

一种媒体点播系统资源对等搜索模型

方群^{1,2}, 吉逸¹

(1. 东南大学 计算机科学与工程系, 江苏 南京 210096;

2. 安徽师范大学 计算机科学系, 安徽 芜湖 241000)

摘要: 媒体点播是网络教育中重要的教学方式, 但是目前存在标准不同、共享困难等问题。为此引入 P2P 技术解决资源共享问题。P2P 网络是一种自组织、适应性强、负载均衡、可靠性好的网络, 目前被广泛运用于文件共享等领域。文中介绍利用 P2P 技术实现多个媒体点播系统互联, 为用户提供可扩展的查询服务和资源共享平台。通过分析得出互联后的媒体点播系统较单个系统具有许多优点。

关键词: 媒体点播; 资源搜索; P2P

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2006)07-0035-04

A P2P Resources Searching Model in Media on Demand System

FANG Qun^{1,2}, JI Yi¹

(1. Department of Computer Science and Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China;

2. Department of Computer Science, Anhui Normal University, Wuhu 241000, China)

Abstract: Media on demand is an important mean in network education, but it has many problems such as different standards and difficult resources sharing. So P2P technology is introduced to resolve resources sharing problem. Peer to peer network is a self-organized, high adaptable, balanced loading and good reliable network. And now it is widely applied in files sharing, etc. Introduces how to realize interconnecting of several media on demand systems by P2P technology, and provides extensible query service and resources sharing platform for users. The analysis implies that interconnected media on demand system has more advantages than single system.

Key words: media on demand; resources searching; peer-to-peer

0 引言

中国的网络教育事业蓬勃发展, 已经形成了较大的规模, 每年为社会培养大批专业技术人才, 为中国的现代化事业做出了重要贡献。20 世纪 90 年代后期, 随着互联网技术的普及, Internet 已经逐渐成为网络教育的主要传输载体, 网络教育逐渐走向成熟。但应当清醒地认识到, 中国网络教育目前依然存在诸多不足, 如硬件设备重复投资、软件平台重复开发、课件资源不足、服务体系有待规范等, 其中最为关键的就是教育资源的共享问题, 各个教学单位自成体系、相对封闭, 无法适应网络教育开放性、灵活性, 尽最大程度激发学生学习积极性、促进学生自由发展的办学宗旨。

P2P(peer to peer, 对等网络)^[1]技术是目前计算机网络领域中的热门研究方向, P2P 网络是一种典型的分布式(非集中式)系统, 资源分布存储于地理位置相对分散的边

缘节点中, 节点自行组织形成网络, 各节点通过交换消息实现资源搜索与共享服务。目前比较成熟的 P2P 应用系统如 Napster, Gnutella^[2] 等都采用不同的协议, 互联困难, 而 Sun 公司的 JXTA^[3,4] 项目旨在提供一个开放、标准化、协议无关的 P2P 开发平台, 能够促进不同 P2P 系统的互联。在网络教育领域中, 为了便于不同格式资源的交换, 国际上先后制定了许多标准, 比较著名的有 IEEE LOM, ADL-SCORM, 中国也有自己的 CELTS 标准, 因此, 在教育标准规范的支持下, 使用 P2P 技术可以将不同的网络资源系统整合在一起, 构建统一的、标准的松散耦合的、分布式的超级资源共享系统, 系统之间能够方便进行资源的交换, 可以有效改善资源利用效率。

1 媒体点播资源搜索系统设计

由于处于独立状态的多个媒体点播系统存在着资源利用率不理想和资源浪费等问题, 文中拟解决如何将多个异构的媒体点播系统互联在一起, 形成一个提供统一查询功能、实现广泛资源共享的系统, 从而提高整体资源的利用效率, 实现多个服务器的负载均衡。

文中采用 JXTA 协议实现各子系统之间的消息交换。JXTA 是由 Sun 公司主持开发的一个项目, JXTA 平台定

收稿日期: 2006-02-23

基金项目: 国家科技部“十五”重大科技攻关项目(2001BA101A02)

作者简介: 方群(1972-), 男, 安徽寿县人, 博士研究生, 讲师, 研究方向为 P2P 网络搜索、安全和信任; 吉逸, 教授, 硕士生导师, 研究方向为计算机网络、多媒体技术。

