

# P2P 和 CDN 中 MDC 流媒体的性能对比

姚源<sup>1</sup>, 褚伟<sup>2</sup>

- (1. 合肥工业大学 计算机与信息学院, 安徽 合肥 230009;  
2. 合肥工业大学 计算机网络系统研究所, 安徽 合肥 230009)

**摘要:**文中检测并对比了基于多重描述编码(MDC)的流媒体在对等网(P2P)和内容分发网络(CDN)中的性能。多个服务器同时为一个客户请求提供相同的描述,这样提高了网络传输的可靠性,并增加了服务器的数据传输率。用ns-2网络模拟器实现了这两种方法,实验结果表明:虽然P2P网络存在高度不稳定的情况,但是基于P2P的MDC流视频的质量明显比CDN上的好。

**关键词:**视频流媒体;MDC;P2P;CDN

**中图分类号:**TP393

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2007)09-0178-03

## Performance Comparison of MDC Streaming in P2P and CDN

YAO Yuan<sup>1</sup>, CHU Wei<sup>2</sup>

- (1. School of Computer & Information, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China;  
2. Institute of Computer Network Systems, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

**Abstract:** Examine and compare the performance of media streaming based on multiple description coding (MDC) in peer-to-peer (P2P) and content delivery network (CDN). In both approaches multiple servers simultaneously serve one requesting client with complementary descriptions. This approach improves reliability and decreases the data rate a server has to provide. Implemented both approaches in the ns-2 network simulator. The experimental results indicate that the video quality of MDC-based streaming in P2P network can be significantly better than in CDN, despite the high degree of unreliability of the P2P network.

**Key words:** video streaming; MDC; P2P; CDN

## 1 介绍

最近几年随着宽带技术的发展,带宽已经不再是网络信息交流的瓶颈,网络视频流媒体也日益流行。流媒体系统不同于文件分享系统,后者必须在完全下载后才能使用,而在流式传输中,用户只需经过几秒或数十秒的启动延时即可观看视频文件。当媒体在客户机上播放时,文件的剩余部分将在后台从服务器内继续下载。视频流媒体的应用很容易受到包延迟和包丢失影响。一个包在预定的回放时间后到达是无用的,被认为丢失。在解码过程中,一个丢失或错误的帧会使后续帧的解码因时空错误传播而受损,导致崩溃的效果。因此,解码常常因为丢失而完全停止直到下一个1帧到达。在网络视频流媒体中,传输质量的变化

(吞吐量、延迟等)通过接收者的缓冲区来消除。缓冲区的大小由用户感觉的应用的初始延迟决定。

目前的视频流媒体系统大多数都基于CDN的客户机/服务器模型,这导致了一些问题。主要包括:

(1)突发访问<sup>[1]</sup>:即使是最大的流服务器也不能同时为几百个会话提供服务。基于P2P的流媒体方案可以有效减少突发访问的影响;

(2)单点故障:就像所有C/S模型一样,服务器是单点故障;

(3)带宽成本:这是内容提供者关注的问题。在P2P网络中,这些成本被每个参与者分担;

(4)很难在CDN中选择最佳服务器。在P2P网络中,当内容在网络边缘有效时,靠近请求点的节点可以提供内容。

P2P网络有CDN不具备的特性。虽然一个流中断的可能性比较高,但是流媒体在P2P网络中的性能更好,这是因为P2P网络下大量主机的参与,视频流的复制率明显高于CDN下的。例如Gnutella,平均每

收稿日期:2006-12-11

基金项目:教育部博士点基金资助项目(20040359010)

作者简介:姚源(1980-),男,江苏苏州人,硕士研究生,研究方向为计算机网络技术;导师:杨善林,教授,研究方向为计算机信息管理系统。

个对等点共享 500 个文件并且多个对等点提供相同的内容<sup>[2]</sup>。

多重描述编码是一种资源编码技术,编码器对同一信号源生成两个(或多个)码流(称为描述),描述通过不同的网络路径发送到同一个目的地址。至少一个描述被接收后,接收端可以解码出有效的信号,解码信号的质量与接收的描述数量成正比。MDC 非常适合于没有包优先级的丢包网络。当包路径不同时,使用 MDC 可以明显提高实时视频应用的健壮性<sup>[3,4]</sup>。

