

一种基于 P2P 的视频点播系统设计

刘宇杰, 秦肖臻, 彭 力, 杨文俊, 汪秉文

(华中科技大学 控制科学与工程系, 湖北 武汉 430074)

摘 要:在计算机发展领域中,目前有一项新兴的技术——视频点播技术(VOD),它是一种根据观众的要求播放节目的系统,随时提供交互式视频服务,主要用于实现多用户对网络多媒体文件的共享播放。文中将 P2P 与 Internet 上重要的媒体传输技术——流媒体技术相结合提出了一个基于 P2P 的视频点播系统的具体设计与实现方案,讨论了系统设计和实现过程中采用的相关技术与方法,采用点组技术,重点提出了一种新的发现机制。

关键词:视频点播;流媒体;P2P 技术;发现机制

中图分类号:TN919.85

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2007)01-0193-03

A Design of Video on Demand System Based on P2P Technology

LIU Yu-jie, QIN Xiao-zhen, PENG Li, YANG Wen-jun, WANG Bing-wen

(Dept. of Automatic Control and Engineering, Huazhong University of Sci. and Techn., Wuhan 430074, China)

Abstract: Nowadays, there is a new growing technology called VOD in the computer science. It is such a technology that can offer the media programme according to demand of the users. It offers the mutually video service, mainly used in the sharing of Internet files. P2P technology is the most popular new technology based on the Internet environment, widely used in the design of software. In this paper, combine it with the important Internet transportation technology called streaming media technology and propose a VOD design based on the P2P technology. Then details related technology and method used in the system designing. A new discovery mechanism has introduced.

Key words: video on demand; streaming media; P2P technology; discovery mechanism

0 引 言

随着计算机网络的迅速发展,在网络上传输视频和音频慢慢地成为一种趋势。用户不再满足于单一被动的传统媒体娱乐方式(如电视、收音机等等),需要的是有极强互动性的宽带流媒体娱乐。视频点播(Video On Demand)适应了这种发展而越来越得到大家的重视,它是一种根据观众的要求播放节目的系统,随时提供交互式视频服务,主要用于实现多用户对网络多媒体文件的共享播放。

但受到目前网络质量和服务器能力的限制,当面临超大用户量时的服务一直是一个瓶颈问题。P2P 技术突破了传统的 client/server 模式,服务器的地位和作用大大减弱,充分地利用了网络上的空闲资源,在共享、协同工作、网络存储等方面取得了良好的应用^[1]。如果把 P2P 与传统的流媒体视频点播相结合,就可以充分发挥众多客户机的作用,Internet 上的众多用户可以直接进行信息交换,减

