

媒体云转码的演进： MapReduce、DASH 与稳定婚姻

Alan Zhuang

cheedoong@acm.org

2014 年 3 月 28 日

Tencent 腾讯



Outline

1 背景

2 从 Cloud Transcoder 到 TranscX

- 前腾讯研究院 Cloud Transcoder
- 架平流媒体 TranscX

3 DASH 与稳定婚姻

- DASH
- 稳定匹配

4 Future Vision

- 和一些新技术的结合
- Acknowledgment

Outline

1 背景

2 从 Cloud Transcoder 到 TranscX

- 前腾讯研究院 Cloud Transcoder
- 架平流媒体 TranscX

3 DASH 与稳定婚姻

- DASH
- 稳定匹配

4 Future Vision

- 和一些新技术的结合
- Acknowledgment

简介

Alan Zhuang (Cheedoong Ch'ng)

简介

Alan Zhuang (Cheedoong Ch'ng)

- 前：TEG（技术工程事业群）APD（架构平台部）
流媒体业务组
媒体转码、分发；分布式存储、传输、缓存；DASH

简介

Alan Zhuang (Cheedoong Ch'ng)

- 前: TEG (技术工程事业群) APD (架构平台部)
流媒体业务组
媒体转码、分发; 分布式存储、传输、缓存; DASH
- 现: SNG (社交网络事业群) SPD (社交平台部)
框架服务组
WebRTC, PeerAcc, Social Media

互动

- Q: 谁拥有以下设备之一?

互动

- Q: 谁拥有以下设备之一?
 - 小米 3 联通版、红米 Note

互动

- Q: 谁拥有以下设备之一?
 - 小米 3 联通版、红米 Note
 - 华为荣耀 X1、荣耀 3X

互动

- Q: 谁拥有以下设备之一?
 - 小米 3 联通版、红米 Note
 - 华为荣耀 X1、荣耀 3X
 - 三星 Galaxy S4

互动

- Q: 谁拥有以下设备之一?
 - 小米 3 联通版、红米 Note
 - 华为荣耀 X1、荣耀 3X
 - 三星 Galaxy S4
 - Google/LG Nexus 5

互动

- Q: 谁拥有以下设备之一?
 - 小米 3 联通版、红米 Note
 - 华为荣耀 X1、荣耀 3X
 - 三星 Galaxy S4
 - Google/LG Nexus 5
 - LG G2

互动

- Q: 谁拥有以下设备之一?
 - 小米 3 联通版、红米 Note
 - 华为荣耀 X1、荣耀 3X
 - 三星 Galaxy S4
 - Google/LG Nexus 5
 - LG G2
 - 酷派大神 F1/8297、9976A

互动

- Q: 谁拥有以下设备之一?
 - 小米 3 联通版、红米 Note
 - 华为荣耀 X1、荣耀 3X
 - 三星 Galaxy S4
 - Google/LG Nexus 5
 - LG G2
 - 酷派大神 F1/8297、9976A
 - 恭喜!

多屏时代的挑战

■ 多种平台



多屏时代的挑战

■ 多种平台



多屏时代的挑战

■ 多种平台



多屏时代的挑战

■ 多种平台



多屏时代的挑战

■ 多种平台



多屏时代的挑战

■ 多种平台



■ 多种屏幕大小



多屏时代的挑战

■ 多种平台



■ 多种屏幕大小



多屏时代的挑战

■ 多种平台



■ 多种屏幕大小



多屏时代的挑战

■ 多种平台



■ 多种屏幕大小



多屏时代的挑战

■ 多种平台



■ 多种屏幕大小



多屏时代的挑战

■ 多种码率



多屏时代的挑战

■ 多种码率



多屏时代的挑战

■ 多种码率



多屏时代的挑战

■ 多种码率



多屏时代的挑战

■ 多种码率



多屏时代的挑战

■ 多种码率



■ 多种解码能力

联发科芯片	MT6572	MT6582	MT6588	MT6592
Display	960×540P	1280×720P	1920×1280P	1920×1280P
H.264 Decode	720P@30fps	1080P@30fps	1080P@30fps	1080P@30fps
HEVC Decode	N/A	N/A	720P@30fps	720P@30fps

多屏时代的挑战

■ 不同封装容器支持

mp4, mkv, avi, flv, wmv, rmvb, webm, mpeg-ts...

多屏时代的挑战

■ 不同封装容器支持

mp4, mkv, avi, flv, wmv, rmvb, webm, mpeg-ts...

多屏时代的挑战

- 不同封装容器支持
mp4, mkv, avi, flv, wmv, rmvb, webm, mpeg-ts...
 - 不同编码标准支持

多屏时代的挑战

- 不同封装容器支持
mp4, mkv, avi, flv, wmv, rmvb, webm, mpeg-ts...
 - 不同编码标准支持

多屏时代的挑战

■ 不同封装容器支持

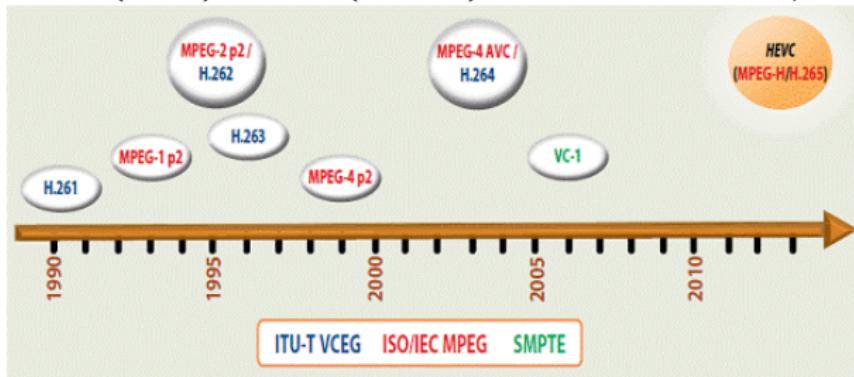
mp4, mkv, avi, flv, wmv, rmvb, webm, mpeg-ts...