同理,一个 MDC 编码视频同时在多个不同地点的对等点间流动。图 1 显示了 P2P 网络的流环境下使用 MDC<sup>[5]</sup>。对等点 P1 想接收视频文件 D, 对等点 P3、P5、P6 拥有 D。视频使用两个描述 D1 和 D2 来编码。根据跳数选择对等点 P3 和 P6, 则它们可以同时提供视频文件 D, 每个都提供一个独立的描述。即使其中一个描述受到丢包或延迟长的影响, 由于描述是独立译码的, 接收者仍然可以解码并且播放文件 D, 只是存在质量降级的现象。如此例所示, 基于 MDC 的流媒体非常适合连接质量和有效性变化明显的情况。文中研究 P2P 网络中基于 MDC 的视频流媒体的性能, 并进一步对比了它在传统 CDN 中的情况。

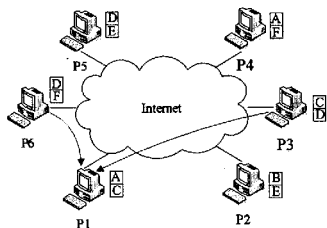


图1 P2P网络中基于MDC的视频流媒体传输情况

## 2 仿真模型

在 P2P 网络中, 对等点和内容的有效性是关键问题。P2P 网络中对等点的有效性难以预测, 主要看主机是否运行。在实验中, 模型的对等点的有效性分为状态开和关。当一个流请求到达时, 一个提供服务的对等点被假定是开状态, 一旦转换到关状态, 这个对等点对于当前会话就是不可用的。Gnutella 网络的平均会话时间大约是 60 分钟, 实验中选择转换概率为: 一个对等点的平均服务时间为 30 分钟。

在 CDN 中, 服务器的位置决定了用户获得文件的质量。在网络上随机放置服务器, 测量每个用户到服务器的平均往返时间。我们实验了 10 次, 选择往返时间最小的。对于 CDN, 根据往返时间, 为每个客户请

求选择了最靠近它的两个服务器。对于 P2P, 选择最靠近请求点的两个对等点提供内容。

另一个性能参数是 MDC 流在多个服务器上的最佳分布。文中假设所有的 CDN 服务器都拥有两个描述。这样按照前面的方法, 只选择最靠近请求者的两个服务器, 简化了服务器选择问题。

对于 P2P, 随机选择对等点来共享特定的媒体文件来模拟对等点间的内容分布。对等点拥有该文件的比例在 0.5% ~ 100% 之间变化。为了模拟网络负载的不同程度, 在随机选取的节点之间创建 TCP 连接。

## 3 仿真结果

我们用网络模拟器 ns-2 中实现了 P2P 和 CDN 两种方式。图 2 显示了利用 GT-ITM 拓扑结构生成工具生成的一个任意的类似因特网的拓扑结构。该拓扑结构类似于因特网, 有 3 层。最高层(自治层 AS)扮演 ISP。接下来, 对于自治层的每个节点, 生成一个路由层拓扑。按照自治层拓扑结构的连通性, 使用一个边缘连接机制来互连路由层拓扑。然后增加下一层来对应终端用户层。生成一个 100 个终端节点的拓扑结构, 每个节点对应 10 个对等点。因此总共模拟了 1000 个对等点。终端用户网络的访问速度是 2M 比特/秒。路由层的节点以 20M 比特/秒连接。连接到同一路由器的对等点之间不允许互相服务。模拟实验以一个 120 分钟的数据率为 100k 比特/秒的视频文件为例。由于对等点的数据率通常是不对称的(下载流数据率远大于上传流数据率), 假设一个服务对等点每次只能为一个客户提供 50k 比特/秒数据率的服务。因此, 一个接收对等点从两个发送对等点以平均 100k 比特/秒的数据率接收两个描述。每个包包含 1000 字节。在基于 CDN 和 P2P 的系统中, 每 30 秒随机从某个节点发送一个新的请求。总模拟时间是 10 小时, 相应应有 1200 个流请求。

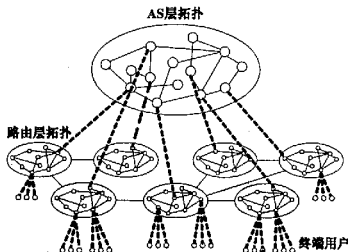


图2 模拟的拓扑结构图

在 P2P 网络, 文件来自两个提供互补性描述的最

靠近的有效对等节点,在 CDN 中,这两个描述由两个最靠近的 CDN 服务器提供服务。假设一个对等点每次只能为一个请求服务,而一个 CDN 服务器可最多同时为 200 个流服务,且数据率最高为 10M 比特/秒。

