2	动态负载均衡算法	(77)
5.3.3	动态负载均衡基本步骤	(85)
5.3.4	对负载的评估	(91)
5.3.5	针对负载均衡中额外开销的调度策略分类	(91)
5.3.6	信息中心负载均衡策略	(93)

5.3.7 动态负载均衡实现模型	(97)
第六章 多层客户/服务计算模型的实现技术	(110)
6.1 分布式多层应用的设计原则	(110)
6.2 多层应用的实现技术	(111)
6.2.1 COM/DCOM/COM+ 技术	(111)
6.2.2 RMI 技术	(122)
6.2.3 CORBA 技术	(124)
6.2.4 EJB 技术	(128)
6.2.5 J2EE 技术	(140)
第七章 三层客户/服务应用实例	(151)
7.1 应用系统实例背景	(151)
7.2 系统设计	(152)
7.2.1 客户端的设计	(153)
7.2.2 应用服务器设计	(154)
7.2.3 系统构建框架	(164)
7.3 UML 建模	(165)
7.3.1 UML 简介	(165)
7.3.2 UML 建模实例分析	(170)
7.4 系统在 Delphi 中的实现	(178)
7.4.1 Delphi 简介	(178)
7.4.2 系统应用程序服务器的实现	(182)
7.4.3 系统客户端应用程序的实现	(188)
7.4.4 开发安全稳固的分布式多层应用系统	(190)
参考文献	(195)

第一章 引言

1.1 网络计算产生的背景及其现状

1.1.1 网络计算产生的背景

计算机的诞生是人类解决复杂计算问题的需要。然而,科学的发展是无止境的,人们对计算能力的要求与期望也越来越高。自 1946 年第一台电子计算机 ENIAC 问世以来,为了追求更高的计算能力和使更多的用户从中受益,从大型高性能计算机到个人 PC 机,其软硬件的性能一直保持着高速发展,每一次计算能力的重大进步都会对人类的实践活动带来革命性的影响,而计算机网络及相关技术的发展,赋予计算机理论和技术以新的活力、新的视角。

随着计算机网络技术的发展,计算机网络已越来越成为当今流行的计算环境。20 世纪 90 年代计算技术最引人注目的进展之一就是计算环境从集中走向分布。如今企业计算的分布性、可扩展性和异构性等要求使 Client/Server 结构在大型企业和机构的分布式计算应用方面遇到了新的挑战。与此同时,分布对象技术和软构件技术的发展,各软件生产商和研究机构纷纷推出各自的解决方案,如 ActiveX/DCOM、JAVA/RMI 和 CORBA 标准。

网络计算(Network Computing)实际上是指以网络为中心的计

算(Network Centric computing),或是基于网络的计算(Network Based-computing),它是把计算功能和负荷合理地分配到联网的各计算机上。所谓网络计算模式就是完成网络上的一个计算任务或应用服务占用共享资源的形式和使用共享资源的方式。回顾计算机网络的发展历史可以看到,网络计算模式是从 20 世纪 70~80 年代的集中式计算模式、90 年代的分布式计算模式演变过来的。

1.1.2 网络计算发展现状

并行是实现计算能力突破的根本手段,现在的超级计算机和高性能计算机必定是并行机,虽然它们可能采取了不同的并行处理技术。目前,高性能计算已经成为衡量一个国家综合国力和科学技术进步水平的重要标志。美国从 1992 年开始实施高性能计算方面的计划“HPCC”,并投入巨资研究被称之为“巨大挑战”或“国家挑战”的大型计算问题。

当前,高性能计算的发展大致可分为以下两类:

1. 面向高端用户,追求细粒度、超高速的并行计算机系列

由成百上千个 CPU 组成,一般采用紧耦合结构(现在也有用高速网络连接的多机集成的结构)。1963 年,美国西屋宇航实验室用 9 个 CPU 组成一个阵列机来解偏微分方程;1972 年,世界上第一台并行机系统 ILLIAC IV 研制成功。

20 世纪 80 年代末出现了 Cray 系列向量并行机,这类系统主要应用在大型计算领域,分为面向科学计算的高性能计算机(HPC)和面向商业智能及网络信息服务的所谓的高端计算机(high-end computer, HEC),其中包括:

- (1)阵列处理机,如 DAP;
- (2)向量并行机,如 Cray-1、国产银河-1 等;
- (3)SIMD 并行机,如 Think Machine 公司的 CM-2、MP-1、MP-2 等;

