

基于 HLS 协议的流媒体直播系统的研究和改进

罗淑贞¹, 耿恒山¹, 徐祥男¹, 孙豪赛², 高艳¹, 李钦¹, 谢因³

(1. 河北工业大学 计算机科学与软件学院, 天津 300401; 2. 天津理工大学 自动化学院, 天津 300384; 3. 天津滨海新区环球网络电视有限公司, 天津 300202)

摘要: 对基于 HTTP live streaming(简称 HLS)协议的流媒体直播系统的工作原理以及结构进行了系统的介绍,利用网络数据分析仪来深入研究客户端与服务器的交互传输过程,剖析了这种技术应用于网络电视直播时所存在的视频流索引文件重复下载的冗余问题,在一定程度上造成了网络流量的浪费,降低了传输效率. 针对这类问题提出了一种改善的方法——标志法,即在 .m3u8 文件中添加一个新标签,并通过计算推导和实验验证把改善前后的效果进行了定量分析和对比,实验结果表明该方法可有效降低流量浪费率,提高传输性能,具有较大的可行性.

关键词: HLS; TV ;冗余;视频流索引;标志法

中图分类号: TP393.0 文献标志码: A doi:10.3969/j.issn.1671-6833.2014.05.009

0 引言

HTTP Live Streaming 是 Apple 公司针对 iphone,ipad 等移动终端设备开发的一种基于 HTTP 的自适应流媒体协议^[1],而 HLS 技术是将媒体源编码为不同编码速率的多个流,客户端根据网络带宽状况的变化选择不同编码速率的替换流,实现带宽波动时的流媒体自适应切换^[2-4].

由于数据通过 HTTP 协议传输,所以完全不用考虑防火墙或者代理的问题,而且分段文件的时长很短,客户端可以很快地选择和切换码率,以适应不同带宽条件下的播放^[5]. 当这种技术应用于电视直播时,为了满足客户端进行一定时间的时移观看功能,在服务器与客户端的交互传输过程中会存在视频流索引文件重复下载所造成的冗余问题,浪费流量和资源且影响了性能,为此笔者提出了一种方法——标志法来有效改善这种情况,并通过实验把改善前后的效果进行了对比,充分验证了这种方法的可行性.

1 HLS 技术工作原理以及结构

如图 1 所示,HLS 技术由 3 部分组成:服务组件、视频分布存储和客户端软件部分. 首先对视频数据进行录入,编码,然后服务器软件的流分段程序将媒体视频流分解成一系列简短的 .ts 媒体文

件,这些 .ts 文件被放置在 web 服务器上. 这个流分段程序同时还创建一个索引文件,该索引文件包含元数据以及一个 .m3u8 媒体文件的列表,且索引文件的 URL 发布到 web 服务器上,客户端软件即可读取索引,请求媒体文件,并将其显示出来^[6-8].

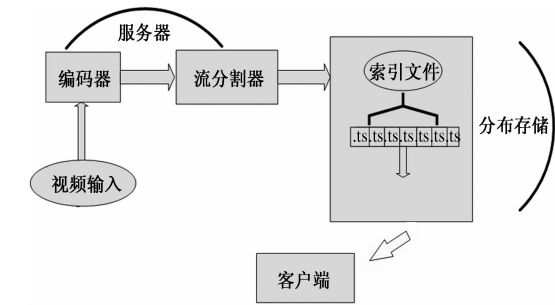


图 1 HLS 技术结构图
Fig.1 The structure of HLS system

2 服务器与客户端之间的传输过程以及出现的问题

针对应用 HLS 技术的电视直播情况,下面以客户端和服务端之间的交互传输为例详细分析其过程以及出现的视频流索引文件重复下载的问题,在这里采用网络数据分析仪来实现分析和检测,且下述图例均是在网络数据分析仪上截取的.

收稿日期:2014-04-25;修订日期:2014-07-03
基金项目:国家自然科学基金资助项目(31100711)
通信作者:耿恒山(1952-),男,河北徐水人,河北工业大学教授,主要研究方向为计算机网络、自动控制.

