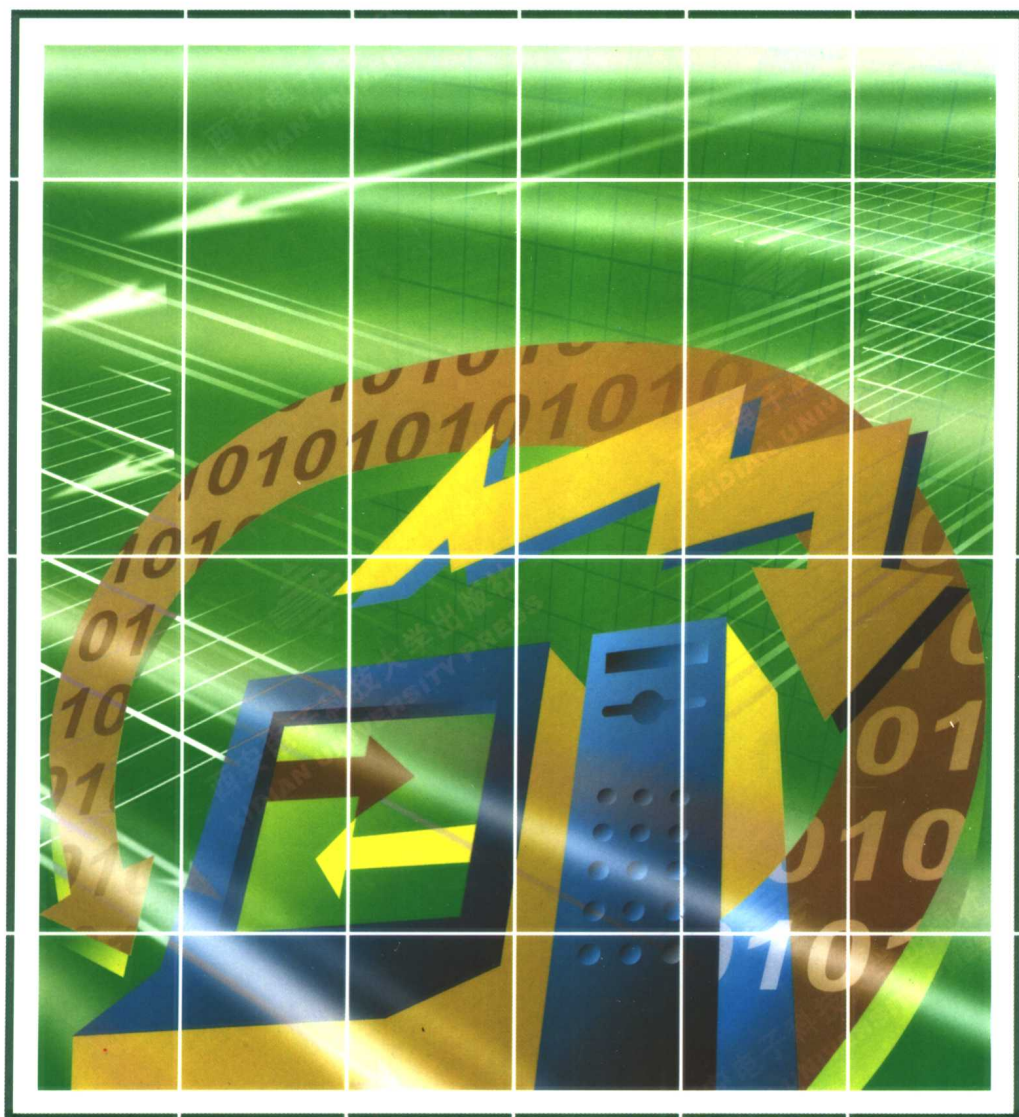


新世纪计算机类本科系列教材



网络计算

黄健斌 严体华 编著

西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

内 容 简 介

本书介绍了网络计算的相关理论和技术。全书共分为六章,紧紧围绕网络计算这个主题,从网络计算模式、分布式对象计算、Web 计算、XML、Web Services 和无线与移动计算这几个方面讨论了当前网络计算涉及的基础理论和主流技术。

本书可以作为计算机科学与技术专业本科高年级或研究生的教材,也可以作为网络工程师和软件工程师的参考读物。

图书在版编目(CIP)数据

网络计算 / 黄健斌等编著. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2004.3

(新世纪计算机类本科系列教材)

ISBN 7-5606-1340-3

I. 网… II. 黄… III. 计算机网络—计算机辅助计算—高等学校—教材 IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 115593 号

策 划 臧延新

责任编辑 潘恩祥 臧延新

出版发行 西安电子科技大学出版社 (西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

<http://www.xduph.com> E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 17.25

字 数 403 千字

印 数 1~4 000 册

定 价 19.00 元

ISBN 7-5606-1340-3 / TP·0711 (课)

XDUP 1611001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜, 谨防盗版。

前 言

计算机的发展已经步入以网络计算为特色的信息处理时代,网络计算必将成为未来计算的主流。

作为计算机科学与技术专业的学生不仅要学习计算机通信网的硬件、软件、协议等相关知识,也要学习建立在网络环境基础上的各种信息计算与处理的理论和技术。我们在认真分析 ACM2001 “计算机科学与技术专业教学大纲”的基础上,结合近几年的教学实践,编写了这本教材,旨在通过介绍网络计算环境及与网络信息处理相关的理论与技术,使学生能够掌握网络计算的概念以及当前网络计算领域的主流技术,并且能够了解网络计算的发展方向。