■ 不同编码标准支持

H.264(AVC), H.265(HEVC), VC-1, AVS, VP8/9, RealVideo...

多屏时代的挑战

- 不同封装容器支持
mp4, mkv, avi, flv, wmv, rmvb, webm, mpeg-ts...
 - 不同编码标准支持
H.264(AVC), H.265(HEVC), VC-1, AVS, VP8/9, RealVideo...



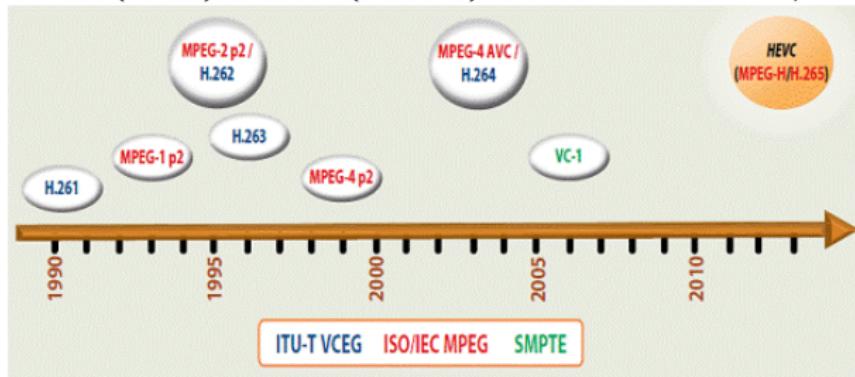
多屏时代的挑战

■ 不同封装容器支持

mp4, mkv, avi, flv, wmv, rmvb, webm, mpeg-ts...

■ 不同编码标准支持

H.264(AVC), H.265(HEVC), VC-1, AVS, VP8/9, RealVideo...



多屏时代的挑战

■ 巨头角力



多屏时代的挑战

■ 巨头角力



多屏时代的挑战

■ 巨头角力



幸运的是，

幸运的是，

绝大多数设备都支持：

幸运的是，

绝大多数设备都支持：

- 编码标准

幸运的是，

绝大多数设备都支持：

- 编码标准

幸运的是，

绝大多数设备都支持：

- 编码标准

H.264/AVC (ISO/IEC 14496-10; ITU-T H.264; MPEG-4 Part 10).

- 封装容器

幸运的是，

绝大多数设备都支持：

- 编码标准

H.264/AVC (ISO/IEC 14496-10; ITU-T H.264; MPEG-4 Part 10).

- 封装容器

幸运的是，

绝大多数设备都支持：

- 编码标准

H.264/AVC (ISO/IEC 14496-10; ITU-T H.264; MPEG-4 Part 10).

- 封装容器

MP4 (ISO/IEC 14496-14; MPEG-4 Part 14).

幸运的是，

绝大多数设备都支持：

- 编码标准

H.264/AVC (ISO/IEC 14496-10; ITU-T H.264; MPEG-4 Part 10).

- 封装容器

MP4 (ISO/IEC 14496-14; MPEG-4 Part 14).

所以，我们需要把用户/编辑上传的各种不同封装、不同编码的，一般码率比较高的源视频转成若干种适合不同设备的不同码率的H.264 编码、MP4 封装的视频。

但是，

但是，

- 媒体转码是件极其消耗计算资源的工作
尤其视频编码，对于目前常见的支持 SSE4 指令集的
x86/x64 CPU 的机器：

但是，

- 媒体转码是件极其消耗计算资源的工作
尤其视频编码，对于目前常见的支持 SSE4 指令集的
x86/x64 CPU 的机器：
 - 编码 H.264 视频需要耗费播放时长的 1/3 到 2/3

但是，

- 媒体转码是件极其消耗计算资源的工作
尤其视频编码，对于目前常见的支持 SSE4 指令集的
x86/x64 CPU 的机器：
 - 编码 H.264 视频需要耗费播放时长的 1/3 到 2/3
 - 编码 H.265 视频需要耗费播放时长的 30+ 倍

但是，

- 媒体转码是件极其消耗计算资源的工作
尤其视频编码，对于目前常见的支持 SSE4 指令集的
x86/x64 CPU 的机器：
 - 编码 H.264 视频需要耗费播放时长的 1/3 到 2/3
 - 编码 H.265 视频需要耗费播放时长的 30+ 倍
 - 单个 CPU 核通常最多可跑 1-2 个编码任务

但是，

- 媒体转码是件极其消耗计算资源的工作
尤其视频编码，对于目前常见的支持 SSE4 指令集的 x86/x64 CPU 的机器：
 - 编码 H.264 视频需要耗费播放时长的 1/3 到 2/3
 - 编码 H.265 视频需要耗费播放时长的 30+ 倍
 - 单个 CPU 核通常最多可跑 1-2 个编码任务
- 媒体文件大，再加上多码率副本，极其消耗存储

但是，

- 媒体转码是件极其消耗计算资源的工作
尤其视频编码，对于目前常见的支持 SSE4 指令集的 x86/x64 CPU 的机器：
 - 编码 H.264 视频需要耗费播放时长的 1/3 到 2/3
 - 编码 H.265 视频需要耗费播放时长的 30+ 倍
 - 单个 CPU 核通常最多可跑 1-2 个编码任务
- 媒体文件大，再加上多码率副本，极其消耗存储
- 潜在的带宽消耗

以往的解决：并行与分布式

以往的解决：并行与分布式

Criteria:

以往的解决：并行与分布式

Criteria:

- 单机内

以往的解决：并行与分布式

Criteria:

- 单机内
 - 功能划分、数据局部性
 - 宏块组粒度的并行

以往的解决：并行与分布式

Criteria:

- 单机内

- 功能划分、数据局部性
宏块组粒度的并行
- 内存访问、CPU 核心/Cache 拓扑结构和转码格式
帧级或 GOP (图像组) 级并行
对 NUMA 机器特别友好

以往的解决：并行与分布式

Criteria:

- 单机内

- 功能划分、数据局部性
宏块组粒度的并行
- 内存访问、CPU 核心/Cache 拓扑结构和转码格式
帧级或 GOP (图像组) 级并行
对 NUMA 机器特别友好