图 3 显示了模拟结果,依次对比了 CDN 和 P2P 网络的性能参数如平均响应时间、丢包率和不可解码视频帧的比率。为了计数不可解码帧,假设描述包括每秒一个 I 帧,并且因为 P 帧的包丢失,所有后续帧直到接收到下一个 I 帧才可解码。由于 MDC 编码,接收者仍然可以降低的帧数据率播放视频,除非两个描述同时错误。如图 4 所示,描述 S1 包含一个包丢失,但是 S2 被无误差地接收,接收者可以以原来一半的帧数据率播放视频,直到接收到 S1 发送的下一个 I 帧。

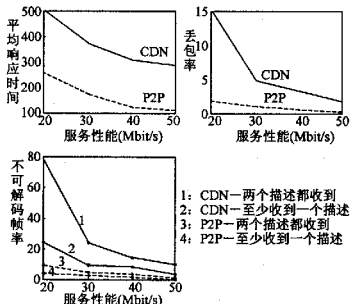


图 3 P2P 和 CDN 网络下 MDC 流媒体的性能

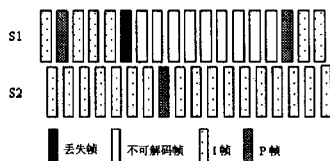


图 4 丢包对 MDC 视频流媒体的影响

在平均响应时间上,从图 3 第 1 行可以看到 P2P 网络中内容复制的流媒体初始延迟明显比 CDN 中的低。如果 60% 以上的对等点共享视频,基于 P2P 的流媒体初始延迟比一个有 10 个服务器的 CDN 更低。

为了公平对比 CDN 和 P2P 方式,把每个网络的服务能力作为基础。服务能力是所有 CDN 服务器(对于 CDN)或者对等点(对于 P2P)合计有效的服务数据率。因此 20M 比特/秒的服务能力可以由 400 个对等点(在模拟中 40% 的内容有效)或者 2 个 CDN 服务器提供,从图 3 第 1 行可以清楚地看到,P2P 方式的初始延迟总是比 CDN 方式的小。原因就是根据连接数,服务对等点明显比 CDN 服务器更靠近请求点。在 P2P 网

络中,网络边缘的内容被请求时,它将被自动定位。在 CDN 中,需要大量的服务器才能把内容定位得更接近用户。这样的代价很高,但在 P2P 网络中这种情况是不会发生的。

在 CDN 中,内容必须在网络核心里检索,但是它 P2P 网络的边缘也是有效的,如图 3 第 2 行的丢包图所示。P2P 网络下丢包的比例明显低于 CDN。由于丢包直接影响不可解码帧的数量,P2P 下不可解码帧的比例明显小于一个具有相同服务能力的 CDN(图 3 第 3 行)。

由于初始延迟(平均响应时间)和不可解码帧率是用户感觉质量的两个主要标准,可以说基于 P2P 的媒体分发完全胜过基于 CDN 的方法。甚至在低的内容有效性(0.5%)的情况下,相对于假设有效性 100% 的两个服务器的 CDN,P2P 也拥有更低的剩余丢失率、更低的响应时间和更少的不可解码帧。

## 4 结论

本研究对比了基于 MDC 的视频流媒体在 CDN 和 P2P 网络下的情况。在性能分析中展示了基于 P2P 方式比 CDN 方式在性能上好很多。在 P2P 网络下,视频可以有更小的延迟、明显更小的丢包丢失率(2%,而在 CDN 中是 15%)、明显更少的不可解码帧(10%,而在 CDN 中是 80%)。为保证可对比性,模拟了所有具有相同服务能力的情况。除了这些优势,经过 P2P 网络的流也不需要网络中附加的服务器。P2P 网络的良好性能主要在于内容可以被每个节点在本地就近访问,并且有更高的复制率。

## 参考文献:

- [1] Stading T, Maniatis P, Baker M. Peer-to-Peer Caching Schemes to Address Flash Crowds[C]//IPTPS'02. Berkeley, CA: [s.n.], 2002: 203-213.
- [2] Chu J, Labonte K, Levine B N. Availability and locality measurements of peer-to-peer file systems[C]//SPIE ITCorn: Scalability and Traffic Control in IP Networks. Boston: [s.n.], 2002.
- [3] Goyal V K. Multiple Description Coding: Compression Meets the Network[J]. IEEE Signal Processing Magazine, 2001, 18 (5): 74-94.
- [4] Apostolopoulos J G. Reliable video communication over lossy packet networks using multiple state encoding and path diversity[C]//VCIP'01. San Jose: [s.n.], 2001: 392-409.
- [5] Padmanabhan, Wang H, Chou P, et al. Distributing streaming media content using cooperative networking[J]. NOSSDAV'02. Miami Beach, FL, USA: [s.n.], 2002.