由于网络计算这门课程是国内高校中新近开设的课程,并且在国内外都鲜见这门课程的教材,因此这本教材的编写只能是“摸着石头过河”,有些地方借鉴了国外的大纲,有些地方则全凭编者自己的理解。我们在参阅了大量的书籍和文献资料的基础上完成了书稿的编写工作。本书在知识结构、内容安排等方面虽有很多难尽人意的地方,但值得欣慰的是,读者在学习这门课程时总算有了一本内容相对集中的参考书。

全书共分为六章。第1章概论,介绍网络计算的基本概念和基础知识,内容包括:网络计算的基本概念,TCP/IP 网络与进程间通信,远程过程调用(RPC),Client/Server 计算模式,Browser/Server 计算模式,三层与多层计算模式,中间件。第2章分布式对象计算,以 CORBA 为例介绍分布式对象计算技术,内容包括:三种典型的分布式对象技术 CORBA、DCOM 和 EJB, CORBA 简介, CORBA 的基本结构, ORB 之间的互操作, CORBA 服务和公共设施, CORBA 编程。第3章 Web 计算,从客户和服务两个方面讨论 Web 计算环境,内容包括:万维网, Web 客户端编程, Web 服务器端编程, Web 设计中的多媒体技术, 多层 Web 计算技术。第4章 XML,介绍 XML 语言以及相关技术,内容包括:XML 的特征, XML 文档的语法, 文档类型定义(DTD), 命名空间, 模式(Schema), 应用程序接口, XML 文档的显示, XML 的应用。第5章 Web Services,介绍基于 Web 服务的中间件技术,内容包括: Web 服务简介, Web 服务的体系结构, Web 服务描述语言 WSDL, 简单对象访问协议 SOAP, 统一描述、发现和集成 UDDI, Web 服务的安全性, Web 服务编程示例。第6章无线与移动计算,介绍无线与移动计算环境,内容包括:无线与移动计算的问题,移动计算网络,无线应用协议(WAP),移动计算中的移动数据库,移动中间件,移动通信程序设计。

本书第 1、3、4 章由黄健斌编写，第 2、5、6 章由严体华编写。本教材在编写过程中得到武波副教授的指导和大力支持，在此表示诚挚的感谢。特别感谢马玉祥教授，他认真审阅了全书并提出了许多宝贵意见。段振华教授、陈平教授、刘坚教授、雷振甲副教授、王亚平副教授、臧明相高工、王永全高工、方敏副教授、顾新副教授、王泉副教授在本书的编写过程中也给予了无私的帮助，在此一并表示感谢。同时，编者在编著过程中参考并引用了一些书籍和文献，对于这些资料的作者，特表示衷心的感谢。

由于编者实践经验和理论水平有限，加之时间仓促，书中的错误和不足之处在所难免，敬请各位专家和读者给予批评、指正。

编 者
2003 年 10 月

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 网络计算的基本概念	1
1.1.1 计算模式	1
1.1.2 分布式计算与网络计算	2
1.1.3 网络计算的形式	2
1.2 TCP/IP 网络	7
1.2.1 网络层协议 IP	7
1.2.2 传输层协议 TCP/UDP	10
1.3 进程间的网络通信	11
1.4 远程过程调用 RPC	12
1.4.1 RPC 的工作原理	13
1.4.2 参数传递	15
1.4.3 动态绑定	16
1.4.4 失败处理	17
1.4.5 典型的 RPC 系统	19
1.5 Client/Server 计算模式	19
1.6 Browser/Server 计算模式	21
1.7 三层与多层计算模式	22
1.8 中间件	24
1.8.1 中间件的定义	24
1.8.2 中间件的特点	25
1.8.3 中间件的作用和分类	26
1.8.4 中间件的模型和形态	27
第 2 章 分布式对象计算	28
2.1 三种典型的分布式对象技术	29
2.2 CORBA 简介	31
2.2.1 CORBA 的产生	31
2.2.2 CORBA 的概念	32
2.2.3 CORBA 对象模型	33
2.2.4 CORBA 的优势与应用	35
2.3 CORBA 的基本结构	37
2.3.1 对象请求代理(ORB)	39
2.3.2 OMG IDL	40
2.3.3 OMG IDL 到编程语言的映射	45

