

P2P 技术的研究与应用

陈 姝¹ 方滨兴¹ 周勇林²

(哈尔滨工业大学计算机科学与工程系 ,哈尔滨 150001)

(国家计算机网络与信息安全管理中心 ,北京 100031)

E-mail cs@mail.cnnisc.gov.cn

摘 要 P2P 是一种新近兴起的网络模型。与传统的 C/S 模型比较 ,它在网络资源利用率、消除服务器瓶颈等多方面有明显的优势。因此 ,P2P 蕴涵着巨大的商业和技术潜在价值。文章首先分析了 P2P 的特点和优势 ,然后详细的介绍了它的研究与应用现状。

关键词 P2P 技术 对等网 计算模型

文章编号 1002-8331-(2002)13-0020-04 文献标识码 A 中图分类号 TP393

The Research and Application of P2P Technology

Chen Shu¹ Fang Binxing¹ Zhou Yonglin²

(Dept.of Computer Science and Engineering ,Harbin Institute of Technology ,Harbin 150001)

(National Computer Network and Information Security Administration Center ,Beijing 100031)

Abstract : P2P is a network model rising in recent years.Compared with the traditional Client/Server model ,P2P has many advantages such as the higher utilization of network resources ,the elimination of bottleneck caused by central servers.So P2P has great potential value on commerce and technology.This paper first analyzes the characteristics and advantages of P2P and then presents the state of the art on research and application in detail.

Keywords : P2P technology ,Peer-to-Peer network ,computing model

1 P2P 的概念

P2P 是英文 Peer-to-Peer 的缩写 ,称为对等网或点对点技术。P2P 是一种网络模型 ,在这种网络中所有的节点是对等的 (称为对等点) ,各节点具有相同的责任与能力并协同完成任务。对等点之间通过直接互连共享信息资源、处理器资源、存储资源甚至高速缓存资源等 ,无需依赖集中式服务器或资源就可完成。这种模式与当今广泛使用的客户端/服务器(C/S)的网络模式形成鲜明对比 ,C/S 模式中服务器是网络的控制核心 ,而 P2P 模式的节点则具有很高的自治性和随意性。随着像 Napster ,Gnutella 这种信息共享应用程序变得越来越流行 ,P2P 技术受到人们的广泛关注。

从互联网的发展历史上看 ,P2P 并不是一个全新的概念。TCP/IP 是现代互联网整体架构的基础 ,但在 TCP/IP 中并没有客户端和服务器的概念 ,所有的设备都是通讯中平等的一端。早在 30 年前许多公司的计算结构就可以划分到现在的 P2P 中 ,只不过由于带宽及处理能力等的限制 ,使得人们在沟通中出现了很多中间环节 ,如中间服务器、导航网站、第三方信息 (交易)平台等。现在 ,廉价的计算能力、网络通讯能力、PC 计算机的存储能力强有力地推动了这项技术的迅速发展。

实际上 ,P2P 模式中也并不一定是完全无中心的。它可分为纯粹的 P2P 和混合 P2P 两类。纯粹的 P2P 模式是指所有参与的计算机都是对等点 ,各对等点之间直接通讯 ,自始至终完

全没有中心服务器对对等点间的信息交换进行控制、协调或处理。而混合 P2P 模式则依赖于中心服务器去执行一些功能。

2 P2P 模式与 C/S 模式的比较

目前最流行的网络计算模式是 C/S 模式 ,图 1 是一个典型的 C/S 模式的体系结构^[7]。C/S 结构具有如下特点 :

(1)集中计算方式 ,信息和数据都保存在服务器端。只有服务器端具有控制能力 ,客户端基本上只是一个高性能的 I/O 设备。

(2)服务器及网络的带宽决定了网络的性能。每台服务器所能提供的信息数量受到自身存储空间的限制 ,而任意时刻它所能支持的客户端访问数量则既受到自身处理能力的限制也受到服务器所在网络吞吐能力的限制。