- 分布式转码

以往的解决：并行与分布式

Criteria:

- 单机内

- 功能划分、数据局部性
 - 宏块组粒度的并行
- 内存访问、CPU 核心/Cache 拓扑结构和转码格式
 - 帧级或 GOP (图像组) 级并行
 - 对 NUMA 机器特别友好

- 分布式转码

- 存储

以往的解决：并行与分布式

Criteria:

- 单机内

- 功能划分、数据局部性
 - 宏块组粒度的并行
- 内存访问、CPU 核心/Cache 拓扑结构和转码格式
 - 帧级或 GOP (图像组) 级并行
 - 对 NUMA 机器特别友好

- 分布式转码

- 存储
- 路由

以往的解决：并行与分布式

Criteria:

- 单机内

- 功能划分、数据局部性
 - 宏块组粒度的并行
- 内存访问、CPU 核心/Cache 拓扑结构和转码格式
 - 帧级或 GOP (图像组) 级并行
 - 对 NUMA 机器特别友好

- 分布式转码

- 存储
- 路由
- 资源分配、任务调度

Outline

1 背景

2 从 Cloud Transcoder 到 TranscX

- 前腾讯研究院 Cloud Transcoder
- 架平流媒体 TranscX

3 DASH 与稳定婚姻

- DASH
- 稳定匹配

4 Future Vision

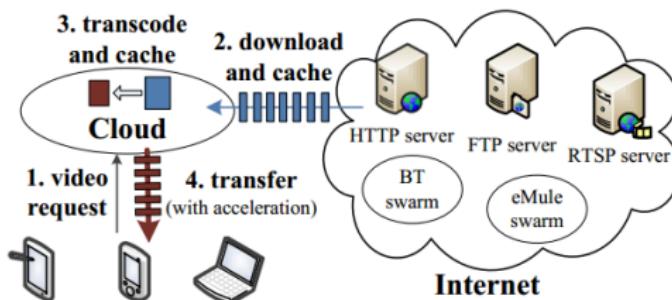
- 和一些新技术的结合
- Acknowledgment

前腾讯研究院 Cloud Transcoder

**Done 2011-. Gale Huang et al. Cloud transcoder:
bridging the format and resolution gap between internet
videos and mobile devices. ACM NOSSDAV 2012.**

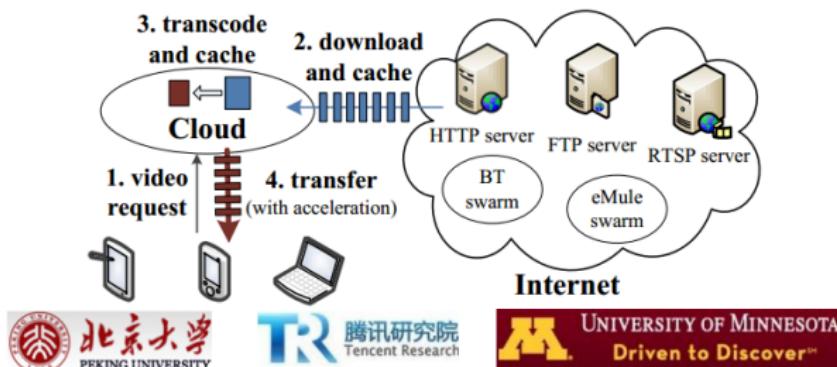
前腾讯研究院 Cloud Transcoder

Done 2011-. Gale Huang et al. Cloud transcoder: bridging the format and resolution gap between internet videos and mobile devices. ACM NOSSDAV 2012.

