

基于 P2P 流媒体分发技术的直播系统

赵正德, 杨立朝, 刘宜宁

(上海大学计算机工程与科学学院, 上海 200072)

摘要: 针对流媒体直播系统流量对冲的问题, 设计基于 P2P 流媒体分发技术的直播系统。该系统在现有内容分发网的基础上, 将边缘服务器作为流媒体分发中心, 采用用户身份验证和直接交互。实例证明该系统的播放启动延时小、流量均衡。

关键词: 流媒体; 分发; 直播

Live System Based on P2P Streaming Media Distribution Technology

ZHAO Zheng-de, YANG Li-chao, LIU Yi-ning

(School of Computer Engineering and Science, Shanghai University, Shanghai 200072)

【Abstract】 Aiming at the flux hedging of currently popular stream media live systems, this paper designs a live system based on P2P streaming media distribution technology. The system takes the edge server as streaming media distribution center, and uses the user identification authentication and direct cooperation based on the content delivery network. Instance illustrates that the play startup delay is less and the flux is in a more balanced state in this structure.

【Key words】 streaming media; distribution; live

1 概述

随着骨干网和接入带宽的增加, 个人客户端计算机处理能力的增强, 将 P2P 技术与流媒体技术相结合已成为流媒体分发系统研究的热点^[1]。文献[2]提出第 1 个可用的 P2P 多播原型式 SM 后, 大量 P2P 多播系统和原型不断被提出^[3]。

本文给出一种 P2P 流媒体分发系统架构, 利用现有内容分发网(Content Delivery Network, CDN), 将用户侧的边缘服务器(Edge Server, ES)作为超级种子提供者, 与用户客户端共同实现对流媒体分发、流媒体存储和流媒体内容等的有效管理。它可以提高单播业务的服务质量, 并能增加大量新功能。由于它利用超级节点保障和管理资源, 因此即使通过瘦客户端(如机顶盒)也能实现强大的功能。

为了避免骨干网上的流量对冲, 通过混合式分布架构, 将 P2P 的流量严格限制在同一边缘节点区域内, 增强了可管理性和服务的高可靠性。

2 P2P 流媒体分发系统架构

P2P 流媒体分发系统的成员关系如图 1 所示。

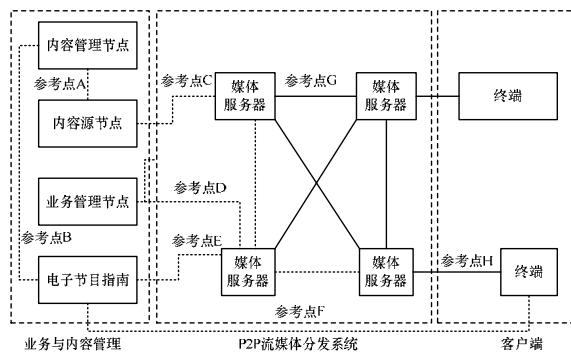


图 1 P2P 流媒体分发系统的成员关系

成员的功能定义:

(1)内容源节点: 内容制作, 内容存储和内容加密, 并传送到媒体服务器。

(2)内容管理节点: 管理内容元信息, 内容流参数和内容资费信息, 并传送给电子节目指南(Electronic Program Guide, EPG)。

(3)业务管理节点: 业务定制和搜集计费信息。

(4)EPG: 从内容管理节点获取内容信息, 并且展示内容信息。

(5)媒体服务器: 通过媒体服务器间交互实现媒体存储、分发、调度和流服务功能。

(6)客户端: 从 EPG 选定目标媒体, 并向媒体服务器请求媒体服务。

参考点定义:

(1)参考点 A: 内容管理节点和内容源节点间的接口。内容管理节点向内容源节点下发内容发布计划, 同时对节目内容进行审核和数字版权管理。

(2)参考点 B: EPG 和内容管理节点间的接口。内容管理节点向 EPG 发布节目信息。

(3)参考点 C: 内容源节点和媒体服务器间的接口。包括通知媒体交付系统接受媒体并返回接受结果的控制接口和媒体由内容源节点传送到媒体服务器的媒体接口。

(4)参考点 D: 业务管理节点和媒体服务器间的接口。业务管理节点向媒体服务器下发流分发控制策略、配置管理等信息, 同时媒体服务器向业务管理节点提供服务状态、计费