2.3.4	ORB 接口(ORB Interface).....	45
2.3.5	客户方码根(Client Stub)	45
2.3.6	服务端程序框架(Server Skeletons).....	46
2.3.7	动态调用接口(DII, Dynamic Invacation Interface)	46
2.3.8	动态程序框架接口(DSI, Dynamic Skeleton Interface)	47
2.3.9	对象适配器(Object Adapter).....	47
2.3.10	接口库(IR, Interface Repository).....	48
2.3.11	上下文对象(Context).....	49
2.4	ORB 间互操作性	49
2.4.1	GIOP 与 IIOP	50
2.4.2	ESIOP	50
2.4.3	桥接	51
2.5	CORBA 服务和 CORBA 公共设施.....	51
2.5.1	CORBA 服务	51
2.5.2	CORBA 公共设施(Common Facility).....	54
2.6	CORBA 编程	55
2.6.1	编写 IDL 接口.....	56
2.6.2	编写客户机应用程序	58
2.6.3	编写 Hello World 服务器程序	61
2.6.4	编译和运行	65
2.6.5	使用字符串化的对象引用	66
2.7	CORBA 发展趋势	69
2.7.1	Agent 技术与 CORBA 的结合	69
2.7.2	Java 与 CORBA 技术结合	70
2.7.3	基于代理机制的 CORBA	70
2.7.4	C# 与 CORBA.....	71
2.8	CORBA3 的新特性	72
2.8.1	Java 和 Internet 集成.....	72
2.8.2	服务质量控制	73
2.8.3	CORBA 组件包	73
第 3 章	Web 计算	75
3.1	万维网 Web	75
3.1.1	Web 客户方	76
3.1.2	Web 服务器方	79
3.1.3	应用层协议	81
3.1.4	编写一个简单的 Web 服务器	89
3.2	Web 客户端编程	92
3.2.1	客户端脚本	93
3.2.2	Cookies	94

3.2.3 插件	96
3.3 Web 服务器端编程	98
3.3.1 CGI	99
3.3.2 服务器 API	100
3.3.3 JDBC API	102
3.3.4 服务器端脚本	103
3.4 Web 设计中的多媒体	104
3.4.1 动画	104
3.4.2 音频	105
3.4.3 视频	108
3.5 多层 Web 计算技术	110
第 4 章 XML	112
4.1 XML 的特征	112
4.2 XML 文档的语法	114
4.2.1 声明	115
4.2.2 元素	116
4.2.3 注释	119
4.2.4 内嵌的替代符	119
4.2.5 处理指令	120
4.2.6 CDATA	120
4.3 文档类型定义(DTD)	121
4.3.1 将 DTD 与 XML 文档相关联	121
4.3.2 DTD 基本标记声明	126
4.3.3 实体	126
4.3.4 元素类型声明	130
4.3.5 属性声明	135
4.3.6 条件部分	139
4.4 命名空间(Name Space)	142
4.4.1 多义性和名称冲突	142
4.4.2 定义和声明命名空间	142
4.4.3 属性和命名空间	144
4.5 模式(Schema)	144
4.5.1 XML 模式与 DTD	144
4.5.2 XML 模式规范	145
4.5.3 数据类型	147
4.5.4 类型声明	149
4.5.5 模式结构的组织	154
4.6 应用程序接口(DOM & SAX)	161
4.6.1 文档对象模型(DOM)	161

4.6.2 简单应用程序接口(SAX).....	166
4.7 XML 文档的显示	167
4.7.1 层叠样式单(CSS)	167
4.7.2 扩展样式单语言(XSL).....	168
4.8 XML 的应用	173
4.8.1 XML-RPC.....	175
4.8.2 移动环境中的 VoiceXML	176
第 5 章 Web Services	178
5.1 Web Services 简介	178
5.1.1 Web Services 的概念	178
5.1.2 引入 Web Services 的必要性	179
5.1.3 Web Services 的技术支持	181
5.1.4 Web Services 构建平台与服务组件	182
5.1.5 Web Services 的特点	184
5.2 Web Services 的体系结构	184
5.2.1 Web Services 的整体架构	185
5.2.2 Web Services 的运行模式	185
5.2.3 Web Services 是如何工作的	186
5.3 Web Services 描述语言 WSDL.....	186
5.3.1 WSDL 概述.....	186
5.3.2 WSDL 文档实例.....	187
5.3.3 服务定义	189
5.3.4 SOAP 绑定	192
5.3.5 HTTP GET 和 POST 绑定.....	192
5.3.6 MIME 绑定	192
5.3.7 WSDL 工具	192
5.4 简单对象访问协议 SOAP	193
5.4.1 SOAP 概述.....	193
5.4.2 SOAP 消息示例	194
5.4.3 SOAP 有关概念	195
5.4.4 SOAP 消息交换模型.....	197
5.4.5 SOAP 与 XML 的关系	198
5.4.6 SOAP 信封.....	199
5.4.7 SOAP 编码.....	203
5.4.8 在 HTTP 中使用 SOAP	207
5.4.9 在 RPC 中使用 SOAP	209
5.5 UDDI	211
5.5.1 服务发现	211
5.5.2 五种主要数据结构	212