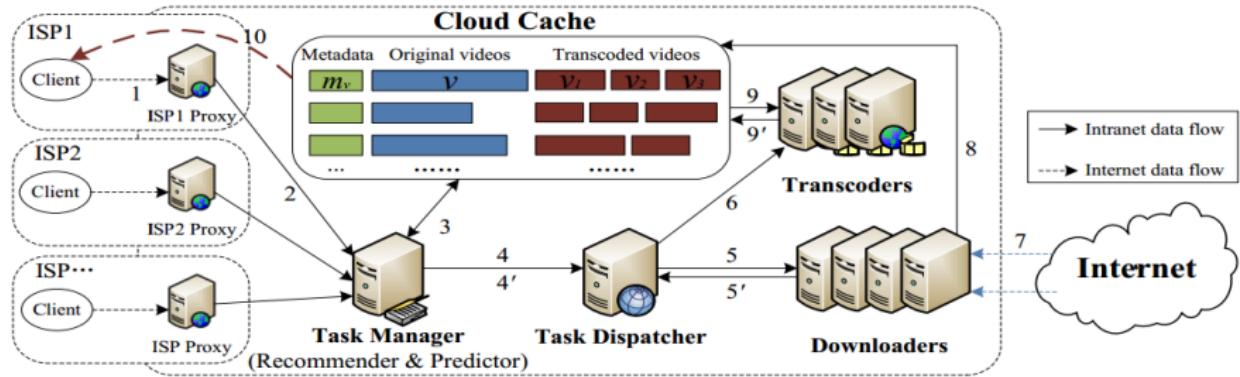


前腾讯研究院 Cloud Transcoder

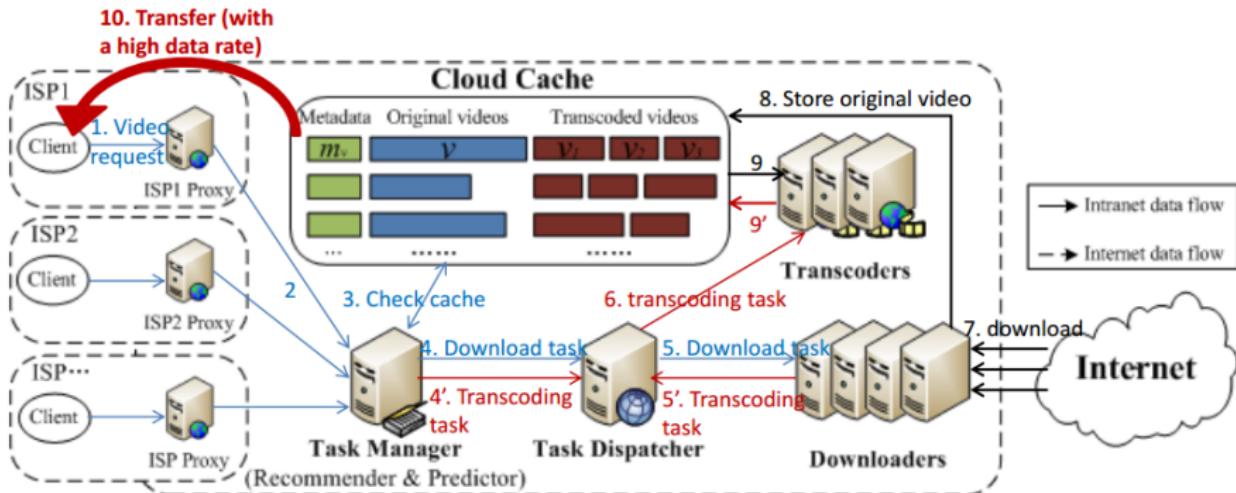
Done 2011-. Gale Huang et al. Cloud transcoder: bridging the format and resolution gap between internet videos and mobile devices. ACM NOSSDAV 2012.



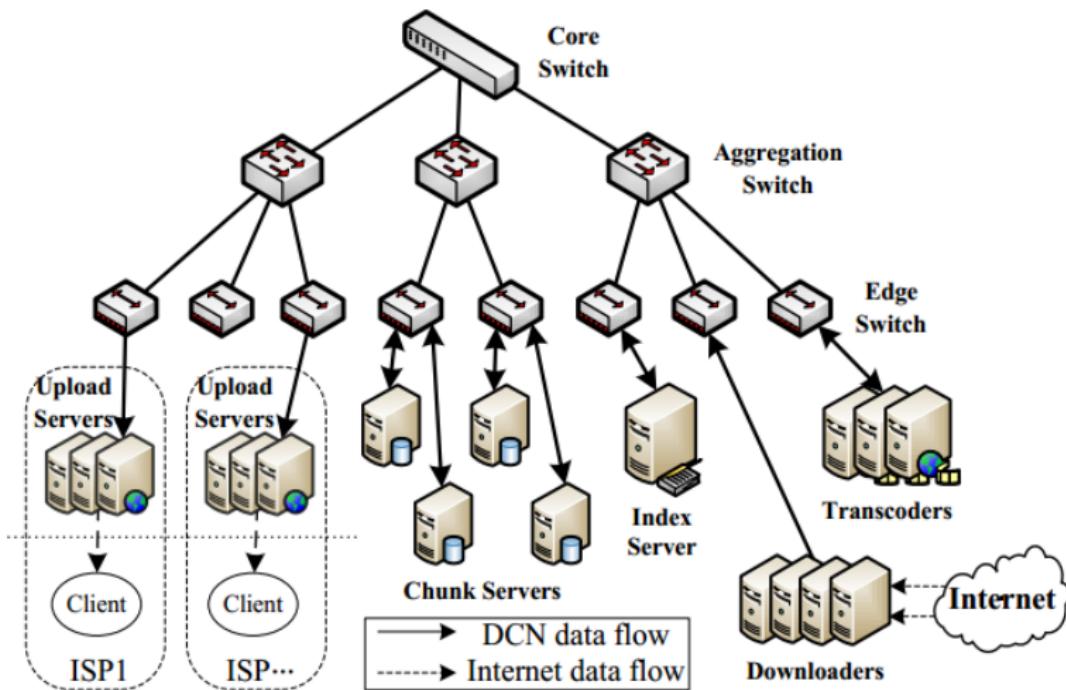
前腾讯研究院 Cloud Transcoder



前腾讯研究院 Cloud Transcoder



前腾讯研究院 Cloud Transcoder



评价

- 整体上是个设计优秀的系统

评价

- 整体上是个设计优秀的系统
- 但还存在一些问题：

评价

- 整体上是个设计优秀的系统
- 但还存在一些问题：
 - 下载、转码、任务分发、任务管理都需要专门的机器资源

评价

- 整体上是个设计优秀的系统
 - 但还存在一些问题：
 - 下载、转码、任务分发、任务管理都需要专门的机器资源
 - 下载后，数据还需要再次传输到相应的转码机器

评价

- 整体上是个设计优秀的系统
- 但还存在一些问题：
 - 下载、转码、任务分发、任务管理都需要专门的机器资源
 - 下载后，数据还需要再次传输到相应的转码机器
 - 切片的开销

评价

- 整体上是个设计优秀的系统
 - 但还存在一些问题：
 - 下载、转码、任务分发、任务管理都需要专门的机器资源
 - 下载后，数据还需要再次传输到相应的转码机器
 - 切片的开销
 - 划分的各模块，增加了部署复杂性，限制了可扩展性

评价

- 整体上是个设计优秀的系统
 - 但还存在一些问题：
 - 下载、转码、任务分发、任务管理都需要专门的机器资源
 - 下载后，数据还需要再次传输到相应的转码机器
 - 切片的开销
 - 划分的各模块，增加了部署复杂性，限制了可扩展性
 - 存储部分依赖 NFS，不能支持海量的媒体资源

评价

- 整体上是个设计优秀的系统
 - 但还存在一些问题：
 - 下载、转码、任务分发、任务管理都需要专门的机器资源
 - 下载后，数据还需要再次传输到相应的转码机器
 - 切片的开销
 - 划分的各模块，增加了部署复杂性，限制了可扩展性
 - 存储部分依赖 NFS，不能支持海量的媒体资源
 - 转码完成后，分发是个问题

架平流媒体 TranscX

TranscX:

- Transcoding eXpress/eXperience/eXtreme...; transc(x)