轻了服务器的负担和网络带宽的占用率,具有很大的潜在应用前景,结构如图 1 所示。

文中基于此种考虑,将 P2P 技术与流媒体技术相结合,设计了一种基于 P2P 的视频点播系统。

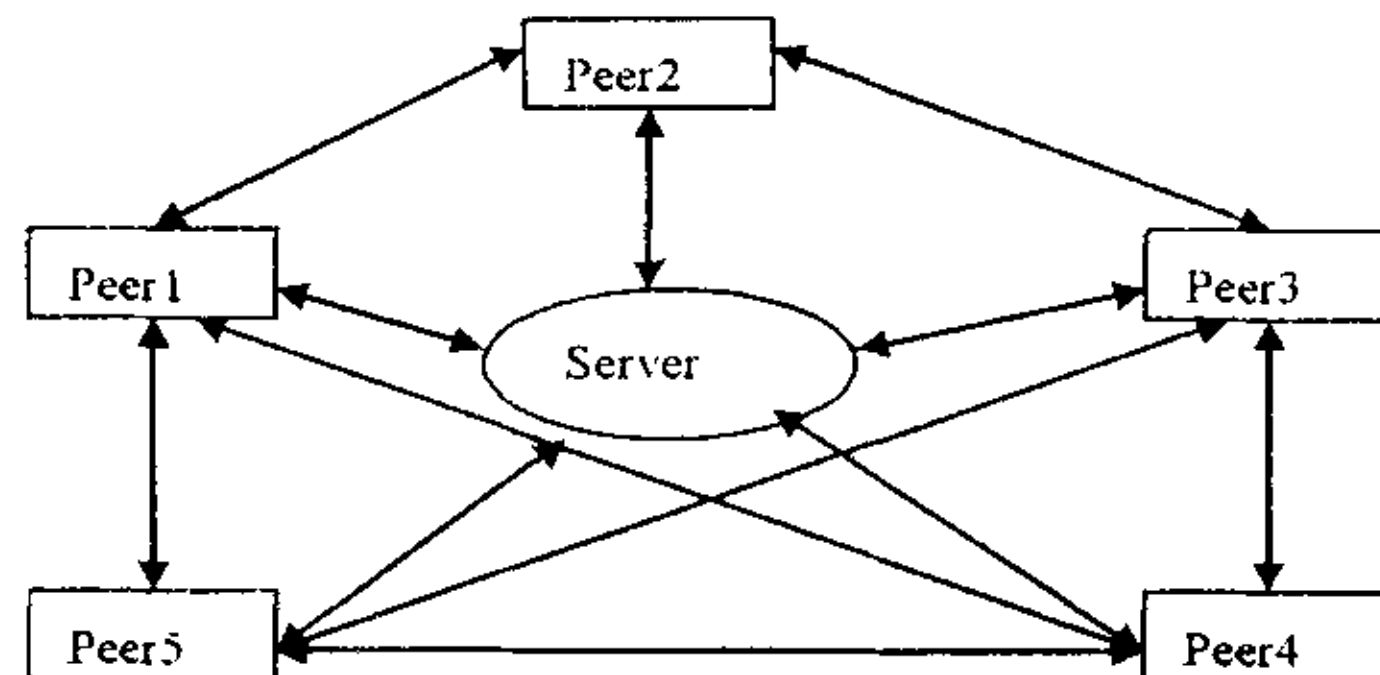


图 1 P2P 网络结构图

1 系统总体设计

1.1 视频系统的构成

系统由三部分构成:服务端系统、网络系统和客户端系统(如图 2 所示)。

1.2 系统功能与设计

1.2.1 系统功能

(1)创建频道:有权限的用户可以将自己的资源信息上传供大家欣赏。

(2)频道点播:用户登录后,可获得一份频道列表,就

收稿日期:2006-04-10

作者简介:刘宇杰(1982-),女,江西赣州人,硕士研究生,研究方向为计算机网络、网络信息安全;秦肖臻,副教授,硕士生导师,研究方向为计算机网络安全、生产过程综合自动化系统集成优化与决策;汪秉文,教授,博士生导师,研究方向为计算机网络安全、生产过程综合自动化系统集成优化与决策。