5.5.3 标识信息和分类搜索	216
5.6 Web Services 的安全性	217
5.6.1 Web Services 安全吗	217
5.6.2 保护基础结构的安全	217
5.6.3 保护连接安全	218
5.6.4 身份验证和授权	218
5.6.5 互操作性	219
5.7 .NET Web Services 示例	220
5.7.1 Microsoft .NET Framework	220
5.7.2 Web Services 的分布式应用示例	224
第 6 章 无线与移动计算	234
6.1 无线与移动计算的问题	235
6.2 移动计算网络	236
6.2.1 无线蜂窝数字通信网络和卫星通信网络	236
6.2.2 无线局域网	238
6.2.3 移动互联网的接入	240
6.2.4 基于 Internet 的移动计算网络的构成	241
6.2.5 Mobile IP 的工作原理	242
6.3 无线应用协议(WAP)	243
6.3.1 WAP 模型	244
6.3.2 WAP 的组成	245
6.3.3 WAP 与 Internet 的关系	246
6.3.4 WAP 的分层说明	246
6.3.5 WAP 网络示例	249
6.4 移动计算中的移动数据库	249
6.4.1 移动数据库的应用	250
6.4.2 部分移动数据库产品	251
6.5 移动中间件	253
6.5.1 移动中间件的作用	253
6.5.2 无线网络体系结构中的移动中间件	254
6.5.3 移动中间件的性能要求	255
6.6 移动通信程序设计	255
6.6.1 应用软件安装	256
6.6.2 一个简单的移动程序示例	257
6.7 移动计算研究的现状和发展	263
参考文献	265

第1章 概 论

网络已经渗透到我们工作和生活中的每个角落, Internet 将遍布世界的大型和小型网络连接在一起, 使它日益成为企事业单位和个人日常活动不可缺少的工具。Internet 上汇集了大量的数据资源、软件资源和计算资源, 各种数字化设备和控制系统共同构成了生产、传播和使用知识的重要载体。信息处理也已步入网络计算(Network Computing)的时代, 以 Internet 为虚拟处理环境的网络计算模式, 使得各种科学计算、企业事务信息处理、突发事件的模拟等能在全世界广域环境里充分利用文本、语音、图形与图像、影视、卡通、电子表格等计算资源, 大大提高了信息计算与处理能力。

1.1 网络计算的基本概念

1.1.1 计算模式

计算模式是人们使用计算机来进行信息计算和处理的方式。回顾计算模式的发展历史, 已经走过了三个主要的阶段:

第一阶段是以大型机为中心(Mainframe-Centric)的集中式计算模式, 也称为分时共享(Time-Sharing)模式。这一模式的特点是: 通过传输介质将用户终端连接到主机或一个终端控制器上, 所有用户的操作和请求都被传送至主机, 一切处理均依赖于主机进行, 具有集中的数据、集中的应用软件、集中的管理。

第二阶段是以服务器为中心(Server-Centric)的计算模式。在 PC 机开始走向应用后, 大量的计算从大型主机方式转为分散的个人计算方式, 但很快就出现通信及资源共享方面的需求, 于是促进了局域网络的产生和发展。将 PC 机联网, 使用专用服务器或高档 PC 充当文件服务器及打印服务器, 各 PC 机可以独立运行, 并可以从服务器共享资源。

文件服务器计算模式不仅能使用户继续从易于使用的 PC 机中受益, 而且还允许它们像在一个大型主机系统上一样共享数据和设备资源。在局域网中的文件服务器一般既用作共享数据中枢, 也用作共享设备的中枢。

但是文件服务器计算模式存在很多问题, 有两个缺陷限制了文件服务系统适应于多用户的应用。首先, 文件服务器模型不提供多用户要求的数据并发性; 其次, 如果在一个局域网上有许多工作站请求和要传送很多文件, 网络很快就达到信息饱和状态并造成瓶颈, 因而降低了整个系统的性能。

第三阶段是以网络为中心(Network-Centric)的分布式网络计算模式。网络的主要作用是通信和资源共享, 并且在分布式计算中用来支持应用进程的协同工作, 完成共同的应用

任务。

Client/Server 模式是目前分布式和网络系统广泛采用的一种计算模式。随着软件技术的进步和应用需求的扩展,从 Client/Server 模式中又演化出 Browse/Server 模式和三层 Client/Server 模式。

1.1.2 分布式计算与网络计算

分布式计算是将一组地理位置分布的计算机和处理器通过网络连接在一起,紧密配合,共同完成一个任务。对于分布式系统中的用户来讲,系统就像一台计算机一样。这个定义包含两个方面的含义:从硬件角度来讲,每台计算机都是自主的;从软件角度来讲,用户将整个系统看作是一台计算机。分布式计算的主要目的是获得高性能和容错,它具有以下特点:

- (1) 可以拥有任意数目的进程,每个进程也被称为一个逻辑资源。
- (2) 可以拥有任意数目的物理实体(PE)。
- (3) 通过消息传递的通信。
- (4) 合作式进程。进程间以一种合作的方式交互,或者说多个进程用于解决一个共同的应用而不是多个独立的应用。
- (5) 通信产生延迟。两个物理实体间的通信延迟不可忽略。
- (6) 资源故障独立。没有任何单个逻辑或物理的资源故障会导致整个系统的瘫痪。
- (7) 故障化解。系统必须提供在资源故障的情况下重新配置系统拓扑和资源分配的手段。

网络计算是以网络环境为中心的计算模式,它通过网络将地理上分散的、异构的计算机系统连接起来,充分发挥各个自治系统的计算能力,以实现资源共享、协同工作和联合计算,为用户提供各种基于网络的服务。网络计算支持多种操作系统的异构平台,通常是松耦合的,一般不支持虚拟单处理机。

1.1.3 网络计算的形式

从应用模式的角度看,网络计算包括的内容十分丰富,例如以网络为基础的分布式计算,高性能并行计算,方便灵活的移动计算,丰富多彩的多媒体计算,复杂多变的电子商务等事务处理,以及管理、模拟、控制类的智能计算等。