(4)大规模并行机(MPP),如 IBM SP2、Intel Paragon、CM-5、曙光机等。

目前,这类系统仍在高速发展中,是高性能计算的主力军,峰值速度可达万亿次以上。但此类系统实际上继承了大型机的使用管理模式,价格昂贵,使用不方便,是一种面向高端用户的系统,如国家大型研究机构,像高能研究中心、气象中心、国家武器研究中心等。国家支持这种巨大的并行处理系统的研究是必要的,但也是有限的,难以普及到广大的中小用户。

2. 蓬勃兴起的基于网络技术的并行计算环境

由高速网络互联一组工作站或 PC 集群组成并行计算机,或组织网上分散的空闲处理机组成虚拟的并行工作组,或利用网络中已有的资源形成高性能计算工作环境,用以解决许多中、大粒度的十分复杂的计算问题,如天气预报、地震分析、化学工业、材料科学、生物科学、环境研究、结构分析和仿真等。这类技术的应用越来越广泛,正逐渐取代专门的、昂贵的传统并行计算机。

促进网络高性能计算发展的原因主要有以下几方面:

1) 广阔的发展前景。

随着 Internet 的迅猛发展,网上已有数千万的各类计算机,包括为数众多的高性能计算中心。

如何更好地扩展和利用网络资源已成为人们日益关注的课题。显然,信息并不是网上惟一能获取的资源,网上计算机如果能被加以组织并协调工作,将会形成有巨大潜力的并行计算环境,以致形成能力无比的全球计算环境。

2) 应用的驱动。

实际的网络资源利用率是很低的。据统计,系统平均使用率仅为 30% 左右,有的空闲率竟达 91%。如何利用闲散资源形成相当强大的并行计算能力已成为一个重要的研究方向。

3) 单个 PC 的功能变得越来越强大。

也就是说,PC 机的性能在过去的几年中迅速增长。随着更快的处理器、效率更高的多处理器计算机将进入市场,未来几年内这种趋势似乎还将继续。此外,PC 机已为广大的用户熟悉和使用。

4) 网络技术的突破。

通信带宽在增长,延迟在降低,这都归功于新的网络技术和协议域网的使用。Tbps 级传输速率和 10 ~ 12bit 以下的传输差错率将成为现实,网络的带宽局限将得到极大缓解,安全性大大增加,网络的瓶颈将从“低速传输”转移到“高速传输、低速管理软件”上。

1.2 网络计算的独特优势及其发展趋势

1.2.1 网络计算的独特优势

网络计算,它结合了客户机/服务器结构的健壮性、Internet 面向全球的简易通用的数据访问方式和分布式对象的灵活性,提供了统一的跨平台开发环境,基于开放的和事实上的标准,把应用和数据的复杂性从桌面转移到智能化的网络和基于网络的服务器,给用户提供了对应用和信息的通用、快速的访问方式。

网络计算结构(NCA)通过为客户机/服务器模型、Web 和分布式对象环境提供一个统一的、基于标准的结构,将企业和开发者同迅速发展的技术所带来的风险隔离开。NCA 具有与传统的基于大型机的系统相媲美的可靠性、集成性和弹性,为建立可扩展、可靠和安全的以网络为中心的解决方案提供了建立和购买软件组件的灵活性,保护了现有计算投资;NCA 使开发者在面临使用什么技术最好地满足需求的问题时拥有了最大范围的选择余地,在市场情况改变时能轻松地重新计划核心系统。通过 NCA,任何现有的客户机/服务器应用都能以最少的变化来利用 Web 技术,并且一

个新的 Web 应用可以无缝地集成和利用现有客户机/服务器系统,而不会带来整个信息系统的巨变。

由于网络计算的健壮、灵活、开放性且简易通用,更由于它保护了投资者的现有计算投资,并能轻松地适应新技术的发展变化,使其无可争议地成为了下一代的计算模式。随着网络技术越来越广泛的应用,它必将给政府、企业和个人带来更大的好处。

1.2.2 网络计算的发展趋势

网络计算环境正在由 Client/Server 发展到 Client/Network,并向 Client/Virtual Environment 发展。中文信息处理、缩小与信息系统之间距离的关键技术将在多模式人机接口及声、图、文一体化开发环境、智能化软件开发环境、学习和推理、虚拟现实技术等方面进入实际应用,信息获取、信息安全将成为关键技术。信息系统将从科学计算、数据处理等方面向提高人民文化教育和生活质量的方向发展,信息资源建设日益受到重视,信息处理逐步由单维向多维化过渡,人类将走向一个以 Internet 为基础的计算机、通信和消费类电子相结合的 3C 世界。