基金项目: 上海市电信技术研究院基金资助项目(07-029-YD05)

作者简介: 赵正德(1956 -), 男, 硕士、副教授, 主研方向: 计算机支持的协同工作, 网络流媒体; 杨立朝, 硕士研究生; 刘宜宁, 硕士

收稿日期: 2009-05-08 **E-mail:** zhdzhao@163.com

等信息。

(5)参考点 E: 媒体服务器和 EPG 间的接口。

(6)参考点 F: 客户端和 EPG 间的接口。客户端通过 EPG 选中特定媒体, 并获得该媒体的标识符及 URL。

(7)参考点 G: 媒体服务器间的接口。媒体交付系统体现对等特性, 媒体服务器可以从其他媒体服务器查询请求媒体内容, 同时也可以向其他媒体服务器分发媒体内容。

(8)参考点 H: 客户端和媒体服务器间的接口。客户端向媒体服务器发出流媒体服务请求, 媒体服务器响应并向客户端传送媒体流。

根据图 1 中成员功能和参考点定义, 图 2 给出 P2P 流媒体分发系统架构。

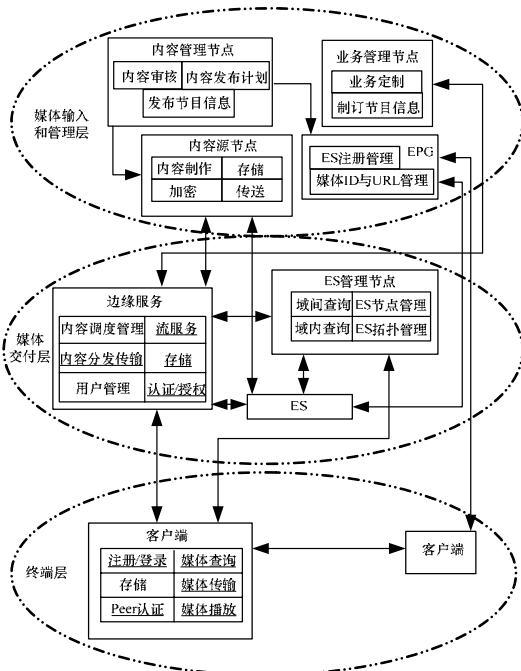


图 2 P2P 流媒体分发系统架构

图 2 详细描述了各节点提供的服务和功能。内容管理节点负责内容发布和管理, 管理员对提交的内容进行审核, 通过后制定内容发布计划, 并按缓存策略将内容合理发布到每个边缘服务器上, 同时制定节目信息, 及时撤出过期业务, 保证 EPG 上是最新内容。

边缘服务器是整个流媒体分发的核心, 在系统中直接与客户端交互, 负责审核用户身份和提供流服务, 这是区别于不可管理的 P2P 流媒体网络的最大特点。边缘服务器上的内容随着业务开展而更新, 包括内容源节点的推送以及客户端数据请求在本地缓存。客户端与用户直接交互, 在完成媒体数据传输的同时, 在本地进行下载数据的播放, 这需要足够的带宽和解码能力。

3 基于 P2P 流媒体的内容分发过程

P2P 流媒体内容分发过程: 首先由 CDN 中央服务器 (Central Server, CS) 根据分发策略把内容分发到各个 ES 域。分发策略保证了域内各个 ES 存储的平衡, 并且保留一定的冗余数据, 避免当单个 ES 崩溃后服务中断, 使服务能转交给域内其他的 ES 节点。ES 域内的 ES 选择由 ES 管理节点完成, ES 管理节点维护 ES 节点的状态信息(包括节点基本信息、节点存储内容、节点运算能力和节点可用带宽), 根据此类信息 ES 管理节点选择合适的 ES, 然后向其分发内容, ES 再通