网络计算的支撑环境立足于开放性,以支持网络分布式应用模式。国际上许多著名的计算机公司或开放系统组织纷纷开展网络应用环境及其相关技术的研究,如 IBM 的系统应用体系结构(SAA, System Application Architecture); DEC 的网络应用支撑(NAS, Network Application Support); YOPEN 和 OSF 的公用应用环境(CAE, Common Application Environment)、分布式计算环境(DCE, Distributed Computing Environment)、图形用户界面(Motif)等。

值得一提的是,随着以面向对象技术为主要特征的分布式计算技术的日益成熟,为网络分布式系统的构建提供了更加标准、可靠和彻底的解决方案。分布式对象技术的实质性进步在于使面向对象技术能够在异构的网络计算环境中得到全面、彻底和方便的实施,从

而能够有效地控制系统的开发、管理和维护的复杂性。Microsoft 的 DCOM(Distributed Component Object Model)、OMG(Object Management Group)的 CORBA(Common Object Request Broker Architecture)和以 Java 技术为基础的 EJB(Enterprise Java Beans)是目前已经提出的比较著名的分布式对象标准。

目前,网络计算还处于发展阶段。网络计算有四种典型的形式:企业计算、网格计算、对等计算和普适计算。

1. 企业计算

企业计算是以实现大型组织内部和组织之间的信息共享和协同工作为主要需求而形成的网络计算技术,其核心是 Client/Server 计算模型和相关的中间件技术。

早在 20 世纪 80 年代,人们就提出在互连的计算机硬件上部署新型的分布式操作系统,全面彻底地管理整个系统,给用户单一的系统视图。尽管这一努力产生了许多技术成果和实验系统,但一直没有形成可用的产品。人们直觉地感到在不断扩展的局部自治异构系统上实现资源的集中管理几乎是不可能的,于是开始采用中间件平台技术,以屏蔽系统的异构性,支持局部自治系统的信息交互和协同。经过十几年的发展,中间件技术取得了令人瞩目的成果,出现了远程数据库访问、远程过程调用、消息传递、交易管理等各类中间件。

20 世纪 90 年代末,面向对象的中间件技术成为中间件平台的主流技术,出现了以 Sun 公司的 EJB/J2EE、Microsoft 的 COM+/DNA 和 OMG 的 CORBA/OMA 为代表的三个技术分支。其研究热点是建立标准化的对象请求代理,屏蔽网络环境下计算平台、操作系统、编程语言、网络协议的异构性和复杂性,使分布在网络上的应用系统能够协同工作,为网络应用提供通用的高级网络管理服务以及与应用领域相关的增值服务。

进入新世纪,随着电子商务需求的发展,企业计算面临企业间的信息共享和协同工作问题,面向 Web 的企业计算解决方案成为热点,为此万维网联盟(W3C, World Wide Web Consortium)提出了 Web Service 技术体系,Microsoft 推出了 .Net 技术, Sun 推出了 SUN ONE(Open Network Environment)架构,企业计算技术全面进入 Internet 时代。

2. 网格计算

网格计算(Grid Computing)是网络计算的另一个具有重要创新思想和巨大发展潜力的分支。最初,网格计算研究的目标是希望将超级计算机连接成为一个可远程控制的元计算机系统(MetaComputers)。现在,这一目标已经深化为建立大规模计算和数据处理的通用基础支撑结构,将网络上的各种高性能计算机、服务器、PC、信息系统、海量数据存储和处理系统、应用模拟系统、虚拟现实系统、仪器设备和信息获取设备(如传感器)集成在一起,为各种应用开发提供底层技术支撑,将 Internet 变为一个功能强大、无处不在的计算设施。

网格计算可以从三个方面来理解。

首先,网格计算的目标是资源共享和分布协同工作。网格的这种概念可以清晰地指导行业和企业对各部门的资源进行基于行业或企业的统一规划、部署、整合和共享,而不仅仅是行业或大企业中的各个部门自己规划、占有和使用资源。这种思想的沟通和认同对行业和企业是至关重要的,将提升或改变整个行业或企业信息系统的规划部署、运行和管理机制。

其次,网格是一种技术。为了达到多种类型的分布资源共享和协作,网格计算技术必

须解决多个层次的资源共享和合作技术,制定网络的标准,将 Internet 从通信和信息交互的平台提升到一个资源共享的平台。

最后,网络是基础设施,是用各种网络来综合计算机、数据、设备、服务等资源的基础设施。随着网络技术逐步成熟,建立地理分布遍布全国或全球的大型资源节点,集成网络上的多个资源,联合向全社会按需提供全方位的信息服务。这种设施的建立,如同今天我们按需使用电力一样,将使用户无需在用户端配置全套计算机系统和复杂软件,就可以简便地得到网络提供的各种服务。

把网络设施作为一个国家战略信息基础设施来规划、建设和运行管理,其复杂度和难度是相当大的,这里面有思想和观念上的变化,技术上的难点,以及国家法律和政策上的问题等,需要经过多年的艰苦努力。但是,大型企业、行业、国防等部门完全可以从现在就开始实施网络基础设施战略。

