

# 16-02 HLS框架分析

---

## 0 概览

1. 服务器
2. 内容分发
3. 客户端软件
4. 网络自适应的流间切换和故障保护
- 5 名词解析

零声学院收集整理

腾讯课堂 《FFmpeg/WebRTC/RTMP音视频流媒体高级开发》 <https://ke.qq.com/course/468797?tuin=137bb271>

官网文档：

<https://developer.apple.com/library/archive/documentation/NetworkingInternet/Conceptual/StreamingMediaGuide/DeployingHTTPLiveStreaming/DeployingHTTPLiveStreaming.html>

## 0 概览

HLS的配置

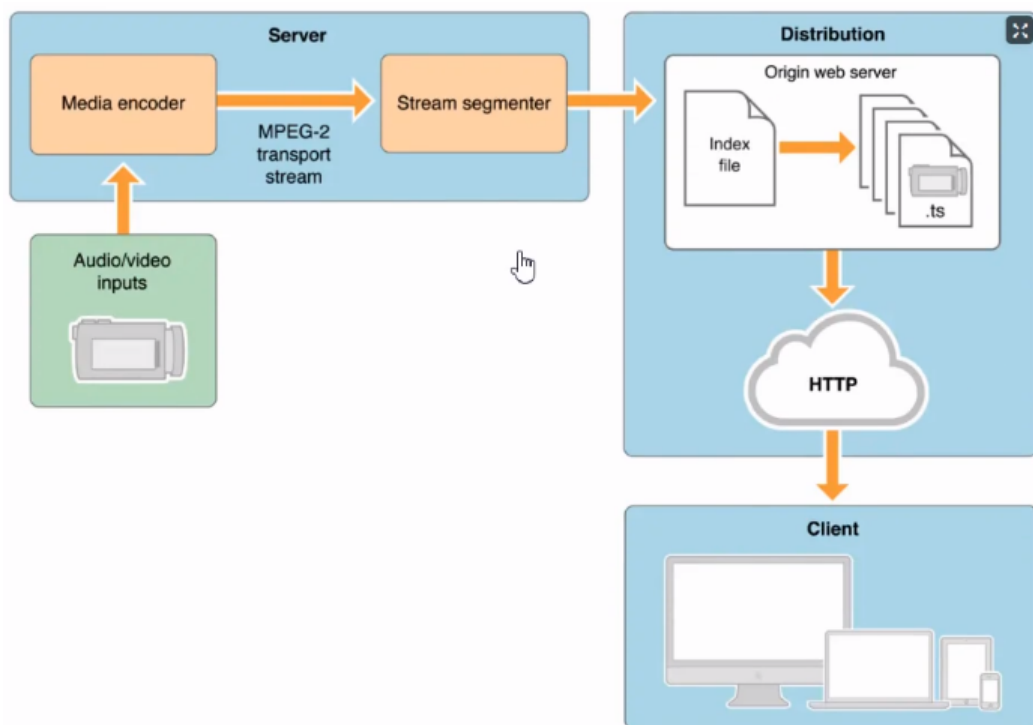


图1 基本配置



图2 实际使用

## 1. 服务器

服务器部分负责将输入的音视频媒体内容转换为适合于内容分发组件进行递送的格式。对于视频直播，编码器首先将摄像机实时采集的音视频数据压缩编码为符合特定标准的音视频基本流(目前苹果的系统仅支持H.264视频和AAC音频)，然后再复用和封装成为符合MPEG-2系统层标准的传输流(TS)格式进行输出。流分割器(Stream Segmenter)负责将编码器输出的MPEG-2 **TS流**分割为一系列连续的、长度均等的小TS文件(后缀名为.ts)，并依次发送至内容分发组件中的Web服务器进行存储。与此同时，为了跟踪播放过程中媒体文件的可用性和当前位置，**流分割器**还需创建一个含有指向这些小TS文件指针的索引文件，同样放置于Web服务器之中。这个索引文件可以看作是一个

连续媒体流中的播放列表滑动窗口，每当流分割器生成一个新的TS文件时，这个索引文件的内容也被更新，新的文件URI(统一资源定位符)加入到滑动窗口的末尾，老的文件URI则被移去，这样索引文件中将始终包含最新的固定数量的x个分段，如图所示。流分割器还可以对其生成的每个小TS文件进行加密，并生成相应的密钥文件。