1.3 未来计算发展趋势

世界万物始终处于不断变化之中,IT 领域更是如此。尽管每一项新技术的出现都将为人们带来新的机遇,但也同样向他们提出了新的挑战……未来 10 年 IT 领域中出现的技术上的跳跃,就时间顺序而言可划分为三个演化时代:网络计算时代、上下文相关计算时代以及自然计算时代。这三个时代均具有其各自的特点,并都代表了不同的机会和挑战。

(1) 网络计算时代。

网络计算能力的主要优点在于信息向用户的及时提交与获取(通过“推”、“拉”技术)以及 World Wide Web 地点的透明性。在网络计算时代,通过对 Internet 和 Extranet 的广泛部署,企业内部的工作效率将会大大提高。在消费领域,网络计算为供应商的交互销售提供了全新销售渠道,使它们拥有了更明确的销售目标。

网络计算时代的主要特点表现为:所有设备均需与网络连接。网络的可靠性和网络的速度是这一时代中人们所关心的主要问题。与网络的固定连接存在着一个很大的负面影响,即企业雇员常常会因应接不暇的 Email 和实时信息的馈入而中断手头的工作。

(2) 相关计算时代。

上下文相关计算时代的特征将主要表现为:家庭、办公室以及用户可随身携带的设备的激增,这些设备均具备针对物理和逻辑的环境背景(例如在家中、在汽车上、在办公室里)而加以优化的不同的功能和不同的接口。

上下文相关计算的优势在于:当用户在不同地点和不同环境之间移动时,计算任务与计算活动可连续进行,正如 Internet 可通过家庭或企业的台式机向人们提供信息存取一样,上下文相关计算将会把数字领域延伸于更广泛的存取点。例如,一位驾驶员可以利用上、下班途中的时间通过具有语音合成特性和代理能力的车内系统读取 Email 和个人化的新闻。移动工作人员之间的工作交流也可通过更加灵活和更加方便的数据录入与信息检索接口进一步改进。新的家庭交互能力将可向更多的消费者提供对交互服务的存取,并将更充分地挖掘 Internet 的潜力,把信息直接提供给用户所希望的每一存取点。

上下文相关计算潜在的好处是,它能够减缓一直困扰许多专业技术人员的频繁中断的工作方式。随着存取点数目的日趋增多,突然停止手头现有的工作转向其他工作,将会变得比今天更加

困难。对频繁中断工作方式的强烈不快,将会导致新的时间管理方案的推出。

(3)自然计算时代。

今后 10 年 IT 领域技术上的最大跳跃之一,将是低开销、普遍可存取的无线能力的应用,这将会导致自然计算时代的到来。这一时代将可向人们提供随时随地对信息和消息的存取,人们可通过具有高度便携特性或可佩戴的系统,随时随地把信息和消息存取。这一能力将通过语音对话存取信息源的能力进一步得到加强,自然计算时代将会模糊自动电话服务与基于计算机的信息服务之间的差别。

自然计算将允许用户在他们需要信息的时候,对信息实时存取。自然计算对应用的迅速响应,将会使信息读取和信息创建的方式发生根本性的变革。在这一时代,简单的信息处理已不再是人们所关注的焦点,只是变成一种次要的过程,可以在用户执行某一任务时(例如驾车或开会时)同步进行的活动,让用户感觉处在真正的多任务环境将变为现实。

由于信息的存取和信息创建处于次要的地位,自然计算将会对人们的工作方式产生深远的影响。例如,某些用户和企业可能会发现:通常意义下的办公室概念已经过时。办公桌以及安放它的办公室最初的目的是向人们提供可以进行读、写(目前有时也使用键盘和鼠标)的场所。自然计算将意味着,在人类“书写”的历史中,人们将首次能够不断地捕获信息而无须与“某一依赖的场所”捆绑在一起。办公室的其他作用(例如提供人们集中思考和与他人进行交互的场所)可能会被非传统的办公室设置所取代。与此同时,高带宽有线连接的不断演化,也将会导致其他用户继续对传统办公室的迅速响应以及显示能力的偏爱。

自然计算还将意味着,企业雇员可以在会议方面花费较多的时间,因为处于次要位置的信息存取和信息创建可作为会议工作

流的一部分而不再是独立的、专门化的活动。某些用户可能会发现,自然计算进一步模糊了人们工作与休息之间的界线。在消费领域,自然计算还将会引发人们对电子商务模型的采纳。在这一模型中,客户通过电子方式宣布他们将何时进入一家商店以及希望购买何种商品,供应商们则将会竞相以最好的产品进入每一家商店。

如何使自然计算更好地满足企业乃至整个社会的需求,以及如何使企业乃至整个社会更好地适应于自然计算,将是未来 IT 领域中需要解决的一个主要问题。