网络计算的重要战略意义及其广阔应用前景,使其成为当今吸引众多研究人员和巨大资金投入的研究热点,一些大型网络计算研究项目相继启动。截止到目前,最著名的网络计算研究项目包括:

(1) 美国自然科学基金于 1997 年底开始实施的“分布式网格”研究项目,其目标是在美国建立遍及全国的计算网格,支持重大科学与工程计算,为用户提供到桌面上的虚拟高性能计算环境。

(2) 美国国家航空和宇宙航行局(NASA)的 IPG(Information Power Grid)项目。这是一个 20 年的研究计划,目的是让人们使用计算资源和信息资源就像使用电力网提供的电力资源一样方便快捷。

(3) 美国能源部开发的 ASCI 网格已经投入生产性使用,其主要用途是核武器研究。

(4) 美国国防部的全球信息网格(GIG)项目是最庞大的网格计划,用于美军新世纪作战支撑,预计 2020 年完成。

(5) 欧洲共同体的 Euro 网格和 Data 网格。其主要用于包括高能物理、生物计算、气候模拟等多个领域的应用。

(6) 2001 年 8 月,美国 NSF 宣布了一个重大科研项目,研制名为“分布式万亿级设施”(Distributed Terascale Facility)的网格系统,简称 Tera 网格。它是世界上第一个从设计开始就面向网格的广域超级计算平台,也是第一个无处不在的计算机基础设施。

(7) 我国科技部在“九五”开展了国家高性能计算环境(网格)建设和关键技术的研究。

“十五”期间科技部加大了对网络技术研究和推广的力度,目标是突破网格关键技术,建立网络计算技术标准,将网络计算技术应用到行业和企业应用中,建立行业和企业应用网格,进一步加强全社会共享的国家高性能网格计算环境的建设,推动我国网格产业的形成和发展。

目前,大的网格项目研究和实施有一个显著的特点,即各个项目直接面向应用,与应用领域紧密相关。目前,IBM、HP、Sun、LSF、Boeing 等公司都已经进入网络计算领域,加紧研究相关的技术和产品。

这里需要强调的是“网络计算”与“高性能计算机”的关系。高性能计算机是网络计算环境结构的节点和重要组成部分,网络计算技术是高性能计算技术的发展方向之一,它并不能替代超高性能计算机系统。但是未来的超高性能计算机系统必须支持网络计算环境,

应能够很容易地融入到网格计算环境中, 将其强大的计算和数据存储处理能力提供给众多的用户使用。网格计算技术的目的是结合高性能计算技术和网络计算技术, 将高性能计算机的能力释放出去, 构造一个公共的高性能处理和海量信息存储的计算基础设施, 使各类用户和应用能够共享资源。因此, 网格计算将会促进高性能计算机应用的发展, 促进高性能计算机服务市场的发展, 刺激市场对高性能计算机和海量存储系统的需求。

3. 对等计算

对等计算(P2P, Peer-to-Peer Computing)是在 Internet 上实施网络计算的新模式。在这种模式下, 服务器与客户端的界限消失了, 网络上的所有节点都可以“平等”共享其他节点的计算资源。

IBM 为 P2P 下了如下定义: P2P 系统由若干互联协作的计机构成, 且至少具有如下三个特征之一:

(1) 系统依存于边缘化(非中央式服务器)设备的主动协作, 每个成员直接从其他成员而不是从服务器的参与中受益;

(2) 系统中成员同时扮演服务器与客户机的角色;

(3) 系统应用的用户能够意识到彼此的存在, 构成一个虚拟或实际的群体。

不难看出, P2P 把网络计算模式从集中式引向分布式。也就是说, 网络应用的核心从中央服务器向网络边缘的终端设备扩散: 服务器到服务器、服务器到 PC 机、PC 机到 PC 机、PC 机到 WAP 手机, 所有网络节点上的设备都可以建立 P2P 对话。

P2P 给 Internet 的分布、共享精神带来了无限的遐想。有观点认为, 至少能开发出几百种应用。但从目前的应用看, P2P 的威力还主要体现在大范围的共享和搜索的优势上, 诸如对等计算、协同工作、搜索引擎、文件交换等。

4. 普适计算

普适计算(Ubiquitous Computing or Pervasive Computing)强调人与计算环境的紧密联系, 使计算机和网络更有效地融入人们的生活, 让人们在任何时间、任何地点都能方便快捷地获得网络计算提供的各种服务。

普适计算研究的内容主要包括两个方面: 自然的人机交互和网络计算。美国排名前 10 位的大学无一例外地投巨资设立了以“普适计算”为主要方向的研究计划。目前有 4 个研究计划最具影响力, 这些计划的目标是提出全新的体系结构、应用模式、编程模型等基础理论模型和方法。

1) MIT 的 Oxygen 研究计划

该计划的研究人员认为, 未来世界将是一个到处充斥着嵌入式计算机的环境, 它们已经融入了人们的日常生活中。Oxygen 希望充分利用这些计算资源, 达到“做得更少, 完成更多(to do more by doing less)”的目的。