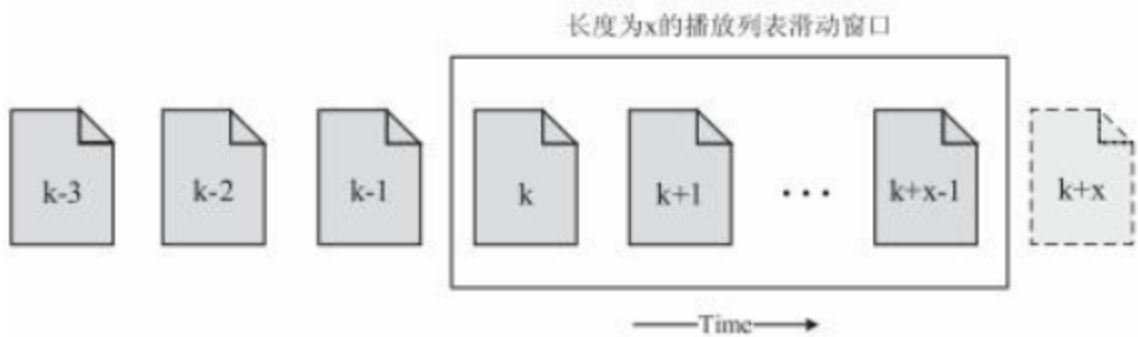


图3 ts文件

之所以采用MPEG-2 TS格式来对编码后的媒体流进行统一封装，是因为它能够将音视频媒体流严格按时序进行交织复用，任意截取和分段后，每一个分段都可能不依赖于之前的分段而独立进行解码和播放。为此，TS文件中必须仅包含一个MPEG-2节目，在每个文件的开头应包含一个节目关联表(PAT)和一个节目映射表(PMT)，包含视频的文件中还必须含有至少一个关键帧和其他足够信息(如序列头)用以完成解码器的初始化。索引文件采用扩展的M3U播放列表格式，后缀名为.m3u8。M3U播放列表是一个由若干文本行组成的文本文件，其中每一行要么是一个URI，一个空行，或者是一个以注释符“#”起始的行。每个URI行指向一个分段的媒体文件，或者一个衍生的索引(播放列表)文件。除了以“#EXT”起始的行是标签行外，其他以“#”起始的行是注释，应予忽略。下面是一个简单的.m3u8索引文件例子，其所表示的媒体流由3个未加密的长度为10秒的TS文件组成。

```
1 #EXTM3U
2 #EXT-X-MEDIA-SEQUENCE:0
3 #EXT-X-TARGETDURATION:10
4 #EXTINF:10,
5 http://media.example.com/segment1.ts
6 #EXTINF:10,
7 http://media.example.com/segment2.ts
8 #EXTINF:10,
9 http://media.example.com/segment3.ts
10 #EXT-X-ENDLIST
```

对于视频点播(VOD)，文件分割器(File Segmenter)首先将预编码存储的媒体文件转码为MPEG-2 TS格式文件(已经封装为TS格式的文件则忽略这一步)，然后再将该TS文件分割成一系列长度均

等的小TS文件。文件分割器同样也生成一个含有指向这些小文件指针的索引文件。与直播型会话不同的是，这里的索引文件是一个不随时间而更新的静态文件，其中包含一个节目从头到尾所有分段文件的URI列表，并以#EXT-X-ENDLIST标签结尾。可以通过下述方法将一个直播事件转换成VOD节目源供以后点播：在服务器上不删除已经过期的分段媒体文件，同时在索引文件中也不删除这些文件所对应的URI索引项，在直播结束的时候将#EXT-X-ENDLIST标签添加至索引文件的末尾。

## 2. 内容分发

内容分发系统用于通过HTTP协议将分割后的小媒体文件及其索引文件递送至客户端播放器，它既可以是一个普通的Web服务器，也可以是一个Web缓存系统。几乎不需要对Web服务器做任何特殊的配置，以及增加其他定制模块。推荐的配置仅限于对.m3u8文件和.ts文件的MIME类型关联，如表所示。

HTTP Live Streaming中建议的MIME类型

文件扩展名	MIME类型
.m3u8	application/x-mpegURL或vnd.apple.mpegURL
.ts	video/MP2T

由于索引文件需要频繁更新和下载，因此在Web cache的配置中有必要对.m3u8文件的TTL(time-to-live)值进行微调以保证客户端每次请求该文件时都能够下载到它的最新版本。