架平流媒体 TranscX

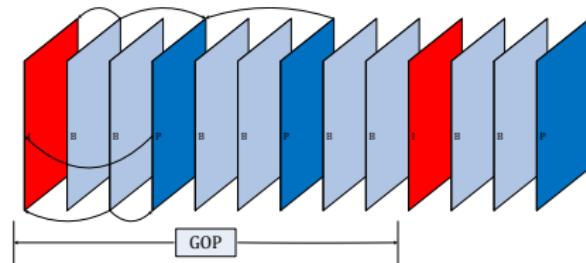
TranscX:

- Transcoding eXpress/eXperience/eXtreme...; transc(x)

架平流媒体 TranscX

TranscX:

- Transcoding eXpress/eXperience/eXtreme...; transc(x)



- GOP 级的并行，不需要真正“切割”

Media head parsing, $\langle \text{begin_time}, \text{end_time} \rangle$ or $\text{GOP_id} \rightarrow \langle \text{start_offset}, \text{size} \rangle$



B



Tencent 腾讯

架平流媒体 TranscX

B



Tencent 腾讯

P



Tencent 腾讯

■ I: IDR



架平流媒体 TranscX

B

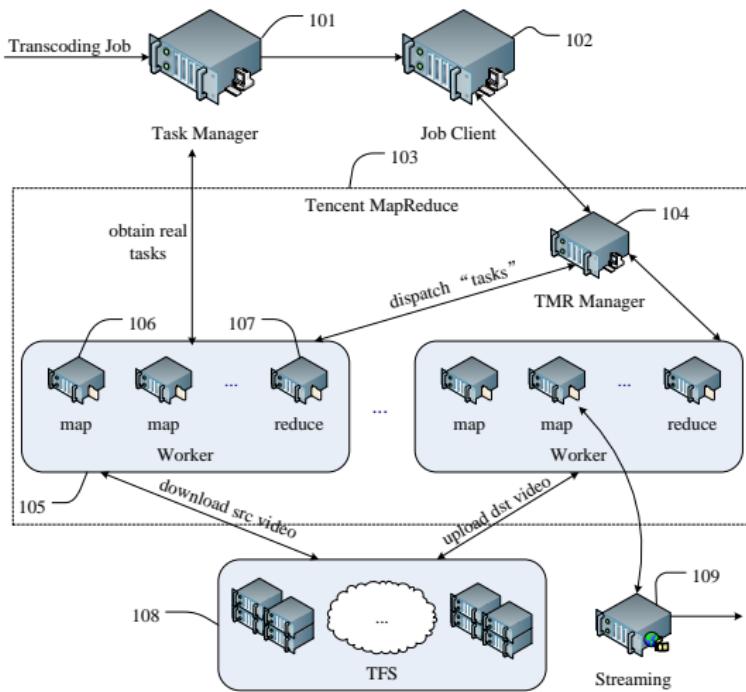


架平流媒体 TranscX

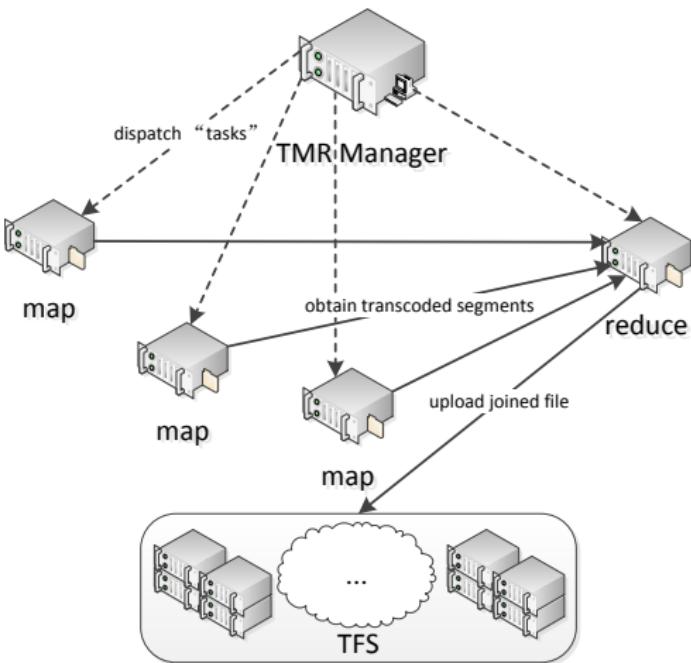
B...



架平流媒体 TranscX



架平流媒体 TranscX



- 怎样避免影响存储集群的现网服务？Job/Map/Thread 三级精确控制，CPU & I/O limitation

- 怎样避免影响存储集群的现网服务？Job/Map/Thread 三级精确控制，CPU & I/O limitation
 - 效率高在哪里？
转码工作在存储机器上完成，减少数据传输，接近本地计算
-计算向存储迁移

- 怎样避免影响存储集群的现网服务？Job/Map/Thread 三级精确控制，CPU & I/O limitation
 - 效率高在哪里？
转码工作在存储机器上完成，减少数据传输，接近本地计算
-计算向存储迁移
 - 架构好在哪里？
MapReduce? TFS/CFS? Protocol?

- 怎样避免影响存储集群的现网服务？Job/Map/Thread 三级精确控制，CPU & I/O limitation
 - 效率高在哪里？
转码工作在存储机器上完成，减少数据传输，接近本地计算
-计算向存储迁移
 - 架构好在哪里？
MapReduce? TFS/CFS? Protocol?
 - 复用存储服务器的空间计算资源，减少碳排放（绿色计算）

- 怎样避免影响存储集群的现网服务？Job/Map/Thread 三级精确控制，CPU & I/O limitation
 - 效率高在哪里？
转码工作在存储机器上完成，减少数据传输，接近本地计算
-计算向存储迁移
 - 架构好在哪里？
MapReduce? TFS/CFS? Protocol?
 - 复用存储服务器的空间计算资源，减少碳排放（绿色计算）
 - WeChat, Qzone, Weishi?