2) CMU 的 Aura 研究计划

它致力于研究在普及计算时代, 在用户和计算环境之间增加一层软件层(Aura), 由 Aura 代理用户去管理、维护分布式计算环境中频繁变化、松散耦合的多个计算设备, 以完成用户的目标任务。Aura 推崇的理念是: “‘人的精力’(User Attention)是最宝贵的资源, 应该让它集中在用户要完成的任务上, 而不是管理、配置硬件和软件资源上”。

3) UC Berkeley 的 Endeavour 计划

这是 UC Berkeley 进行的旨在通过运用信息技术, 提供全新的、全球规模的信息基础设施, 从根本上方便人们与信息、设备和他人进行交互的计划。这些信息设施应该能够动态实时地协调世界上任何可用的资源来满足用户计算的需要。其创新点之一是“流体软件”(Fluid Software), 这种软件能够自适应地选择在何处执行、在何处存储, 它通过协议获得可用资源并向其他实体提供服务。

4) 华盛顿大学的 Portolano 计划

该计划提出了“数据为中心的网络”以适应让计算本身变成不可见的(Invisible Computing)要求。该计划认为目前计算机技术的发展仍然是技术驱动而非用户需求驱动。为了改变这一现状, 该计划致力于研究根据用户的位置变化而自适应地改变软件用户界面的机制, 以数据为中心的网络以及新型的分布式服务模型。

以上四类网络计算虽然侧重点不同, 但最终的目标是一致的: 广泛共享、有效聚合、充分释放。

所谓广泛共享, 是指通过各种方法、技术和策略将网络上的各种资源提供给网络上众多用户共享、使用。所谓有效聚合, 是指将网络上的巨大资源通过协同工作连接集成起来, 产生巨大的综合效能, 联合完成应用任务。所谓充分释放, 是指为用户提供良好的开发手段和使用环境, 将网络上多种资源的聚合效能按照需求传递给用户, 为用户提供个性化的信息服务、计算服务和决策支持服务。

虽然最终目标一致, 但各种网络计算技术的应用范围和研究对象的规模、层次却各有不同。

面向对象的分布式计算技术强调的是分布系统的集成能力, 以两层或多层 Client/Server 为主要计算模式, 关心的是简化用户端的工作, 强化多层服务器的功能, 注重分布系统之间的协同工作和快速的应用开发和实现, 强调应用服务之间的可交互、可操作性和代码的可移植性, 通常关注一个组织内的资源共享。

对等计算技术弱化了集中服务器的功能, 重视网络中所有个体的作用, 强调的是个体之间、系统之间、计算机之间的直接通信和联系, 每一个参与者既是客户又是服务方, 这使人们在 Internet 上的共享行为被提升到了一个更广泛的层次, 使人们以更主动的方式参与到网络中去。它与现行以中间件为主的分布式计算技术所采用的 Client/Server 模式有本质区别。

网格计算在 Internet 基础上强调对计算、数据、设备等网络基本资源进行整合, 力图将 Internet 作为一个社会化的计算基础设施。在计算模型、技术路径和研究目标上, 网格计算和目前分布计算中间件领域面向应用级别的交互、互操作和开发有很大的不同。它强调多机构之间大规模的资源共享和合作使用, 提供了资源共享的基本方法, 而分布计算技术没有提供多组织之间的资源共享通用框架。显然, 网格计算正在建立一种新的 Internet 基础支撑结构(如同 TCP/IP、WWW 协议和相应的软件系统奠定了现行 Internet 的基础), 是 21 世纪信息处理基础设施的先期实践。

普适计算模式则是要颠覆“人使用计算机”的传统方式, 将人与计算机的关系改变为“计算机为人服务”, 从某种意义上说, 是让人与计算环境更好地融合在一起。

尽管各种网络计算技术有差异, 但是它们之间并不是冲突的关系, 而是一种正交关系,

有时甚至是融合的,因此,各种网络计算技术可以共存。例如网格计算和 CORBA、SOAP、XML 等技术结合可以访问多个机构组成的虚拟组织的资源。

信息技术的发展是日新月异的,从当今基于 Internet 的各种网络计算实践和研究来看,“实现网络资源的共享,提供大规模协同计算能力和对资源的有效访问”是网络计算未来发展的趋势,并将呈现出多种网络计算形式共存、相互结合和融合的局面。

1.2 TCP/IP 网 络

网络计算的典型环境是基于 TCP/IP 协议的 Internet。Internet 起源于 20 世纪 60 年代美国军方和几所大学合作开发的 ARPANET 系统。80 年代中期 ARPANET 网络逐步分裂,建立国防数据网。80 年代后半期,网络快速崛起,美国普林斯顿等几所大学建立了巨型计算机中心,在此期间成立 Internet 工程任务组 IETF,到 80 年代末,连接到网络上的宿主机已达 10 万台。90 年代随着美国政府推动信息高速公路建设,Internet 协会(ISOC)成立,到 1992 年,Internet 上已经有 100 万台以上的主机。目前 Internet 已经步入商业化发展阶段,越来越多的计算机加入到这个网络中来,许多新的技术不断产生,其发展真可谓是“日新月异”。