可以在其上自由选择自己喜欢的节目观看。操作简单、结构清晰。

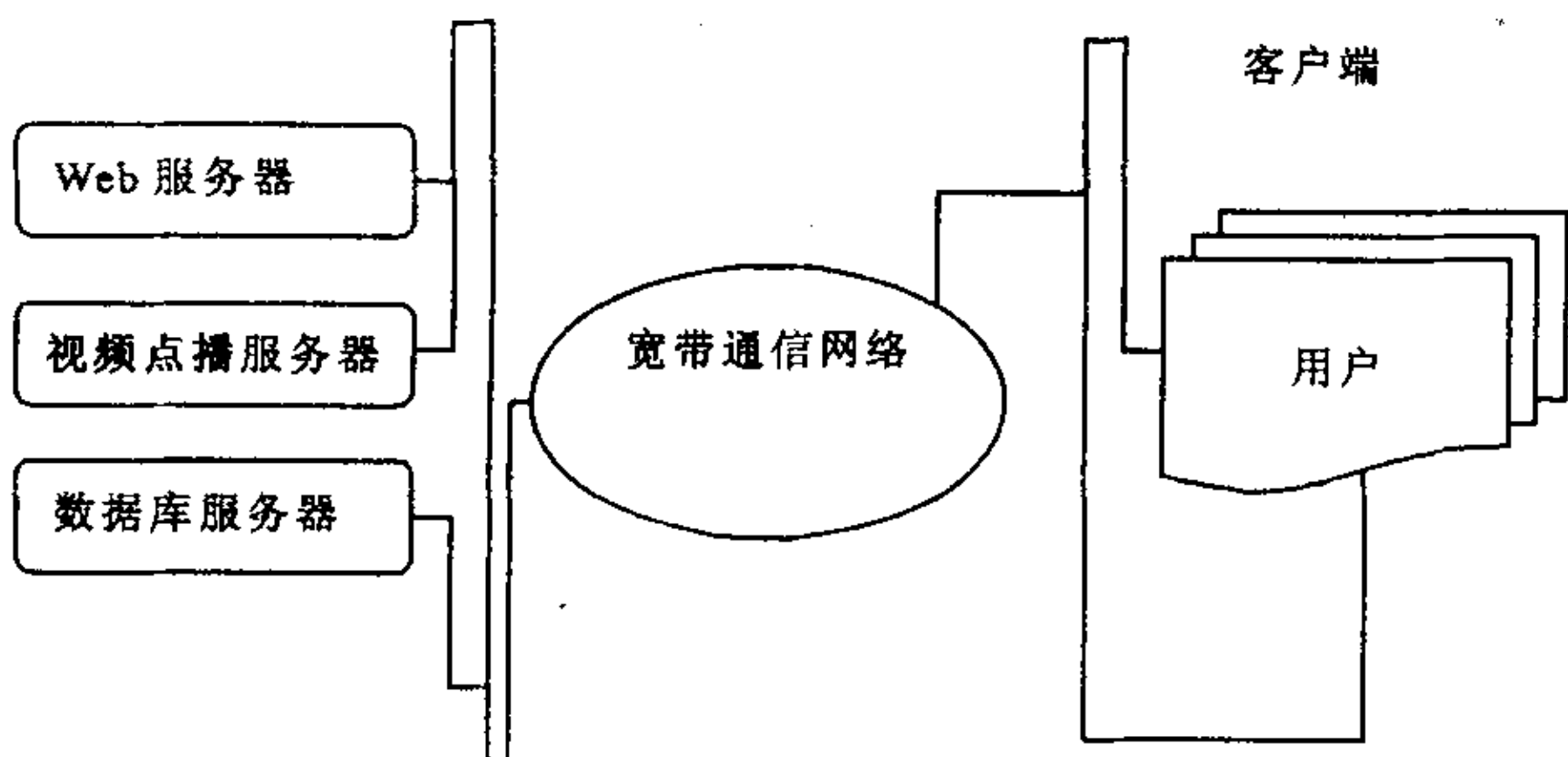


图 2 系统结构图

(3)频道切换:客户随时在下拉列表中选择自己喜欢的节目进行切换。并且提供节目介绍。

(4)数据管理:建立可靠的视频文件和视频信息库。并为管理人员提供发布、编辑、删除、修改等各种权限。

1.2.2 通讯中的关键字

客户端与服务器间的通讯包含客户端发送给服务器的关键字和服务器端反馈给客户端的关键字(见表 1 和表 2)。客户端向服务器发送的 GET 请求中,服务器在 HTTP 报文的“text/plain”中以 Dictionary 方式进行参数编码,回复客户端发送的 GET 命令。

表 1 客户端参数列表

| 客户端关键字 | 描述 |
|----------------------|--|
| Client - ID(20bytes) | 客户端身份的唯一标识 |
| IP | 客户端的真实 IP |
| Port | 客户端等待外部连接的监听端口 |
| Channel - ID | 客户端当前所选择的节目频道 |
| Channel - IDCH | 客户刚换的节目频道 |
| Event | 客户端当前状态。包括 index, start, info, stop, change, create - ch, stop - ch, info - ch |
| Buddy | 客户端当前连接的伙伴数 |
| Upload - bw | 客户端的当前平均上行带宽(kB/s) |
| Down - bw | 客户端当前平均下载速度(kB/s) |
| Channel - name | 客户端所创建的频道名称 |
| bitrate | 客户端所创建的频道的比特率 |
| sequence - num | 客户端所创建的频道的起始序列号 |