- 怎样避免影响存储集群的现网服务？Job/Map/Thread 三级精确控制，CPU & I/O limitation
 - 效率高在哪里？
转码工作在存储机器上完成，减少数据传输，接近本地计算
-计算向存储迁移
 - 架构好在哪里？
MapReduce? TFS/CFS? Protocol?
 - 复用存储服务器的空间计算资源，减少碳排放（绿色计算）
 - WeChat, Qzone, Weishi?
 - 对 DASH 和实时在线直播的支持

Outline

1 背景

2 从 Cloud Transcoder 到 TranscX

- 前腾讯研究院 Cloud Transcoder
- 架平流媒体 TranscX

3 DASH 与稳定婚姻

- DASH
- 稳定匹配

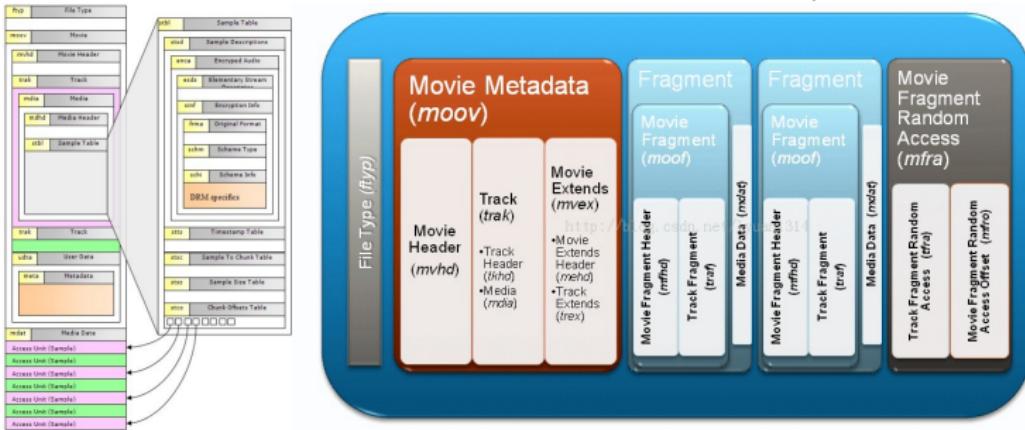
4 Future Vision

- 和一些新技术的结合
- Acknowledgment

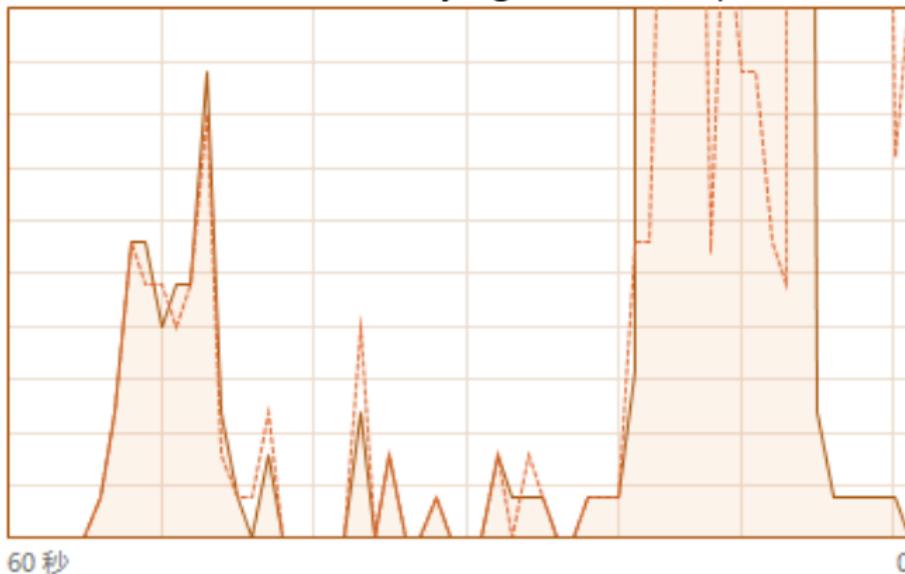
Why DASH?

Why DASH?

- 庞大的文件头，导致在线播放时较大的 initial/VCR delay



- 二次缓冲频繁 due to varying download speed



DASH

DASH: Dynamic Adaptive Streaming over HTTP.

几种 DASH 标准：

DASH

DASH: Dynamic Adaptive Streaming over HTTP.

几种 DASH 标准：

- Apple HLS (HTTP Live Streaming) 2009

DASH

DASH: Dynamic Adaptive Streaming over HTTP.

几种 DASH 标准：

- Apple HLS (HTTP Live Streaming) 2009
- Microsoft HSS (HTTP Smooth Streaming) 2010

DASH

DASH: Dynamic Adaptive Streaming over HTTP.

几种 DASH 标准：

- Apple HLS (HTTP Live Streaming) 2009
 - Microsoft HSS (HTTP Smooth Streaming) 2010
 - Adobe HDS (HTTP Dynamic Streaming) 2010

DASH

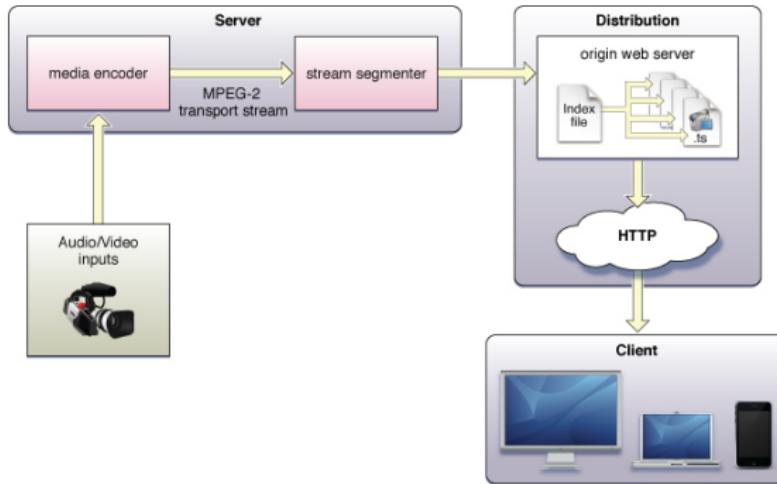
DASH: Dynamic Adaptive Streaming over HTTP.