Internet 的出现和发展是科技领域在 20 世纪又一重大事件。从没有一种技术能像 Internet 一样,剧烈地改变着我们的学习、生活和习惯。这是一种采用分组交换技术、具有树型拓扑结构、面向数据业务的互联网络,全世界几乎所有国家都有计算机网络直接或间接地与 Internet 相连,使之成为一个全球范围的计算机互联网络。人们可以通过 Internet 与世界各地的其他用户自由地进行通信,可从 Internet 中获得各种信息。Internet 提供的基本服务包括:电子邮件(E-mail)、文件传送(FTP)和远程终端仿真(Telnet)。除了基本服务之外,还有许多其他的服务项目,如公告牌服务(BBS)、商用电子数据服务、多媒体数据信息查询等等。目前,人们已经可以在 Internet 上进行医疗诊断、远程教学、电子商务、视频会议、视频图书馆等应用,以 Internet 为代表的网络环境下的计算技术也已成熟。

Internet 通信的基础是 TCP/IP 协议,它同时也很快发展成为各种规模和配置的网络上最常用的网络/传输解决方案。TCP/IP 不仅仅是由网络层协议和传输层协议组成的协议栈,它也是在网络模型的很多层上操作的完整的协议簇,包括 ARP、RARP、IP、ICMP、IGMP、UDP、TCP、SMTP、SNMP 等。在此我们分别对 TCP 和 IP 协议作一概述。

1.2.1 网络层协议 IP

IP 是互联网协议(Internet Protocol)的简称。与大多数旧的网络层协议不同,它一开始就是为了网络互联的目的而设计的。无论是 X.25 这样的低速网络,还是 ATM 这样的高速网络,无论是以太网等广播介质网,还是 DDN 点到点通信,甚至无线卫星通道,IP 协议都能在其上很好的运行。

IP 协议的内容包括:IP 报文格式的定义,IP 地址及分配方法,IP 报文的路由转发以及 IP 报文的分段与重组。

IP 协议的主要工作是提供一种从源端到目的端传输数据报的最佳尝试方法。在 Internet 中传输层取得数据流并将它们组装成数据报,每个数据报经过 Internet 传输,在传输期间有

可能被分段为更小的单元。当所有的分段最终传到目的地时，再由网络层将其重组成原来的数据报。这个数据报再被传送到传输层，由传输层将其插入到进程输入流中。

1. IP 报文的格式

一个 IP 数据报由一个头部和一个正文部分组成。IP 数据报的头部如图 1.1 所示，它由一个 20 字节的固定长度部分和一个可选任意长度部分组成。

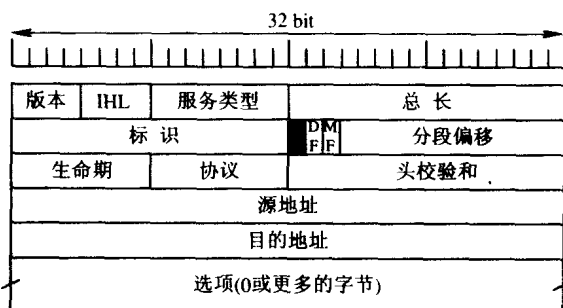


图 1.1 IP 报文头部组成

版本(Version)字段记录了数据报属于哪个版本的协议。通过在每个数据报中引入版本字段，可以长期在不同版本间传输数据。

因为头部的长度不是恒定的，所以头部中的 IHL 字段用来告诉头部有多长，以 32 位(4 字节)长度为一个单位。最小值是 5，当没有可选项时，就是这么长。这个 4 位字段的最大值是 15，它限制了头部的最大长度是 60 字节，因此可选字段最多为 40 字节。对于某些选项，像记录分组所经路由的选项，40 字节往往不够，这些选项也就变得毫无用处。

服务类型(Type of Service)字段使主机可以告诉子网它想要什么样的服务。各种可靠性和速度的组合都是可能的。对于数字化声音传输，速度要求高于准确性要求。对于文件传输，准确性又比速度重要。该字段本身包含(从左到右)1 个 3 位优先顺序(Precedence)字段，3 个标志位 D、T 和 R，还有两位未用。优先顺序字段是标志优先级的，从 0 到 7。这 3 个标志位使主机能说明它最关心组合({延迟，吞吐量，可靠性})中的哪一项。理论上，这些字段让路由器可以作出选择。例如，是用有高吞吐量而且高延迟的卫星线路还是用低吞吐量低延迟的租用线路。实际上，现在的路由器都忽略服务质量字段。

总长(Total Length)包括数据报中的所有信息，包括头部和数据，最大长度是 65 535 字节。如今，这个上限还是可以忍受的，但随着未来巨型网络的出现，就得要更长的数据报了。

标识(Identification)字段用来让目的主机判断新来的分组属于哪个分组，所有属于同一分组的分段包含同样的标识值。

紧跟着的是 2 个未用的位，然后是 2 个 1 位字段。DF 代表不要分段。它命令路由器不要将数据报分段，因为目的端不能重组分段。例如，当一个计算机启动时，它的 ROM 可能会要求向它发送一个包含内存映像的单个数据报。通过标识数据报的 DF 位，发送者就知道分组应该完整地到达，即使这意味着数据报必须绕过可能在最优路径上的小分组网络而不得使用次优路由。每个机器都要能接受 576 个字节和更少的分段。

MF 代表还有进一步的分段。除了最后一个分段，其他分段都设置了这一位。它是用来