过推或拉的形式向下层客户端网络分发内容。P2P 流媒体内容分发过程如图 3 所示。

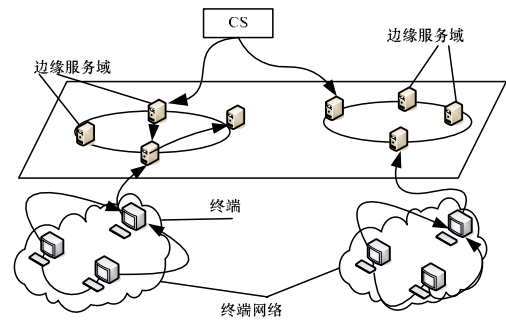


图 3 P2P 流媒体内容分发过程

4 基于 P2P 流媒体分发技术的直播系统设计

流媒体直播提供用户以 P2P 方式多点下载流媒体, 实现实时播放的功能, 它不仅要完成业务上必须的功能需求, 并且在设计时要考虑客户端能力等非功能需求。P2P 流媒体分发体系还不够成熟, P2P 流媒体传输模型^[4-5]是目前相对最成熟的, 根据流媒体直播业务的需求, 本文分析并设计了基于 P2P 流媒体分发系统的直播系统。其功能对应于流媒体分发系统架构图 2 中下划线标识的模块。

管理服务器的功能有: (1)消息处理: 使用 XML 作为消息语言, 分析消息内容后调用其他子模块完成消息请求。(2)媒体查询: 查询节点请求媒体在源服务器上的服务, 将节点定位到对等组。(3)组信息管理: 为媒体查询查找数据库, 返回组信息, 管理节点。(4)用户授权管理: 对 Peer 的身份进行验证。

源服务器的功能是通过广播的形式将流数据分发到对等组内的每一个节点上。

用户节点客户端的功能是消息管理、数据传输、缓冲区和媒体播放 4 个部分。

从实现功能的角度, 管理服务器对普通节点的信息以及各频道组信息进行管理, 流服务器是存储此类媒体资源并提供流服务的服务器, 客户端 Peer 接入系统的流程如图 4 所示。

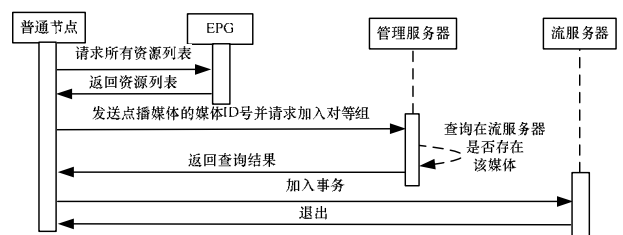


图 4 客户端 Peer 接入系统的流程

新接入的普通节点的用户向 EPG 请求节目源的列表, 经 EPG 审核返回后, 筛选出感兴趣的媒体并向管理服务器发出请求。管理服务器验证通过后, 确定此媒体已经由源服务器在对等组内部署, 并将信息返回给该节点。之后, 节点向对等组发出加入请求, 获得数据来源, 此节点可随时退出对等组。

直播数据通过流媒体编码器编码后送入源服务器, 由源服务器完成初始的数据分发任务。P2P 流媒体直播实际上是某数据从某点扩散到网络上所有节点的过程。流媒体数据在扩散过程中, 能够收到源服务器组播数据的节点为强节点, 强节点在满足自身服务的同时, 也为弱节点转发数据。强节点与弱节点是多对多的服务, 强节点可以为多个弱节点服务,

弱节点也可以要求多个强节点服务。

5 实例分析

为了测试 P2P 网络对流媒体直播服务的支持能力以及 P2P 流媒体直播系统能否在业务功能上满足用户需求,以直播业务为实例,实现一个基于 P2P 流媒体直播系统的原型,并分析其性能。

测试系统包括一台直播服务器,千兆交换机和若干用户计算机。使用 Java 作为系统的开发语言,软件开发环境是 JDK 1.5。启动程序 Peer 通过验证后自动加入默认对等组 NetPeerGroup,在主界面中用户可以获取频道播放相应媒体节目和查看节点当前的信息。运行结果展示了系统实现功能,包括对等组加入、EPG 获取、Peer 状态查询、媒体数据传输和播放,达到了直播业务的功能需求。

对性能的测试集中在 2 个方面:启动延迟和对流量的监测。播放启动延迟数据如表 1 所示。

系统名称	加入节点									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
原型	10	12	9	12	10	11	13	12	9	10
传统	10	11	10	12	10	11	15	11	12	13
PPLive	25	23	20	30	28	28	24	26	21	33