义了一套基于 XML 的协议,这套协议被设计用于提供对等点形成的动态网络所需的通用功能。JXTA 由 6 个协议组成^[3,4],这些协议是专为特定的、分布式的、对等的网络计算而设计的,各协议合作完成对等点之间的发现、路由、组织、监控和通信。由于 JXTA 消息是基于 XML 的,因此只要各节点能够正确解析消息内容,就可以自主做出应答,响应其他节点的查询请求,具有很好的开放性。另外 JXTA 协议是独立于操作系统、开发语言、设备和网络传输协议的。因此,使用 JXTA 协议来处理各媒体点播系统之间的消息。使用 JXTA 协议互联后的媒体点播系统如图 1 所示。

图 1 所示系统包含两个相互独立的网络系统,即基于 Web 的媒体点播系统和 JXTA 资源搜索网络。前者是一个标准的 Client/Server 模式网络,它为用户、管理员提供 Web 页面系统,接受查询请求并显示返回结果;后者是一个对等网络。虽然它们的运行模式不同,但二者可以通过 Web/JXTA 代理^[5]进行数据的交换和格式转换。

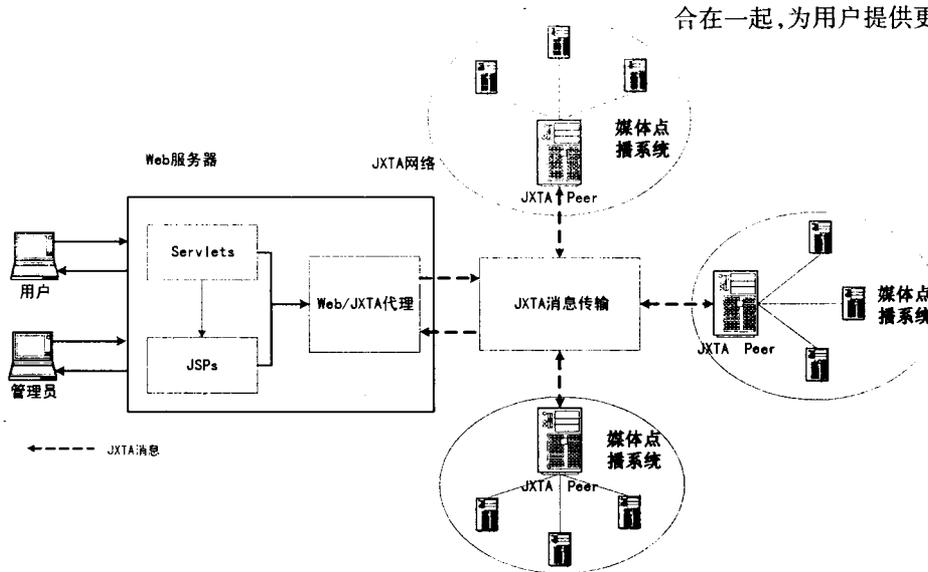


图 1 基于 P2P 的媒体点播系统的互联方案

系统采用分层的方法构造,共分三层,从上至下依次为应用层、服务层和数据层,各层包含的功能模块如图 2 所示。

应用层功能是为用户提供统一、友好、简捷的资源操作界面,用户通过 Web 页面的方式可以完成用户管理、资源查询、预订等操作。服务层的功能主要由 JXTA 搜索网络中部署在对等节点中的应用程序提供,这种应用程序建立在 JXTA 协议之上,利用 JXTA 提供的核心层的基本服务,实现与资源搜索相关的诸多功能。数据层与对等节点的本地资源存储特性有关,媒体点播系统中的核心资源就

是文件资源,目前常见媒体点播系统的文件存储模式主要有两种:一种是直接利用文件系统管理资源文件,另一种是将资源索引存储在数据库中,利用数据库管理系统(DBMS)提供的功能进行资源管理。