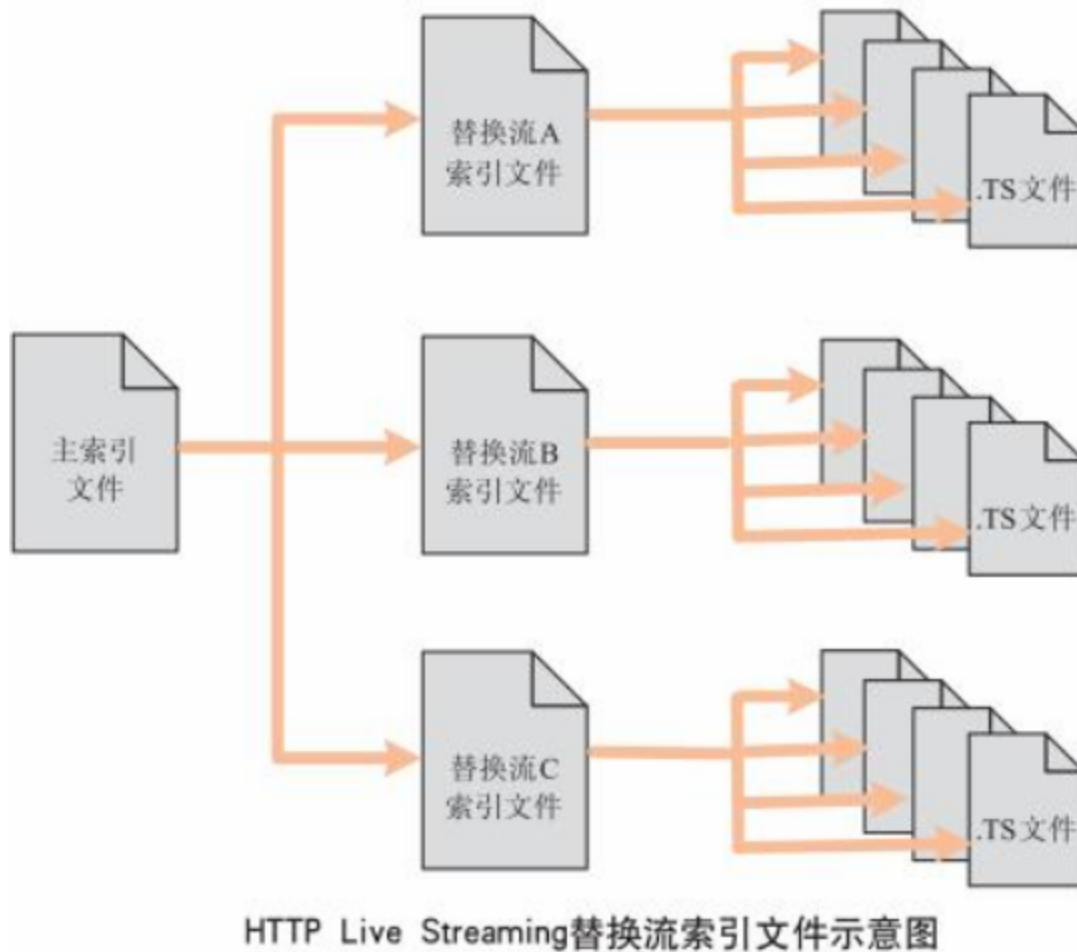
## 3. 客户端软件

通常情况下，客户端软件通过访问Web网页中的URL链接来获取和下载一个流媒体会话的索引文件。这个索引文件进一步指定了服务器上当前可用的TS格式媒体文件、解密密钥和其他替换流的位置。对于选定的媒体流，客户端依次下载索引文件中列出的每一个可用媒体文件。当这些媒体文件缓冲够一定数量后，客户端将它们按顺序重新拼装成一个连贯的TS流，然后发送至播放器进行解码和呈现。对于加密的媒体文件，客户端还负责根据索引文件的指引来获取解密密钥，提供用户认证接口，并按需进行解密。对于视频点播，上述过程不断持续下去，直到客户端碰到索引文件中的#EXT-X-ENDLIST标签。对于视频直播，索引文件中不存在#EXT-X-ENDLIST标签，客户端将周期性地向Web服务器重新请求获取该索引文件的最新版本，然后在这个更新版的索引文件中查找新的媒体文件和解密密钥，并将它们的URI添加至下载队列的末尾。需要注意HTTP Live Streaming并不是一个真正实时的流媒体系统，这是因为对应于媒体分段的大小和持续时间有一定潜在的时间延迟。在客户端中，至少在一个分段媒体文件被完全下载之后才能够开始播放，而