2.1 传输过程以及视频流索引文件重复下载的问题

图 2 为客户端与服务器之间的传输视频流。

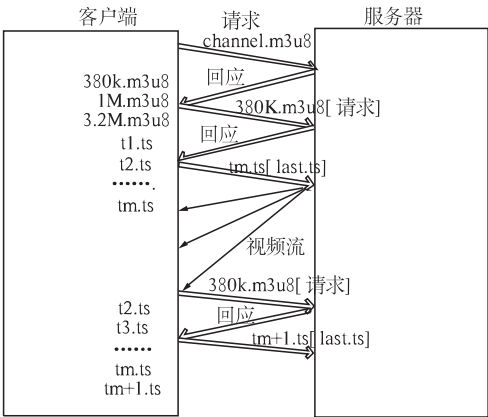


图 2 客户端和服务端之间传输视频流
Fig.2 Transmit video streaming between server and clients

其中一定时间内获得的 .ts 索引文件的个数 k 是由服务器上用于直播的缓存来决定的。

$$k = \frac{\text{设定的时移时间}}{\text{分段文件的时长}} \quad (1)$$

假设设定进行时移的时间是 1 h, 那么直播的缓存就要储存 1 h 的 .ts 索引文件. 若分段文件的时长是 2 s 或是 5 s, 其个数 k 就为 1 800 或 720. 进而再根据客户端播放器的缓存来决定间隔多长时间取 .ts 索引文件, 如果缓存上的 .ts 文件数量满足客户端的需求, 就暂时不用取, 若不满足就要去申请, 所以索引文件的个数很大, 很容易产生冗余, 降低传输效率. 下面以设置时移时间为 2 h, 分段文件的时长 10 s, 且供选择的带宽分别是 380 k、1 M、3.2 M 为例来具体阐述其过程。

如图 2 所示, 客户端首先向服务器发送一个请求频道的 .m3u8 索引文件, 服务器立刻发出回应, 如图 3(a) 为具体实现步骤, 且回应的 .m3u8 文件的内容如图 3(b) 所示. 通过内容可以明显看出, 传输过来的索引文件有 3 个带宽, 大约为 380 k、1 M、3.2 M, 从而系统可以根据实时网络的情况来以不同带宽传输视频流. (在这里以频道 CCTV12 为例)。

如图 2 所示, 频道的网络状态确定之后, 就要开始传输视频流, 此时客户端就会申请包含 .ts 视频流索引的 .m3u8 文件, 服务器给出回应并把 .m3u8 索引文件发给客户端, 此时若需要传输序列号为 27 043 的 .ts 视频流片段, 那么客户端就会再次发送申请, 服务器回应并给出其播放地址, 从而可播放该序列号的视频段内容, 上述过程如图 4(a) 所示. 回应的 .m3u8 索引文件的具体内容如图 4(b) 所示。

```
192.**.47 124.**.11 HTTP HTTPRequest GET /teletest/storage/CCTV12/teletest_all/CCTV12.m3u8
124.**.11 192.**.47 HTTP HTTPResponse HTTP/1.1 Status:Partial content,URL:/teletest/storage/CCTV12/teletest_all/CCTV12.m3u8
124.**.11 192.**.47 HTTP HTTP HTTPPayload URL:/teletest/storage/CCTV12/teletest_all/CCTV12.m3u8
(a) 请求, 回应当下载 .m3u8索引文件

#EXTM3U.
#EXT-X-STREAM-INF:PROGRAM-ID=1,BANDWIDTH=385840, CODECS="mp4a.40.2,avcl
77.30",RESOLUTION=320x240,Teletest_all-audio_eng%3D64000-video%3D300000.m3u8
#EXT-X-STREAM-INF:PROGRAM-ID=1,BANDWIDTH=1021840, CODECS="mp4a.40.2,avcl
77.30",RESOLUTION=640x480,Teletest_all-audio_eng%3D64000-video%3D900000.m3u8
#EXT-X-STREAM-INF:PROGRAM-ID=1,BANDWIDTH=3247840, CODECS="mp4a.40.2,avcl
77.32",RESOLUTION=720x576,Teletest_all-audio_eng%3D64000-video%3D3000000.m3u8
(b) m3u8索引文件的内容
```