表 2 服务器端参数列表

| 服务器端关键字 | 描述 |
|----------|---|
| Index | 当前提供的节目列表。由如下六个关键字组成列表: Channel - ID, Channel - Name, Bitrate, Users, Quality(节目播放质量(%)), Time - Num(节目当前服务器时间) |
| Peers | 服务器返回给客户端的用户列表。IP, RealIP 和 Port 三个关键字 |
| Interval | 客户端向服务器返回信息的时间间隔(s) |
| Failure | 表示出错的原因 |

2 系统主要技术及实现

2.1 网络对等点发现机制

P2P 技术构建的网络是一种非中心化结构^[2,3],该机构下的各个节点既是客户机又是服务器,拥有很强的网络自主权,可以有效地解决传统 C/S 网络结构中由于频繁

访问服务器端单一资源造成的瓶颈问题,防止了因服务器端出现故障而使整个网络瘫痪的情况发生。但是恰恰是这种非中心化和强动态性决定了其难以实现对等点间的快速定位,影响了发现机制的质量。单纯的 P2P 广播式定位又容易产生“网络风暴”,导致严重的网络堵塞。

考虑到如上的种种情况,笔者在系统设计中将传统的 C/S 和 P2P 模式结合起来,综合所查阅的文献,采用了 P2P - 集中式混合的构架^[4~6]。具体结构如图 3 所示。