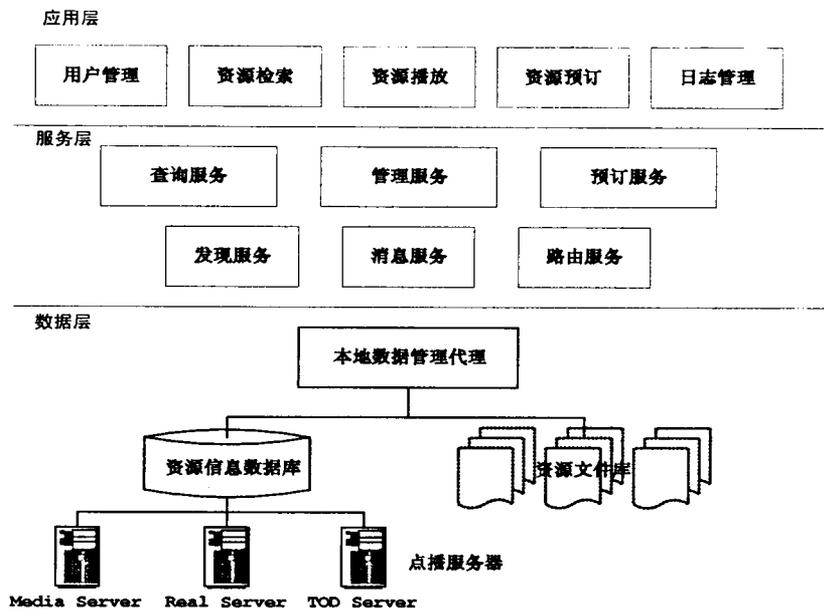


图 2 基于 P2P 的媒体点播系统的体系结构

借助此种系统,可以将多个媒体点播系统中的资源集合在一起,为用户提供更加广泛的可用资源。用户在互联系统中资源搜索工作流程如下:

(1) 用户登录媒体点播系统主页,进入资源搜索界面,输入需要搜索的资源信息关键字,向媒体点播系统发出资源搜索请求。

(2) 在用户发出资源搜索请求后,媒体资源管理访问服务器建立与 Web/JXTA 的通信,将与搜索资源相关的信息发送给 Web/JXTA 代理。

(3) Web/JXTA 代理对搜索请求进行预处理,形成规范格式

的请求消息,然后在 P2P 网络中转发搜索请求。

(4) 收到资源搜索请求的搜索代理节点在本地查询与搜索请求相匹配的资源信息,然后将结果消息返回给请求的发起者。并根据查询消息中的跳长数值和路由信息进行转发。

(5) 由请求发起者收集并整理、过滤、排序接收到的资源信息,最后反馈给用户。

(6) 用户在收到的资源列表中选择资源,并查看资源。

2 资源搜索、路由机制

2.1 资源搜索机制

与单个的媒体点播系统的最大区别是,本系统的资源的存储、管理、搜索都是分布式的,用户发出的查询请求后,多个分散在不同系统中的查询代理节点协作完成查询工作并返回查询结果^[6]。参与本系统资源搜索工作的对等节点有两种,即 Web/JXTA 代理和查询代理,它们负责的工作稍有不同。查询代理部署在点播服务器中,主要负责接收查询请求,并在本地资源库中查找相关资源,必要时也可以向其他查询代理转发查询请求消息。Web/JXTA 代理被部署在 Web 服务器中,它除包含普通查询代理的基本功能外,还负责接收客户端的查询请求及封装消息,在查询等待时间内负责收集其他查询代理返回的查询结果。当定时时间到后,它将查询结果返回给用户客户端程序。

查询请求和响应信息以消息方式传递,系统中使用的消息格式如图 3 所示。

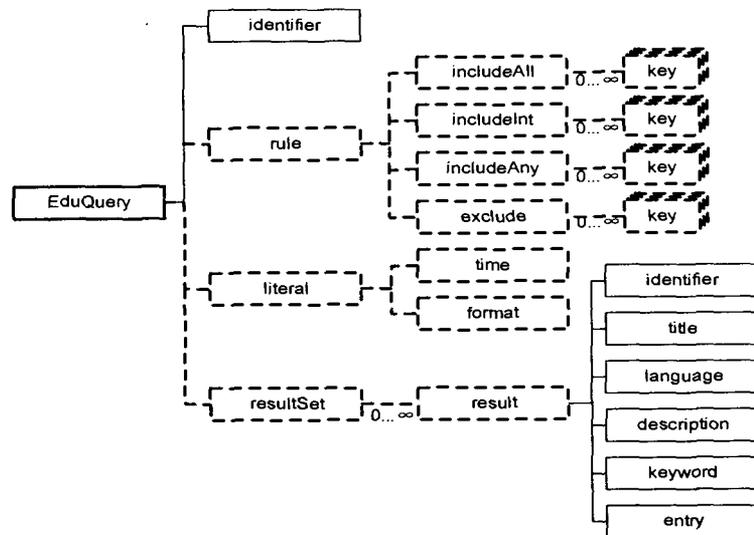


图 3 查询请求消息结构

查询消息由查询表达部分和查询结果部分组成,每个消息唯一的 ID 用 identifier 表示,rule 元素包含了查询关键字表达式,literal 用于限制资源的发布时间和格式。查询结果集合由 0 个或多个结果构成,每个结果包含了资源的主要特征域。在请求消息中只包含查询条件部分内容,而在返回消息则同时包含查询条件和结果^[7]。