几种 DASH 标准：

- Apple HLS (HTTP Live Streaming) 2009
 - Microsoft HSS (HTTP Smooth Streaming) 2010
 - Adobe HDS (HTTP Dynamic Streaming) 2010
 - MPEG-DASH (ISO/IEC 23009-1) 2012

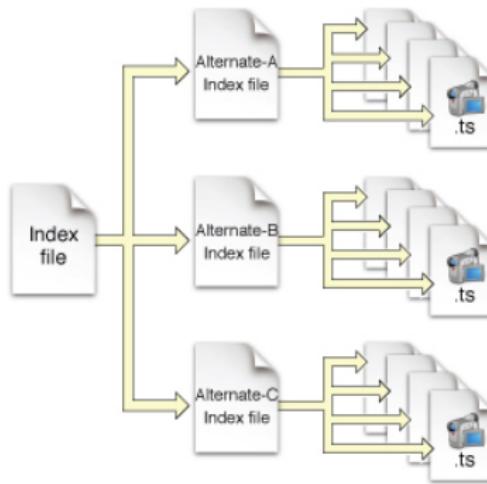
Apple HLS

■ Architecture



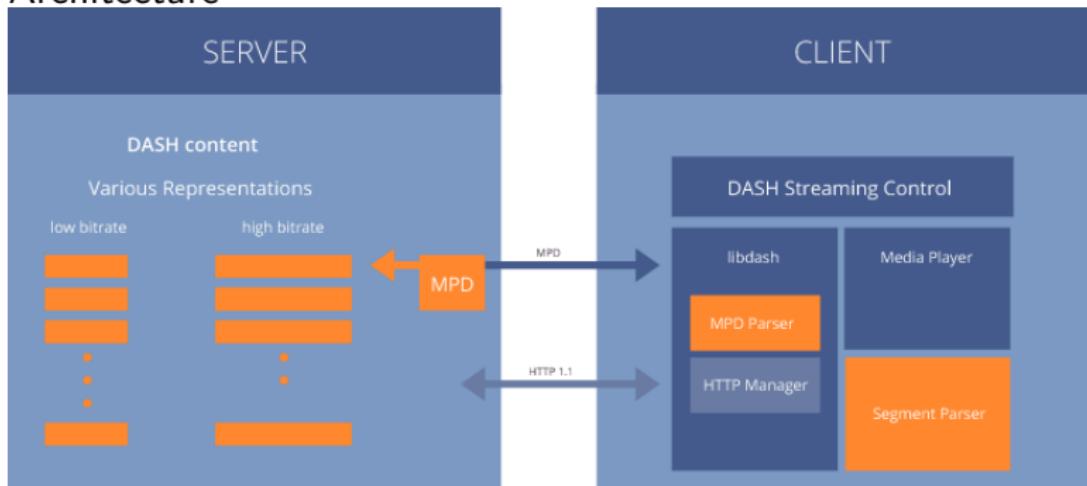
Apple HLS

■ Segment Indexing



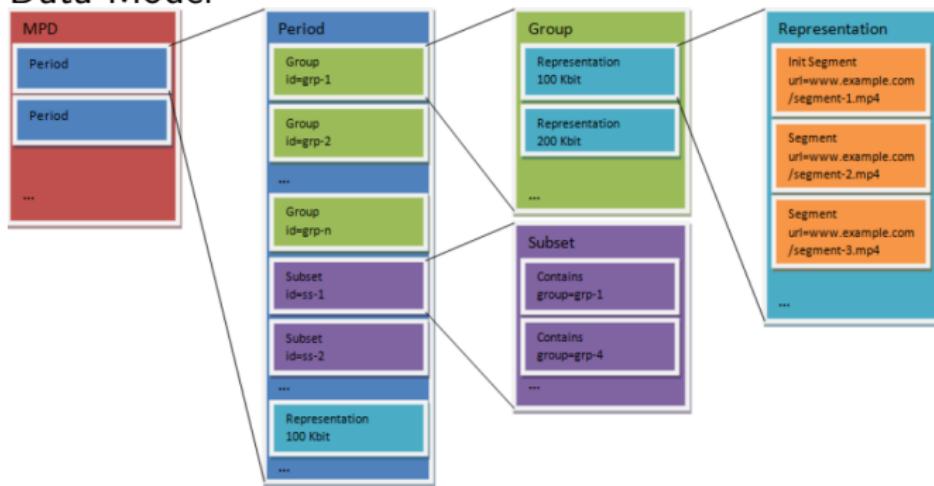
MPEG-DASH

■ Architecture



MPEG-DASH

■ Data Model

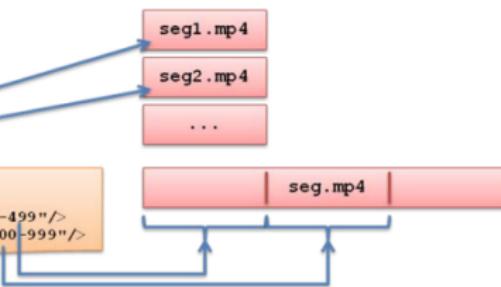


MPEG-DASH

■ Segment Indexing

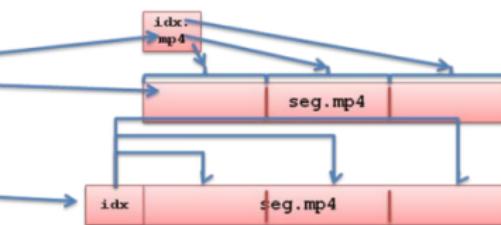
Segment Index in MPD only

```
<MPD>
...
<URL sourceURL="seg1.mp4"/>
<URL sourceURL="seg2.mp4"/>
</MPD>
```



Segment Index in MPD + Segment

```
<MPD>
...
<Index sourceURL="idx.mp4"/>
<URL sourceURL="seg.mp4"/>
</MPD>
```



Segment Index in Segment only

```
<MPD>
...
<BaseURL>seg.mp4</BaseURL>
</MPD>
```