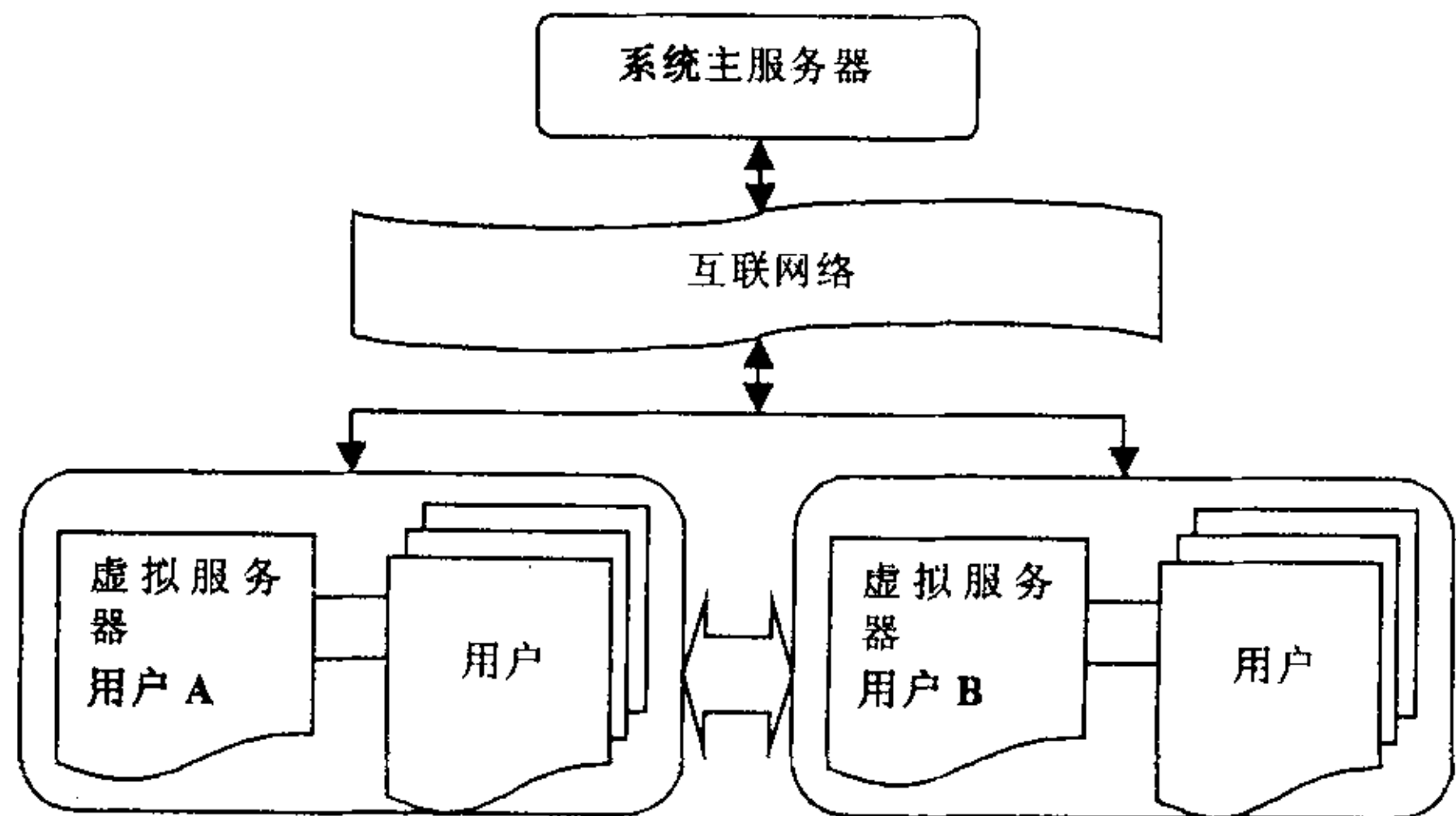


图 3 系统网络结构图

从图中可以看到,将用户分成了一个点组,添加了一个虚拟服务器的概念,它的存在是动态的,由每个点组中第一台向服务器请求数据的客户机担当。点组中其他客户机的请求都将交送到虚拟服务器上处理。如果连接服务器超时,则此虚拟服务器失效,整个流程会重启,由其他客户机来担当虚拟服务器。

点组可通过子网掩码来区分,使得协作的对等点在一个可接受的临近区域内。如果将分组看作一个庞大的单个节点的话,那么在总服务器客户机之间以及分组内部都采用目录服务的方式,为避免服务器目录信息过于庞大,在主服务器上主要包括组节点的基本信息。

基于点组的 P2P 网络模型中,每个节点在目录中的描述由三元组来表示: peer - info = { Group - info, IP, BW },其中 Group - info 表示节点所在组的信息,IP 为节点 IP, BW 表示节点所能提供的带宽。

系统中资源发现过程描述如下:

(1)用户首先向服务器提出请求,服务器返回其所属的点组地址,用户与所属点组虚拟服务器联系,由虚拟服务器为之提供服务。

(2)虚拟服务器根据用户要求,以及当时客户的分布,如果找到满足要求的资源,则返回 peers 列表,采用最短路径算法,由已有的连上的客户或者虚拟服务器直接为其提供服务。

(3)如果用户连不上虚拟服务器,并在设置时效内没有做出反应的,则此虚拟服务器失效,用户自动成为一个新的虚拟服务器,向服务器提出请求,服务器返回其所在区域的资源,并且更新信息。

(4)如果本地找不到满足要求的资源,则虚拟服务器将要求发送到相邻的虚拟服务器,在不同点组间查找,最终把查询结果返回到发出请求的用户。

2.2 C/S 间的通讯过程

在每个点组内部,虚拟服务器和总服务器之间采用传统的 C/S 模式。客户端和服务器的通讯按时间顺序分为 5 步:登陆、连接、信息反馈、退出和更换频道。

(1)登陆(event = index):客户端和服务器的首次连接即为登陆。

* 客户端信息:客户端向服务器发送本地的基本信息,同时 Event = index。此时客户端还没有开始真正的下载,其他客户端关键字均空缺。

* 服务器端反馈信息:服务器返回目前可使用的节目列表 Index。

Quality 表示当前节目的片源质量,它可以由本节目所有用户的上行带宽和所需的所有下行带宽的比值表示。例如,某节目有 M 个用户正在观看,此节目的 Bitrate 为 N ,第 i 个用户的上行速率为 N_i ,则有:

$$\text{Quality} = \frac{\sum_{i=1}^M N_i}{MN} \times 100\%$$

可见 Quality 是一个小于 1 的百分数。

由于服务器往往无法实时获取全部客户端的上传带宽,因此 Quality 只是对节目质量的一个大致估计,以方便用户选择节目。

(2)连接(event = start):客户端登陆后从服务器获取节目列表,此后即可选择自己喜欢的节目进行连接以便获取此节目对应的相关细节信息。

* 客户端信息:客户端向服务器发送本地的基本信息,Event = start,以及所选节目的 Channel-ID。Buddy, Upload-bw 和 Down-bw 依然空缺。