(3)URL 用来表示信息资源的地址 ,但是 URL 很少能直接体现所定位的信息的内容 ,甚至不能直接链接到具体的内容上。

(4)被发布信息分布与生存期十分稳定。服务器只发布机器所有者想公之于众的信息 ,这些信息将会在该服务器上稳定地保存一段时间 ,并且该服务器通常也不间断地运行在网络上。

(5)被发布信息的存储与管理比较集中、规范。互联网上所有可以公开访问的信息基本上都保存在服务器上 ,服务器根据适当的算法和规则管理本地信息 ,应答客户端的访问请求或进

基金项目 :国家计委产业化示范工程项目(编号 :计高计[2001]1675 号)

作者简介 :陈姝 ,博士生 ,研究方向 :计算机网络安全、信息安全、网络技术应用。方滨兴 ,博士 ,教授 ,博士生导师 ,研究方向 :计算机网络安全、信息安全、网络技术、并行处理技术、计算机系统结构。周勇林 ,硕士 ,研究方向 :计算机网络安全、信息安全、网络体系结构、计算机系统结构、高性能计算机。

©1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

行计算。

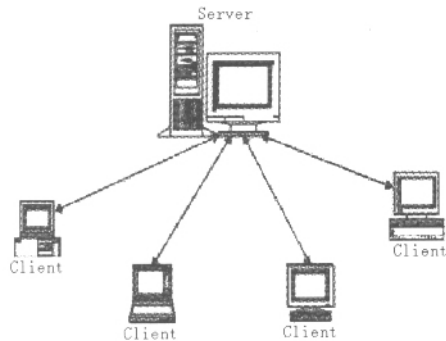


图1 C/S模式的网络结构

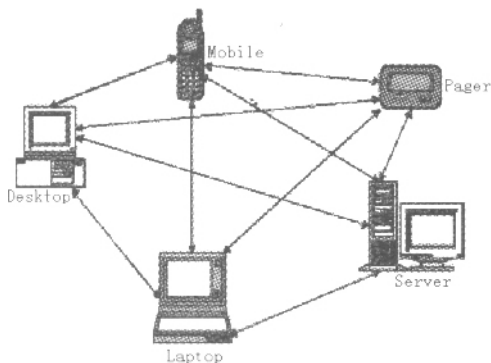


图2 P2P模式的网络结构

P2P模式是非中心结构^[7](如图2),它与C/S模式有明显的差别。

(1)每一个对等点具有相同的地位,既可以请求服务也可以提供服务,同时扮演着C/S模式中的服务器和客户端两个角色,还可以具有路由器和高速缓冲存储器的功能,从而弱化了服务器的功能,甚至取消了服务器。

(2)P2P技术可以使得非互连网络用户很容易地加入到系统中。在P2P的计算环境中任何设备——从大型机到移动电话,甚至是传呼机——均可以在任何地点方便地加入进来。P2P技术不仅可以应用于目前有线互联网络,同时该技术还可以应用于无线计算技术。

(3)在P2P模式的网络中,每一个对等体可以充分利用网络上其他对等体的信息资源、处理器周期、高速缓存和磁盘空间。

(4)P2P是基于内容的寻址方式^[8],这里的内容不仅包括信息的内容,还包括空闲机时、存储空间等。P2P网络中,用户直接输入要索取的信息的内容,而不是信息的地址,

P2P软件将会把用户的请求翻译成包含此信息的节点的实际地址,而这个地址对用户来说是透明的。

(5)P2P中的每一个对等体通常没有固定的IP地址,并且可常常从网络上断开。

(6)信息的存储及发布具有随意性,缺乏集中管理。

通过上面的比较,可以看出P2P模式相对于C/S模式的一些主要优点。

(1)P2P模式最主要的优点就是资源的高度利用率。在P2P网络上,闲散资源有机会得到利用,所有节点的资源总和构成了整个网络的资源,整个网络可以被用作具有海量存储能