结果表明,原型的节点启动延迟与传统方式类似,较 PPLive 的启动延迟小,原型的启动延迟在用户可以接受的范围内。节点流量数据结果如图 5 所示。

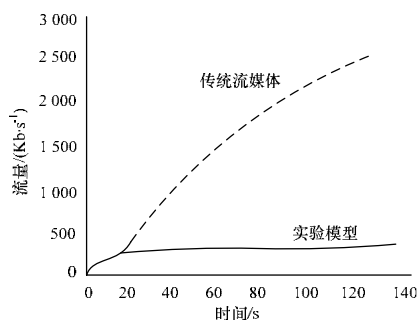


图 5 节点流量数据结果

由图 5 可知,传统的流媒体数据流量与接入节点数呈正

比,而原型的流媒体分发数据在节点达到一定数量后服务器流量几乎不变。实验结果表明,本文研究的结构是可行的,达到直播业务的功能要求。

6 结束语

本文在分析了流媒体直播业务功能和 P2P 流媒体传输模型后,提出基于 P2P 流媒体分发技术的直播系统,并详细描述了各模块功能及工作流程。边缘服务器是整个流媒体分发的核心,在系统中是直接与客户端交互的成员,它区别于传统不可管理 P2P 流媒体最大的特点是:它在提供流服务之前要对用户身份进行审核。

通过实例测试,该系统在播放启动延时、流量管理方面具有明显优势,它可以作为基于 P2P 流媒体直播系统的参考模型。

参考文献

- [1] Bawa M, Deshpande H, Garcia-Molina H. Transience of Peers & Streaming Media[J]. ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 2003, 33(1): 107-112.
- [2] Chu Y, Rao S G, Seshan S, et al. A Case for End System Multicast[J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communication, 2002, 20(8): 1456-1471.
- [3] Padmanabhan V N, Wang H J, Chou P A, et al. Distributing Streamingmedia Content Using Cooperative Networking[C]//Proc. of the 12th International Workshop on Network and Operating Systems Support for Digital Audio and Video. Miami, Florida, USA: ACM Press, 2002: 177-186.
- [4] Hefeeda M, Habib A, Botev B, et al. PROMISE: A Peer-to-Peer Media Streaming Using Collect Cast[R]. West Lafayette, USA: Purdue University, Tech. Rep.: CS-TR03-016, 2003.
- [5] Zhang Xinyan, Liu Jiangchuan, Li Bo, et al. CoolStreaming/DONet: A Data-driven Overlay Network for Peer-to-Peer Live Media Streaming[C]//Proc. of the 24th Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Miami, Florida, USA: IEEE INFOCOM'05, 2005: 2102-2111.

编辑 陆燕菲

(上接第 258 页)

(2)效果调节方便,采用积分方法对波数谱采样求取单元波振幅,调节风速、采样数不会造成波高的突变;(3)参数设置简单,只须设置风速、风向和波形控制因子,便可模拟不同海况、方向和陡峭程度的海浪。

下一步的研究工作包括尖端海水光学效应仿真及多波谱采样消除平铺带来的视觉重复感,进一步提高模拟的逼真度,并在此基础上开展非线性波浪的模拟。

参考文献

- [1] 刘 洁. 基于海浪谱的海浪模拟算法研究与系统实现[D]. 长沙: 湖南大学, 2005.

- [2] 杨怀平, 孙家广. 基于海浪谱的波浪模拟[J]. 系统仿真学报, 2002, 4(9): 1175-1178.
- [3] Tessendorf J. Simulating Ocean Water[C]//Proc. of SIGGRAPH'99. Los Angeles, USA: ACM Press, 1999.
- [4] Frechot J. Realistic Simulation of Ocean Surface Using Wave Spectra[Z]. (2006-11-07). <http://www.labri.fr/publications/is/2006/Fre06/>
- [5] Pierson W J, Moskowitz L. A Proposed Spectral form for Fully Developed Wind Seas[J]. Journal of Geophysical Research, 1964, (69): 5181-5203.

编辑 陆燕菲