* 服务器端反馈信息:服务器解析到 Event = start 后,将此客户端加入 Channel-ID 对应节目的用户列表,并从已有的用户中选择一部分用户作为 peers 返回给此客户端。同时设置 Interval 信息,以设定客户端反馈本地信息给服务器的时间间隔。如果出现意外错误,如客户端提交的 Channel-ID 并不存在等,将返回 Failure 信息。客户端还将从服务器获取此节目的当前 time-num,以便以此初始化数据元。

(3)信息反馈(event = info):信息反馈发生在以下两种情况。

①客户端运行正常,按 Interval 周期性地反馈本地信息给服务器。反馈信息包括:Client-ID, IP::Port, Event = info, Channel-ID, Buddy 和 Upload-bw。

②客户端连接出现异常,请求新的 peers 列表。反馈信息同上。服务器根据其下载速度决定是否应该提供新的 peer 给此客户端。

服务器反馈信息:接受到客户端的 info 后,可根据 info 消息返回不同的信息。通常仅返回 index 信息。当客户端下载速度 Down-bw 小于 90% 的节目码率时,附加新的 peers,增加其下载速度。

(4)更换频道(event = change):客户端更换频道时向

服务器发送更换频道信息。

* 客户端信息:Client-ID, IP::Port, Event = change,需退出的节目 Channel-ID 和新选择的 Channel-IDCH。

* 服务器反馈信息:服务器收到 change 信息后,将该客户端从对应节目的用户列表中删除,再返回 Channel-IDCH 对节目的 peers 列表。

(5)退出(event = stop):在客户端关闭前,需要退出当前节目。

* 客户端信息:Client-ID, IP::Port, Event = stop, 以及所选节目的 Channel-ID。

* 服务器反馈信息:服务器收到 stop 信息后,将该客户端从对应节目的用户列表中删除,对客户端仅返回 ok 信息表示已收到此信息。

●创建频道(event = create..ch)

* 客户端信息:Client-ID, IP::Port, Event = create..ch,以及此频道的名称 channel-name,简介 channel-info,比特率 bitrate 和当前序列号 sequence-num。

* 服务器反馈信息:如果频道创建成功,会返回一个新的频道 id, channel-id, 以及频道信息的更新时间 interval, 否则返回失败原因 failure-reason。

●更新频道信息(event = info..ch):在规定的 interval 时间到达后,客户端需要向服务器返回其最新信息,如果服务器在一定的时间内未收到此信息,可认为此频道已关闭,并将该频道从频道队列中删除。

●关闭频道(event = stop..ch):当客户端退出或需要关闭此频道时需要向服务器提交此信息。

3 结束语

文中将 P2P 技术与流媒体技术相结合,充分利用 P2P 技术具有多客户机资源的优势,克服其具有不稳定性的不足,提出了一个基于 P2P 的视频点播系统的具体设计和实现方案,并对系统采用的相关技术方法做了详细的讨论,适合在宽带区域如校园网内实现流媒体的数据共享。系统在数据库方面的设计尚待完善,拟采用目前很普遍的数字图书馆技术,这一步将在今后的工作中不断完善。

目前,视频点播的作用日益体现,广泛应用于娱乐和教学、办公上,存在广阔的发展前景。

参考文献:

- [1] 吴玲达,老松杨,魏迎梅.多媒体技术[M].北京:电子工业出版社,2003.
- [2] Hauswirth M, Schmidt R. An overlay network for resource discovery in Grids[C]// In: Proceedings of the 2003 International Conference on Cyberworks. Washington: IEEE Computer Society, 2004:318-325.
- [3] Mastroianni C, Talia D, Verta O. A P2P Approach for Membership Management and Resource Discovery in Grids[J].