力和巨大计算处理能力的超级计算机。C/S模式下,纵然客户端有大量的闲置资源,也无法被利用。

(2)随着节点的增加,C/S模式下,服务器的负载就越来越重,形成了系统的瓶颈,一旦服务器崩溃,整个网络也随之瘫痪。而在P2P网络中,每个对等体都是一个活动的参与者,每个对等点都向网络贡献一些资源,如存储空间、CPU周期等。所以,对等点越多,网络的性能越好,网络随着规模的增大而越发稳固。

(3)基于内容的寻址方式处于一个更高的语义层次,因为用户在搜索时只需指定具有实际意义的信息标识而不是物理地址,每个标识对应着包含这类信息的节点的集合。这将创造一个更加精炼的信息仓库和一个更加统一的资源标识方法。

(4)信息在网络设备间直接流动,高速及时,降低中转服务成本。

(5)C/S模式下的互联网是完全依赖于中心点——服务器的,没有服务器,网络就没有任何意义。而P2P网络中,即使只有一个对等点存在,网络也是活动的,节点所有者可以随意地将自己的信息发布到网络上。

但是,P2P也有不足之处。首先,P2P不易于管理,而对C/S网络,只需在中心点进行管理。随之而来的是P2P网络中数据的安全性难于保证。因此,在安全策略、备份策略等方面,P2P的实现要复杂一些。另外,由于对等点可以随意地加入或退出网络,会造成网络带宽和信息存在的不稳定。

表1是对P2P与C/S模式在若干方面的比较^[1]。

表1 P2P模式与C/S模式比较

	P2P	C/S
数据发布	好	差
数据接收	中	好
数据安全性	差	好
数据更新	好	差
数据质量(价值)	中	好
数据覆盖率和数量(价值)	差	好
数据成本控制	好	差
数据管理方便性	差	好

3 P2P的应用与研究现状

由于P2P模式所具有的技术特点,很多计算机公司、研究部门都认为该技术蕴含着巨大的商业和技术潜在价值,并从不同的角度应用和研究该技术。目前主要的研究角度有:文件交换、对等计算、协同工作、即时通讯、搜索引擎、网络游戏、基于Internet的文件存储系统、基于Internet的操作系统等。另外,还有对P2P开发平台的研究和P2P安全框架的构建等。

3.1 文件交换

这是P2P最初的应用和基本功能之一,可以说文件交换的需求直接引发了P2P技术热潮。在传统的WEB方式中,要实现文件交换需要服务器的大力参与,通过将文件上传到某个特定的网站,用户再到某个网站搜索需要的文件,然后下载,这种方式的不便之处不言而喻。在这种情况下,Napster^[9]抓住人们希望通过互联网共享MP3音乐文件的需求,以P2P模式实现了自由的文件交换体系,从而引发了网络的P2P技术革命。通过P2P来搜索和下载与传统的方式最大的区别就是你不是从其它网站的服务器搜索与下载资源,而是从任何一个在线网友的机器里直接下载,当然其它网站的服务器也可以看作是一个对

等点,这样真正让个人电脑实现了与服务器平起平坐。文件交换的需求也很自然地延伸到了信息的交换。例如在线拍卖就被赋予了新的形式,大家不必到拍卖网站登记要卖的商品了,在自家的硬盘上建个商店就可以了。由此又可以延伸到,一切中介网站都可以被替代。

从技术上讲,目前的 P2P 文件交换系统有以下几种不同的形式。

一种是“中心文件目录/分布式文件系统”(如图 3(2)),交换数据时是通过中央服务器来进行目录管理的。Napster 就属于此类,由于采用集中式目录管理,所以不可避免地存在单点瓶颈的问题。