图 3 发出频道申请以及回应的具体内容
Fig.3 Send channel request and respond the contents

```
192.**.247 124.**.11 HTTP HTTPRequest GET /teletest/storage/CCTV12/teletest_all/teletest_all-audio_eng%3D64000-video%3D300000.m3u8
124.**.11 192.**.247 HTTP HTTPResponse HTTP/1.1 Status:Partial content,URL:/teletest/storage/CCTV12/teletest_all/teletest_all-audio_eng%3D64000-video%3D300000...
124.**.11 192.**.247 HTTP HTTP HTTPPayload URL:/teletest/storage/CCTV12/teletest_all/teletest_all-audio_eng%3D64000-video%3D300000.m3u8
124.**.11 192.**.247 HTTP HTTP HTTPPayload URL:/teletest/storage/CCTV12/teletest_all/teletest_all-audio_eng%3D64000-video%3D300000.m3u8
124.**.11 192.**.247 HTTP HTTP HTTPPayload URL:/teletest/storage/CCTV12/teletest_all/teletest_all-audio_eng%3D64000-video%3D300000.m3u8
192.**.247 124.**.11 HTTP HTTPRequest GET /teletest/storage/CCTV12/teletest_all/teletest_all-audio_eng%3D64000-video%3D300000-27043.ts
124.**.11 192.**.247 HTTP HTTPResponse HTTP/1.1 Status:Partial content,URL:/teletest/storage/CCTV12/teletest_all/teletest_all-audio_eng%3D64000-video%3D300000-27043.ts
124.**.11 192.**.247 HTTP HTTP HTTPPayload URL:/teletest/storage/CCTV12/teletest_all/teletest_all-audio_eng%3D64000-video%3D300000-27043.ts
124.**.11 192.**.247 HTTP HTTP HTTPPayload URL:/teletest/storage/CCTV12/teletest_all/teletest_all-audio_eng%3D64000-video%3D300000-27043.ts
124.**.11 192.**.247 HTTP HTTP HTTPPayload URL:/teletest/storage/CCTV12/teletest_all/teletest_all-audio_eng%3D64000-video%3D300000-27043.ts
124.**.11 192.**.247 HTTP HTTP HTTPPayload URL:/teletest/storage/CCTV12/teletest_all/teletest_all-audio_eng%3D64000-video%3D300000-27043.ts
(a) 申请 .ts 视频流索引文件并回应
```

```
#EXTM3U.#EXT-X-VERSION:1.# Created with *****
#EXT-X-MEDIA-SEQUENCE:26328.#EXT-X-ALLOW-CACHE:NO.#EXT-X-TARGETDURATION:20.#EXTINF:10,no
desc:Teletest_all-audio_eng%3D64000-video%3D300000-26327.ts.#EXTINF:10,no
desc:Teletest_all-audio_eng%3D64000-video%3D300000-26328.ts.#EXTINF:10,no
desc:Teletest_all-audio_eng%3D64000-video%3D300000-26329.ts.#EXTINF:10,no
desc:Teletest_all-audio_eng%3D64000-video%3D300000-26330.ts.#EXTINF:10,no
desc:Teletest_all-audio_eng%3D64000-video%3D300000-26331.ts.#EXTINF:10,no
.....
desc:Teletest_all-audio_eng%3D64000-video%3D300000-27040.ts.#EXTINF:10,no
desc:Teletest_all-audio_eng%3D64000-video%3D300000-27041.ts.#EXTINF:10,no
desc:Teletest_all-audio_eng%3D64000-video%3D300000-27042.ts.#EXTINF:10,no
desc:Teletest_all-audio_eng%3D64000-video%3D300000-27043.ts.#EXTINF:10,no
(b) m3u8索引文件的具体内容
```

图 4 发出视频流申请以及回应的具体内容
Fig.4 Send streaming request and respond the contents

如图 4(b) 所示, .m3u8 索引文件的具体内容是从序列号为 26 327 到 27 043 的 .ts 视频流索引。

如图 2 所示, 服务器向客户端传送序列号为 27 043 的视频流片段之后, 客户端就会向服务器再次发出申请, 申请更新后的 .m3u8 索引文件, 从而才可以下载下一个即序列号为 27 044 的视频流片段, 如图 5(a) 所示. 更新后的 .m3u8 索引文件的具体内容如图 5(b) 所示。

如图 5(b) 所示, 更新后的 .m3u8 文件内容是从序列号为 26 328 到 27 044 的 .ts 视频流索引。

由此可见, 更新后的索引文件和前一个索引文件的内容是存在很大冗余的, 带宽的浪费率很高, 很大程度耗费流量, 降低效率。

2.2 冗余问题所带来的弊端

当使用手机或者电视进行时, 通常都是以高带宽进行传输, 则流量的浪费率计算过程如下。

根据 2.1 节叙述, 传输的一个 .m3u8 索引文件的内容大小是 1 448, 如图 6 所示。

由图 10(b)可知,经由改进方案后的.m3u8 索引文件,其内容为序列号为 27 043 和序列号为 27 044 的索引文件.与改进前图 10(a)(序列号 26 328 到 27 044 的索引文件)相比较,大大降低了冗余度,改善效果很明显.