查询代理根据资源信息存储方式选择不同的搜索方法,资源信息存储方式常见的有两种:一种是基于数据库的资源索引模式,通过查询资源信息库就可以获取相应资源信息。另一种是基于文件系统的资源存储方式,按照 CELTS 规范规定,资源与其描述文件被封装成一个资源包,解析资源描述文件,从中提取出资源描述信息,然后判断是否匹配。具体采用何种模式,主要由本地配置文件(localQueryConfig.xml)确定,除此之外,配置文件还规定了节点的角色及与查询有关的一些信息,并且是可以扩展的。

2.2 路由机制

由于各系统中资源分布情况复杂,且是非结构化的,因而查询主要采取类似于 Gnutella 广播方式进行,但广播方式效率较低,查询开销也较大,当访问用户过多时,可能造成网络拥塞^[2]。因此,我们采取消息路由机制来引导查询请求消息的传送路径。

路由功能由 3 个模块负责,其中路由管理模块负责整个路由模块的管理,它提供通用的功能调用接口,支持当前节点维护路由信息,在必要时选择路由。路由表更新模块负责按照一定策略更新路由表信息。路由决策模块负责根据查询内容按照一定策略从路由信息表中提取相关路由信息,为当前节点提供转发路由列表。

路由表更新的触发因素主要有两个,即消息和时间。

1) 消息触发更新。此种情况下的更新操作是由于当前节点接收其它节点返回的结果消息引起。查询结果消息包含了许多有用的信息,通过查询结果知识的不断积累,在以后的查询过程中提高查询消息转发的针对性和效率。

2) 时间触发更新。由于 P2P 网络中节点不断加入和退出系统,故资源的可用性显示出动态的特征。在添加路由信息表项目时,同时也给该表项设置一个存活时间 TTL(time to live)。系统的另一个定时器定时将每个表项的 TTL 值减 1,当 TTL 值为 0 时,则删除此条信息。因此时间触发更新功能保证了路由信息表中信息的有效性。

系统采用的路由决策算法如下:

(1) 从路由信息表中查找与查询关键字有关的记录,并形成节点列表 L , L 中所有路由信息记录的一个子集。

(2) 如果 L 为空集,则返回所有与当前节点相邻的节点列表;否则转(3)。

(3) 首先为每个节点 $N_j(j = 1, \dots, m, \text{其中 } m \text{ 为 } L \text{ 中节点数目})$ 构造针对查询条件关键字的关键字向量 s_j, s_j 的取值如下:

$$s_j = \begin{cases} 1, & \text{包含关键字 } k_i \\ 0, & \text{不包含 } k_i \end{cases} \quad (j = 1, \dots, m, i = 1, \dots, n, n \text{ 为关键字数目})$$

(4) 将 s_j 按照二进制数降序排列, s_j 相同的节点则按 timetolive 值降序排列。

(5) 根据设定值(百分比或 TOP 值)选取排在前面的部分节点列表 L' , 作为查询消息转发的目标节点集。

采用以上策略,首先可以保证返回路由表非空,以满足用户的查询请求。其次,经过筛选,可以选择出最有可能满足查询要求的节点,向它们转发查询请求,在最大限度地获得查询结果的同时,也大大降低了额外的带宽开销,这一点在有大量用户的网络中是非常重要的。

2.3 负载均衡

在点播服务器缓存中,保存有系统资源使用登记表,每个表项在用户点播时添加,表项中包括多个值,其中登记时刻加上资源时长就是资源保持时间,负载值则表示该资源占用系统资源的比例,根据资源类型和经验可将不同类型的点播任务负载设置为:

- * 文档类型(HTML,DOC,PDF 等):负载为 1;
- * 音频类型(MIDI, WAV, MP3, WMA 等):负载为 10;
- * 视频类型(AVI,ASF,RAM,RMVB,CSF 等):负载为 50。

这些负载值是根据它们占用系统的 CPU 和带宽资源估计出来的,不够准确,只能粗略地估算系统总的载荷。如果要得到精确的结果,需要根据系统性能来调整参数值,但此种方法比直接测量当前系统的负载状况要简单得多。在资源登记时,系统根据资源的类型设置相应的负载值。当某对等节点收到资源查询请求时,根据资源预订表中登记情况,在没有达到系统最大安全负载(如可以设置为 1000)的情况下,可以响应查询;否则向相关服务器转发查询请求,本身不作响应,这样就可以避免系统因为过载造成的性能问题。