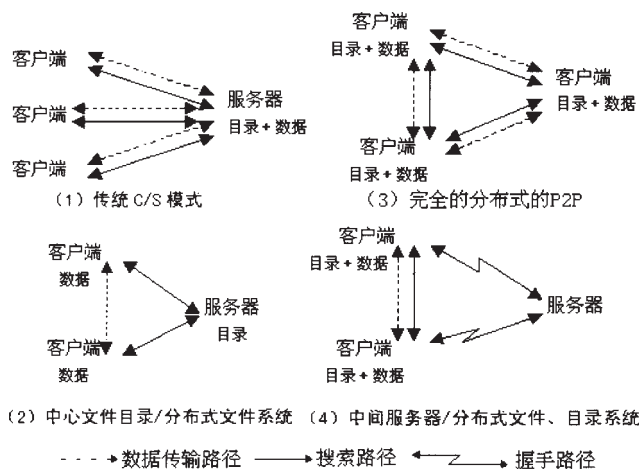


图 3 文件交换模式比较

另外一类属于完全的 P2P(如图 3(3)),这类系统没有中间服务器。这类软件更接近于绝对的自由,因为没有中间服务器,这样形成的 P2P 网络很难进行诸如安全管理、身份认证、流量管理、计费等控制。Gnutella 和 Freenet 是这方面两个典型的应用,它们都不可避免地存在着不足。Gnutella 在进行搜索的过程中所采用的消息前递算法使得消息总数量是指数增长的,存在着 Flooding 的问题。Freenet 的目标是使人们可以匿名地发布和索取信息,它在文件加密和通信加密方面做得较好,但是,它在文件的检索以及可扩展性方面还很不完善。

第三类系统是上两类系统的折衷——有中间服务器,但文件目录是分布的(如图 3(4)),如 workslink^[4],这是国内具有代表性的 P2P 应用软件。目前中间服务器起的作用是让两台电脑进行“握手”,workslink 通过分布式文件系统,建立完全开放的可共享文件目录,Workslink 通过相对的自由来兼顾安全和可管理性。

3.2 对等计算

人们一直在尝试通过并行技术、分布式技术将多个网络节点联合起来,利用闲散计算资源来完成大规模的计算任务。现在, P2P 的网络结构组织方式为这种计算技术提供了新的契机。P2P 用于对等计算的优势在于每个对等点不再只是单纯的接收计算任务,它还可以根据自己的情况(比如分到的任务太多)再搜索其他空闲节点把收到的任务分发下去。然后中间结果层层上传,最后到达任务分发节点。对等点之间还可以直接交换中间结果,协作计算。按照这种方式进行,可以合理整合闲散的计算能力和资源,使得总体计算能力得到大规模提升,获得非常可观的计算性能/价格比。基于 C/S 模式的分布式计算

技术是无法达到这样的灵活性和高效性的。

在所有的 P2P 应用中,对等计算可能是短期内收益最大的,任何需要大量数据处理的行业都可从对等计算中获利,如天气预报、动画制作、基因组的研究等。美国科学家在 1999 年 4 月启动的 SETI@HOME 计划则是业界一个非常著名的例子,该计划是一个利用网上成千上万台计算机的闲置能力来分析在外星系文明研究中所获得的无线电信号,搜寻地外文明的大规模试验。通过 SETI@HOME,每个参加者可以下载一小部分由 Arecibo 收集到的数据,并通过运行屏幕保护程序的方式使自己的计算机对这些数据进行分析。目前数百万网民用自己的电脑为 SETI@HOME 无偿工作,进行计算和分析数据,获得了比目前任何一台超级计算机更强的处理能力。

Centrata, Datasynapse, Distributed.net, DistributedScience, Entropia, Parabon Computation, Popular Power, Porivo Technologies Inc., SETI@home, Ubero, United Device 等研究项目均是目前基于 P2P 的分布式计算的典型代表。Intel 也利用对等计算技术来设计其 CPU,并为其节省极大的费用,同时由于对等计算的发展是以 PC 机资源的有效利用为根本出发点的,它也受到 Intel 的极力推崇。就本质而言,对等计算即是网络上 CPU 资源的共享。