根据公式(2)并可得出流量的浪费率

$$\eta = \frac{1\,448 \times 1}{1\,448 \times 1 + 1\,448 \times 280} = 0.37\% . \quad (4)$$

可得其流量被浪费的比率为 0.37%,与改进前流量浪费率 1.4% 相比,有效节省了流量.

经过大量的实验,当改变时移时间或是视频流片段时间时,改进前后的带宽的浪费率如表 1 所示.由表中可得出,改进后的效果较为明显,冗余度大大降低,有效提高了传输的性能.改善方法是非常可行的.

表 1 不同情况下带宽浪费率的比较

Tab.1 The bandwidth wastage rates in different situation between and after improvement

时移 时间/h	分段文件 时长/s	带宽浪费率 (改善前)/%	带宽浪费率 (改善后)/%
1	2	0.2	0.04
	5	0.5	0.10
	10	0.9	0.21
2	2	0.3	0.08
	5	0.8	0.19
	10	1.4	0.37
5	2	0.7	0.22
	5	1.9	0.54
	10	3.6	1.17

4 结论

针对基于 HLS 技术的流媒体直播系统进行

了深入的研究,剖析了了当中所存在的问题,并立足于现状,提出了解决方案,能够提高工作效率,提升性能,但是针对冗余问题提出的解决方案有所不足,当进行直播时,若网络状态出现极其不好的时候,可能会出现视频流段没有被完全下载的情况.但是出现这种情况的概率还是很小的,所以这个方案还是非常具有可行性的,可以预见,会有很广泛的应用前景.

参考文献:

[1] 朱倩. 新一代流媒体 HLS 关键技术的研究及实现 [D]. 辽宁:大连理工大学信息学院,2011.

[2] 李云飞,谢伟凯,鲁晨平,等. 面向直播 HTTP Streaming 系统的 HTTP 缓存服务器行为优化 [J]. 计算机工程与应用,2012,40(3):168-174.

[3] 凌艳群. 基于 HTTP 的流媒体系统关键技术研究及实现 [D]. 辽宁:大连理工大学信息学院,2011.

[4] 李光大. 基于 HTTP 直播的移动流媒体系统的设计与实现 [D]. 华中科技大学计算机学院,2011.

[5] HTTP Live streaming draft-pantos-http-live-streaming-11 [EB/OL]. [2013-04-16]. <http://tools.ietf.org/html/draft-pantos-http-live-streaming-11>

[6] Apple Inc. HTTP Live Streaming Architecture: Technical report [R], 2010.

[7] Open IPTV Forum-Release 2 Specification, HTTP Adaptive Streaming [R]. Draft V0.06 June 7, 2010.

[8] 金达,叶庆伟,狄红卫,等. 基于 HLS 的流媒体播放系统的设计与实现 [J]. 信息技术, 2013,29(40): 103-104.

Research and Improvement of Streaming Media Live System Based on HLS Protocol

LUO Shu-zhen¹, GENG Heng-shan¹, XU Xiang-nan¹, SUN Hao-sai², GAO Yan¹, LI Qin¹, XIE Yin³
(1. School of Computer Science and Engineering, Hebei University of Technology, Tianjin 300401, China; 2. School of Automation, Tianjin University of Technology, Tianjin 300384, China; 3. Tianjin Binhai New Area Universal Network Television Ltd, Tianjin 300202, China)

Abstract: This paper systematically introduces the working principle and structure of streaming media living system based on HTTP live streaming protocol(also known as HLS). It makes a deep research on interact transmission process between client and server with the network data analyzer and analyzes detailedly the redundancy problem of video index files being repeatedly downloaded when applying this technology in network television broadcast. But the current technology brings about the waste of network traffic and the reduction of transmission efficiency. In view of these problems, we put forward an improved mark-method technique which add a new tag in m3u8 file. A calculation was carried out to testify the method and it proved it can effectively reduce the waste of net flow rate, improve the transmission performance and have great feasibility.

Key words: HLS; TV; redundancy; video streaming index file; mark-method