通常要求下载完成两个分段媒体文件之后才开始播放以保证不同分段音视频之间的无缝连接。此外，在客户端开始下载之前，必须等待服务器端的编码器和流分割器至少生成一个TS文件，这也会带来潜在的时延。在推荐配置下，HTTP Live Streaming系统的典型时延约在30s左右。

## 4. 网络自适应的流间切换和故障保护

在基于HTTP Live Streaming的流媒体系统中，服务器可以为同一节目源准备多份以不同码率和质量编码的替换流，并为每个替换流都生成一个衍生的索引文件。在主索引文件中通过包含一系列指向其他衍生索引文件的URI指针来找到相应的替换流，如图所示。



在移动互联网环境下，由于网络覆盖面的不同和信号强弱的变化，移动终端可能随时在不同的无线接入网络(例如3G，EDGE，GPRS和WiFi等)之间进行切换。此时客户端软件可根据网络和带宽的变化情况随时切换

到不同衍生索引文件所指向的替换流进行下载，从而自适应地为用户提供相应网络条件下接近最优的音视频QoS体验。上述替换流和衍生索引文件机制除了可以用于基于带宽波动的动态流间切换外，还可以用于服务器的故障保护。为此目的，首先在一台服务器上按照正常流程生成一个媒体流或者多个替换流，以及对应的索引文件，然后再在另一台服务器上生成一套并行的备份媒体流和索引文件。接下来将指向备份流的索引加入到主索引文件之中，使得其中针对每个带宽值都对应有一个主媒体流和一个备份媒体流。例如，假定主服务器和备份服务器分别为ALPHA和BETA，则主索引文件中的内容可能如下所示：

```
1 #EXTM3U
2 #EXT-X-STREAM-INF:PROGRAM-ID=1,BANDWIDTH=200000
3 http://ALPHA.example.com/lo/prog_index.m3u8
```

```
4 #EXT-X-STREAM-INF:PROGRAM-ID=1,BANDWIDTH=200000
5 http://BETA.example.com/lo/prog_index.m3u8
6 #EXT-X-STREAM-INF:PROGRAM-ID=1,BANDWIDTH=500000
7 http://ALPHA.example.com/md/prog_index.m3u8
8 #EXT-X-STREAM-INF:PROGRAM-ID=1,BANDWIDTH=500000
9 http://BETA.example.com/md/prog_index.m3u8
```

在上述例子中，当客户端连接主服务器ALPHA失败时，它将试图连接备份服务器BETA，从中获取最高带宽值替换流所对应的衍生索引文件，并进一步根据该索引文件下载相应的替换媒体流文件。

相对于常见的流媒体直播协议，例如RTMP协议、RTSP协议、MMS协议等，HLS直播最大的不同在于，直播客户端获取到的，并不是一个完整的数据流。HLS协议在服务器端将直播数据流存储为连续的、很短时长的媒体文件（MPEG-TS格式），而客户端则不断的下载并播放这些小文件，因为服务器端总是会将最新的直播数据生成新的小文件，这样客户端只要不停的按顺序播放从服务器获取到的文件，就实现了直播。由此可见，基本上可以认为，HLS是以点播的技术方式来实现直播。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，客户端可以很快的选择和切换码率，以适应不同带宽条件下的播放。不过HLS的这种技术特点，决定了它的延迟一般总是会高于普通的流媒体直播协议。

根据以上的了解要实现HTTP Live Streaming直播，需要研究并实现以下技术关键点

- 1.采集视频源和音频源的数据
- 2.对原始数据进行H264编码和AAC编码
- 3.视频和音频数据封装为MPEG-TS包
- 4.HLS分段生成策略及m3u8索引文件
- 5.HTTP传输协议

## 5 名词解析

统一资源标识符（Uniform Resource Identifier，URI）是一个用于标识某一互联网资源名称的字符串。