3.3 协同工作

协同工作是指多个用户之间利用网络中的协同计算平台互相协同来共同完成计算任务,共享各种各样的信息资源等。协同工作使得在不同地点的参与者可以在一起工作。在 P2P 出现之前,协同工作的任务通常由诸如 Lotus Notes 或者 Ms Exchange 等来实现,但是无论是采用哪种服务器软件,都会产生极大的计算负担,造成昂贵的成本支出,而且并不能很好地完成企业与合作伙伴、客户、供应商之间的交流。而 P2P 技术使得互联网上任意两台 PC 都可建立直接的通讯联系,不再需要中心服务器,降低了对服务器存储以及性能的要求,也降低了对网络吞吐量和快速反应的要求,从而大大节约了成本,使低成本的协同工作成为可能,最终帮助企业 and 关键客户,以及合作伙伴之间建立起一种安全的网上工作联系方式。因此基于 P2P 技术的协同工作目前受到了极大的重视。

Lotus 公司的创始人组织开发的 Groove^[5]是目前最著名的 P2P 协同工作产品。Groove 采用中间传递服务器(Relay Servers)来实现 P2P 的多播^[6],采用 XML 表示的路由协议,多个不同的 Group 之间不仅仅可以共享文件、聊天信息还可以共享各种应用程序。另外,Engenia Software Inc., eZ, Interbind 等都是协同工作的典型应用。

3.4 即时通讯

所谓即时通讯,其实指的就是诸如 OICQ、ICQ 等被称为在线聊天的软件。从某种意义上说,由于版权的限制,即时通讯应用将超过文件共享应用,成为 P2P 的第一大应用。在即时讯息领域,AOL 和微软、Yahoo 一直有比较激烈的争斗,当然国内还是 OICQ 一家的天下。与 IRC(Internet Relay Chatting——Internet 在线聊天系统)、BBS 或 WEB 聊天室比较, P2P 的即时通讯软件不仅可以随时知晓对方在线与否,而且交流双方的通讯完全是点对点进行,不依赖服务器的性能和网络带宽。尽管目前的即时通讯技术一般都具有中心服务器,但中心服务器仅是用来控制着用户的认证信息等基本信息,并且帮助完成节点之间的初始互联工作。

Jabber^[9]是一个开放源码的实时通信平台。Jabber 提出了一个在不兼容的各种实时通信平台之间进行消息交换的协议,这种协议包含在一个采用 XML 表示的路由协议中。

3.5 搜索引擎

搜索引擎是目前人们在网络中搜索信息的主要工具,目前的搜索引擎如:Google、天网等都是集中式的搜索引擎。这种搜索模式往往由一个机群在互联网上盲目读取信息,然后按照某种算法根据关键字将信息保存在一个海量数据库内,当用户提交搜索请求的时候,实际上是在海量数据库内部进行搜索。这种机制虽然能尽快获得搜索结果,但不能保证搜索范围的深度和结果的时效性。即使是 Google 这个目前最出色的全中文搜索引擎只能搜索到 20%~30%的网络资源。

P2P 网络模式中节点之间的动态而又对等的互联关系使得搜索可以在对等点之间直接地、实时地进行,既可以保证搜索的实时性,又可以达到传统目录式搜索引擎无可比拟的深度(理论上将包括网络上所有开放的信息资源)。以 P2P 技术发展的先锋 Gnutella 进行的搜索为例:一台 PC 上的 Gnutella 软件可将用户的搜索请求同时发给网络上另外 10 台 PC,如果搜索请求未得到满足,这 10 台 PC 中的每一台都会把该搜索请求转发给另外 10 台 PC,这样,搜索范围将在几秒钟内以几何级数增长,几分钟内就可搜遍几百万台 PC 上的信息资源。可以说,P2P 为互联网的信息搜索提供了全新的解决之道。

3.6 网络游戏

很多基于广域网络的游戏也是基于 P2P 技术的,例如:2AM、CenterSpan 等。采用 P2P 技术建立起来的分布式小组服务模式,配以动态分配的技术,每个服务器的承载人数将在数量级上超过传统的服务器模式,这将大大提高目前多人在线交互游戏的性能;同时每个游戏用户成为一个对等节点,各个节点可以进行大量的点对点通讯,从而减少服务器的通讯任务,提高性能。