(下转第 198 页)

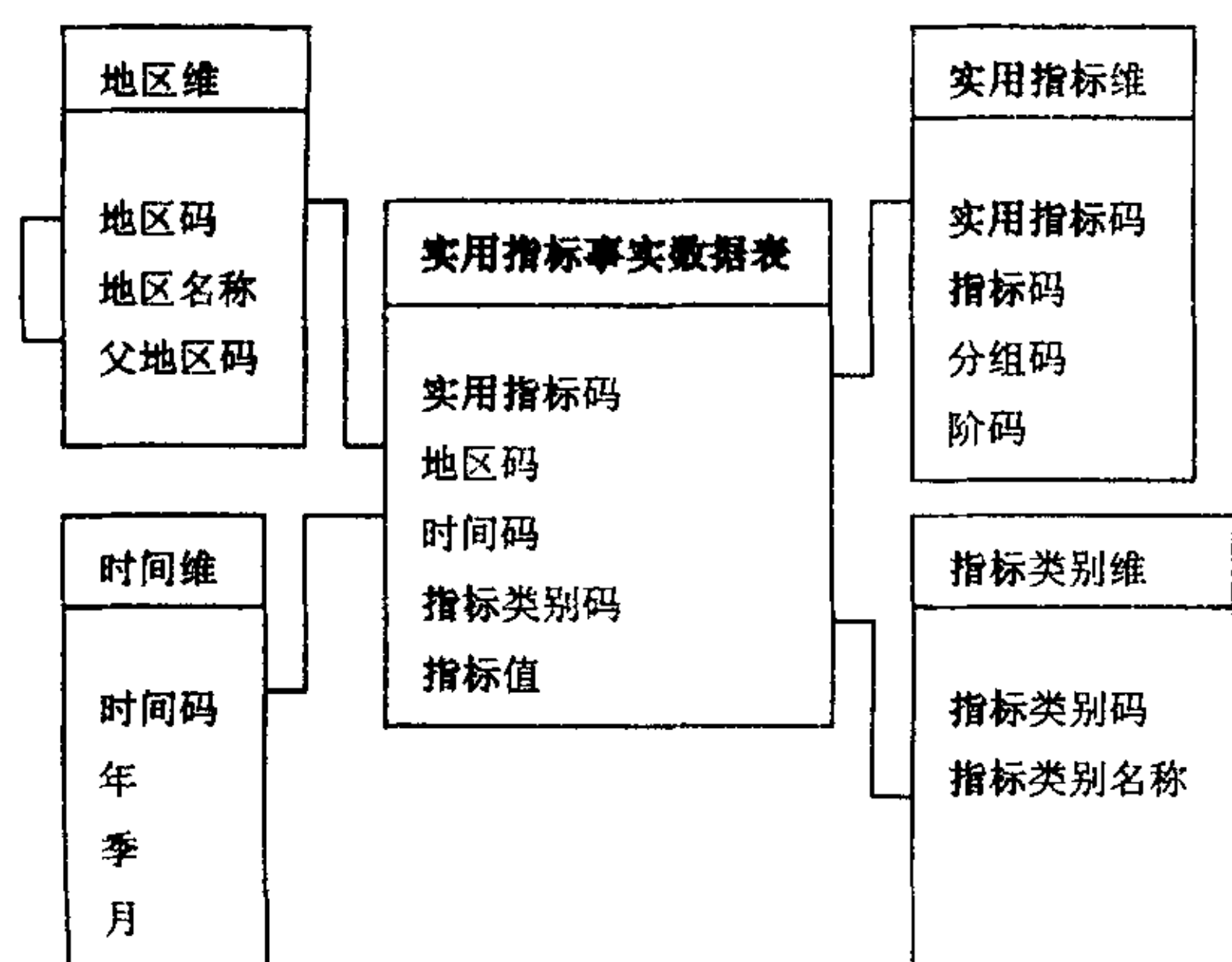


图 2 指标体系多维数据集

2.3 阶码转换

由于实用指标的阶码可能与汇总报表中的阶码不一致,所以向多维数据集添加数据记录的指标值时,程序逻辑要根据实用指标的阶码对用户输入的指标值进行转换,公式为:

令: $M = \text{实用指标阶码}$

存储到事实数据表的指标值 = 用户输入的指标值 $\times 10^M$

从多维数据集中查询的指标值在向用户展示时同样也要进行阶码转换,公式为:

展示给用户的指标值 = 存储到事实数据表的指标值 $\times 10^{-N}$ $N = \text{用户指定的阶码}$

3 基于指标体系的应用

使用指标体系的系统的工作流程一般为:客户端利用报表设计工具设计收集指标数据的报表,报表的格式通常有行业标准;将报表通过 Web 服务器发布;地区维的叶结点、非叶结点在规定报告期内填报数据,从而完成数据收集;在一个规定报告期结束后,对数据进行汇总,按规定出汇总报表;对系统历史数据进行查询、分析、比较、预测,为决策提供依据。指标体系为整个应用过程构建了数据存储层,更为重要的是对于系统开发而言,指标体系可以设计为通用组件进行维护。由于指标系统具有针对不同的应用领域生成不同实用指标的能力,所有可以大大减少系统开发、维护工作量,从而降低开发成本。

基于数据仓库的指标多维数据集允许对数据进行切片和切块,可以很容易地得到某个地区、某个时间段、某个指标类别的某个指标的汇总和明细信息。利用 MDX(多维表达式)来查询指标体系多维数据集时,地区、时间、指标类别维度一般作为切片器维度,而实用指标维度一般作

为轴维度。由 MDX 查询返回的数据元组集合可以和基于 Web 的多维数据集浏览控件绑定,从而使得用户可以根据维度进行查询条件筛选,可以深化以看到数据的细节,还可以浅化以看到汇总数据。通过 MDX 查询返回的二维数据集向用户展示直观的指标数据关系,并为制作汇总指标报表及直方图提供数据源。由于多维数据集在存储时使用聚合预先计算汇总指标数据,所以可以极大地提高汇总指标查询的效率和缩短响应时间,这对于系统应用来说是非常重要的。利用钻取功能,又可以反向获得构成汇总指标的底层实用指标记录,从而得到汇总指标的详细成分。

构建基于数据仓库的指标体系的意义不仅在于查询汇总指标,更重要的是在海量历史指标数据的基础上进行指标分析和趋势预测^[5]。关联分析可以得到指标值之间的隐藏关联网;预测可以在历史指标数据中找出变化规律,建立模型,并由此模型对所关心的指标未来特征进行预测;偏差分析可以发现指标存在的异常情况并利用偏差检验寻找观察结果与参照之间的差别。利用数据挖掘技术发现指标间的关联性和发展趋势,为应用指标体系的业务系统提供了更好的决策支持和分析能力。

4 结束语

指标体系的存储、管理、共享在政府决策支持、商业智能、经济发展分析与预测等各方面将发挥越来越重要的作用,基于以上领域的计算机应用系统都无一例外以大量的统计指标作为数据基础。通过近几年的实践总结出的基于数据仓库的指标体系在指标的底层存储、指标体系多维数据集的构建、基于指标体系的应用等方面做了一些有益的探索。

参考文献:

- [1] 张志军,夏传良. 基于数据仓库的企业管理决策支持系统[J]. 计算机应用与软件,2005,22(6):65-66.
- [2] Inmon W H. Building the Data Warehouse[M]. 2nd Edition. New York: John Wiley & Sons Inc,1996.
- [3] 冉春玉,谷川. 税务决策支持系统数据仓库的设计[J]. 计算机应用,2005,25:158-159.
- [4] Srivastava J, Chen P. Warehouse Creation: A Potential Roadblock to Data Warehousing[J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering,1999,11(1):118-126.
- [5] Kantardzic M. Data Mining: Methods, Tools and Techniques[M]. [s.l.]: IEEE Press and John Wiley,2002.

(上接第 195 页)

IEEE Transactions on Knowledge And Data Engineering, 2003,15(4):840-854.

- [4] 贾瑞新,刘永军,赵晓颖. P2P 网络模型下发现机制的研究和实现[J]. 北京工业大学学报,2005,10(5):35-37.

- [5] 陈瑛. 一种分布式流媒体系统的应用初探[J]. 大众科技, 2006,15(6):97-98.

- [6] 李纲,岑雄鹰,陈叶芳. 一种基于 P2P 点组技术的流媒体协作计算[J]. 计算机应用与软件,2006,18(2):38-44.