3 性能评价

本系统借助于 P2P 技术实现了一个分布式的媒体资源共享系统,它通过部署在各个媒体点播系统中的查询代理之间的协同工作,共同完成资源搜索任务,在主要性能指标上超过单个媒体点播系统的能力。

(1)可用性。通过在多个媒体点播系统上实现联合查询,用户不但可以获得更多相关资源,而且提高了资源的可用性和利用率,能够更好地满足用户的需求。

(2)负载均衡。由于系统中采用了负载均衡策略,因而各媒体点播系统中的负载状况大为改善,系统总体负载更趋均衡。

(3)开放性及其可扩展性。系统采用 XML 格式消息传递查询及结果。部署在不同媒体点播系统中的查询代理程序,只要遵循文中规定的资源查询协议,就可以提供查询服务或使用查询服务,因而系统具有较强的开放性。当实际系统需要增加信息项目时,只需要对查询模式文档进行修改,扩充其结构,增加新元素,就可以表达更为丰富的语义,实现功能更强的协议。

(4)适应性。本系统能够适应多种平台,可以方便地部署在多种媒体点播服务器之上。

(5)高效性。由于系统采用了查询路由策略,因而大大提高了查询的效率,同时与 Gnutella 等洪泛式消息转发机制相比,消息开销显著降低^[8,9]。

4 结论

对等网络 P2P 技术是目前计算机网络领域研究的热点,它与传统集中模式有本质上的区别,其中节点的地位都是平等的,不再加以区分。文中是将 P2P 技术应用于网络教育领域中的一种尝试和探索,鉴于当前网络教育资源相对缺乏,利用率不高的情况,将各单位的资源系统互联起来,能够暂时缓解以上问题。由于各单位的情况差别较大,短时间内不可能实现完全的互联互通,标准化进程也相对缓慢,而基于 JXTA 的 P2P 网络只提供了一个标准化的信息交互方式,并没有强制单个系统的行为,各系统可以根据自身情况作出响应,因此适应能力更强,故采用对等搜索技术实现媒体点播系统互联也不失为一个好方法。

参考文献:

- [1] Androutsellis-Theotokis S, Spinellis D. A Survey of Peer-to-Peer Content Distribution Technologies[J]. ACM Computing Surveys, 2004,36(4):335-371.
- [2] The Gnutella protocol specification[EB/OL]. <http://dss.clip2.com/GnutellaProtocol04.pdf>, 2000.
- [3] Sun Microsystems, Inc. Project JXTA: An Open, Innovative Collaboration[R]. [s.l.]:[s.n.], 2001.
- [4] Li Gong. Project JXTA: A technology overview[R]. SUN Microsystems inc. <http://www.jxta.org/project/www/docs/TechOverview.pdf>, 2001-04.
- [5] Qu Changtao, Nejd W. Interacting the Edutella/JXTA Peer-to-Peer Network with Web Services[A]. In: Proc. of SAINT'04[C]. Tokyo, Japan:[s.n.], 2004.
- [6] Waterhouse S. JXTA Search: Distributed Search for Distributed Networks[R]. [s.l.]:Sun Microsystems inc., 2001.
- [7] Nejd W. Edutella White Paper. EDUTELLA: A P2P Networking Infrastructure Based on RDF[A]. WWW2002[C]. Honolulu, Hawaii, USA:[s.n.], 2002.
- [8] Stoica I. Chord: A scalable peer-to-peer lookup service for internet applications[A]. In: Proc of ACM SIGCOMM'01[C]. San Diego, California, USA:[s.n.], 2001.
- [9] Ratnasamy S. A scalable content-addressable network[A]. In: Proc of ACM SIGCOMM'01[C]. San Diego, California, USA:[s.n.], 2001.

(上接第 34 页)

- [8] 单志广,戴琼海,林 闯,等. Web 请求分配和选择的综合方案与性能分析[J]. 软件学报, 2001, 12(3):355-366.
- [9] 张占军. 无线多媒体网络中端到端自适应 QoS 保证[J]. 计算机学报, 2004, 27(8):1064-1073.

- [10] 林 闯,单志广,盛立杰. 新一代网络传输控制的模型与机制[J/OL]. 计算机世界, 2000(43)(产品与技术版) <http://www2.ccw.com.cn/2000/0043/0043c07.asp>, 2000.