3.7 基于 Internet 的文件存储系统

存储技术一直是人们所关注的一项技术。由于网络规模的扩大,人们开始将传统的分布式操作系统、局域存储技术向基于 Internet 的文件存储系统发展。一些研究项目开始使用 P2P 技术来组织和存储文件,像 Oceanstore、Farsite 等。这些项目的目标都是提供面向全球规模的文件存储服务。

3.8 基于 Internet 的操作系统

P2P 网络构架技术的研究者们力图提供一个 P2P 的网络环境。“Net”技术是微软公司提出并正在开发的一个基于 Internet 的操作系统,该技术是以 SOAP XML 通信协议的 Web 服务为主,使得操作系统不再局限于目前的 PC 机。Internet Operating System、Applied MetaComputing、Globus、ROKU、Static 等是典型的代表。

3.9 P2P 开发平台的研究

随着 P2P 技术日益表现出强大的应用潜力,对 P2P 应用

的开发平台的研究也得到开展。Sun 公司目前正投入部分力量致力于一种叫做“JXTA”工程的研究^[7],这项开放源代码的工程目的是实现一套底层的实用应用程序,用于构建跨平台、跨操作系统和跨编程语言的各种 P2P 应用。

同时,安全问题也引起了 P2P 研究开发机构的重视,有些已经开始实际解决,但不同的公司解决方案也不同。Intel 开发了一个用来开发安全的 P2P 应用软件的安全框架——PTPTL (Peer To Peer Trust Library)。它不仅是一个安全框架,还想要成为 P2P 应用的安全标准,允许各个不同的 P2P 应用程序之间互相通讯。PTPTL 建造在 OpenSSL 工具包上,提供对数字证书、对等节点认证、安全存储、公私钥加密、对称加密及数字签名等的技术支持。

以上的应用和研究决不是 P2P 仅有的研发方向,P2P 还有很多种应用等待人们去发掘、去探索。P2P 作为一个正在迅速发展技术在日益改善的网络环境下将大有作为。

4 总结

P2P 网络模型使计算机系统之间可以直接共享信息和计算资源,而不必通过服务器中转。它消除了客户机与服务器的差别,使得所有上网的人都拥有了平等的机会。与传统的 C/S 模型相比,它在有效利用网络上大量闲置的信息资源、存储空间、处理器周期等资源,避免服务器带来的瓶颈问题,降低服务器成本等方面有明显的优势。目前 P2P 技术在文件交换、对等计算、协同工作、即时通讯、搜索引擎等诸多方面得到了广泛和深入地研究,并出现了一些成果和产品,体现出巨大的商业和技术上的发展潜力,因此也吸引了更多大型公司、著名高校和研究机构的加入,相信 P2P 技术的研究将逐渐成为计算机领域的一个重要的热点课题。(收稿日期:2002 年 4 月)

参考文献

- 1.吕向辰.P2P 技术与应用.http://www2.ccw.com.cn/01/0128/d/0128d06_1.asp
- 2.Napster.http://www.napster.com
- 3.Gnutella and Freenet Represent True Technological Innovation.http://www.oreillynet.com/pub/a/network/2000/05/12/magazine/gnutella.html
- 4.workslink.http://www.workslink.com
- 5.Groove.http://www.Groove.net
- 6.Fox G.Peer-to-peer networks[J].Computing in Science & Engineering, 2001, 3(3):75~77
- 7.The Jxta solution to P2P.http://www.javaworld.com/javaworld/jw-10-2001/jw-1019-jxta_p.html
- 8.Manoj Parameswaran, Anjana Susarla, Andrew B Whinston.P2P Networking:An Information-Sharing Alternative[J].Computer 2001, 34(7):31~38
- 9.Jabber.http://www.jabber.com