原有系统怎么完成 DASH 改造？架平流媒体经验

■ 转封装 vs 转编码？

尽量只转封装，不转编码；实时、按需转封装/转码

原有系统怎么完成 DASH 改造？架平流媒体经验

- 转封装 vs 转编码？

尽量只转封装，不转编码；实时、按需转封装/转码

- 并发 I/O 流少的问题？使用/自写的协议？

原有系统怎么完成 DASH 改造？架平流媒体经验

- 转封装 vs 转编码？

尽量只转封装，不转编码；实时、按需转封装/转码

- 并发 I/O 流少的问题？使用/自写的协议？

`tmpfs` 最简单、方便，对 Cache 管理要求不强的场合

原有系统怎么完成 DASH 改造？架平流媒体经验

- 转封装 vs 转编码？

尽量只转封装，不转编码；实时、按需转封装/转码

- 并发 I/O 流少的问题？使用/自写的协议？

`tmpfs` 最简单、方便，对 Cache 管理要求不强的场合

`in_mem` in memory, 进程内的编解码 I/O

原有系统怎么完成 DASH 改造？架平流媒体经验

- 转封装 vs 转编码?
尽量只转封装，不转编码；实时、按需转封装/转码
 - 并发 I/O 流少的问题？使用/自写的协议?
 - `tmpfs` 最简单、方便，对 Cache 管理要求不强的场合
 - `in_mem` in memory, 进程内的编解码 I/O
 - `shm_mem` shared memory, 多进程的编解码 I/O，可自定义 Cache 管理、淘汰算法

原有系统怎么完成 DASH 改造？架平流媒体经验

- ## ■ 转封装 vs 转编码？

尽量只转封装，不转编码；实时、按需转封装/转码

- #### ■ 并发 I/O 流少的问题？使用/自写的协议？

`tmpfs` 最简单、方便，对 Cache 管理要求不强的场合

`in_mem` in memory, 进程内的编解码 I/O

`shm_mem` shared memory, 多进程的编解码 I/O, 可自定义 Cache 管理、淘汰算法

AVIOContext FFMPEG built-in

原有系统怎么完成 DASH 改造？架平流媒体经验

- ## ■ 转封装 vs 转编码？

尽量只转封装，不转编码；实时、按需转封装/转码

- #### ■ 并发 I/O 流少的问题？使用/自写的协议？

`tmpfs` 最简单、方便，对 Cache 管理要求不强的场合

`in_mem` in memory, 进程内的编解码 I/O

`shm_mem` shared memory, 多进程的编解码 I/O, 可自定义 Cache 管理、淘汰算法

AVIOContext FFMPEG built-in

`async_http` 适用直播，数据到达不可预期

原有系统怎么完成 DASH 改造？架平流媒体经验

- ## ■ 转封装 vs 转编码？

尽量只转封装，不转编码；实时、按需转封装/转码

- #### ■ 并发 I/O 流少的问题？使用/自写的协议？

`tmpfs` 最简单、方便，对 Cache 管理要求不强的场合

`in_mem` in memory, 进程内的编解码 I/O

`shm_mem` shared memory, 多进程的编解码 I/O, 可自定义 Cache 管理、淘汰算法

AVIOContext FFMPEG built-in

`async http` 适用直播，数据到达不可预期

- #### ■ FPGA HEVC Encoding (proposed)

Motivation

DASH 和 Wechat, Weishi, Qzone 等社交 UGC 视频转码中存在 的问题：

Motivation

DASH 和 Wechat, Weishi, Qzone 等社交 UGC 视频转码中存在的问题：

- 视频长度较短

一般仅一个到若干个 GOP，MapReduce 时仅需要一个 Mapper

Motivation

DASH 和 Wechat, Weishi, Qzone 等社交 UGC 视频转码中存在的问题：

- 视频长度较短
一般仅一个到若干个 GOP，MapReduce 时仅需要一个 Mapper
 - 但 MapReduce 任务调度的延时较大
有时甚至超过播放时长。可通过 Linux Container, Docker 守护进程的实时 MapReduce 来缓解，但非根本解决之道

Motivation

DASH 和 Wechat, Weishi, Qzone 等社交 UGC 视频转码中存在的问题：

- 视频长度较短
一般仅一个到若干个 GOP，MapReduce 时仅需要一个 Mapper
 - 但 MapReduce 任务调度的延时较大
有时甚至超过播放时长。可通过 Linux Container, Docker 守护进程的实时 MapReduce 来缓解，但非根本解决之道
 - 大部分视频的未来访问少于 X 次
还有必要全码率转码 + 全量分发么？

大数据分析，得出结论：

- 对数千台后台服务器连续一周运行状态的测量：

大数据分析，得出结论：

- 对数千台后台服务器连续一周运行状态的测量：
 - 不仅 DC, OC 的多数服务器大部分时间 CPU 负载也较低甚至包括某些 HTTP 服务器

大数据分析，得出结论：

- 对数千台后台服务器连续一周运行状态的测量：
 - 不仅 DC, OC 的多数服务器大部分时间 CPU 负载也较低
甚至包括某些 HTTP 服务器
 - 多数服务器的 CPU 负载基本不会出现突变
CPU 负载随时间相对平稳，但不同地区的平均负载存在差异

大数据分析，得出结论：

- 对数千台后台服务器连续一周运行状态的测量：
 - 不仅 DC, OC 的多数服务器大部分时间 CPU 负载也较低甚至包括某些 HTTP 服务器
 - 多数服务器的 CPU 负载基本不会出现突变
CPU 负载随时间相对平稳，但不同地区的平均负载存在差异
 - 对应时间所有用户访问和调度情况的测量：

大数据分析，得出结论：

- 对数千台后台服务器连续一周运行状态的测量：
 - 不仅 DC, OC 的多数服务器大部分时间 CPU 负载也较低甚至包括某些 HTTP 服务器
 - 多数服务器的 CPU 负载基本不会出现突变
CPU 负载随时间相对平稳，但不同地区的平均负载存在差异
 - 对应时间所有用户访问和调度情况的测量：
 - 用户对 CDN 的 region 选择存在偏好
由于网络拓扑关系，用户去不同的 CDN 边缘节点下载的速度各不相同，而目前的调度算法，至少能得到一个次优解

大数据分析，得出结论：

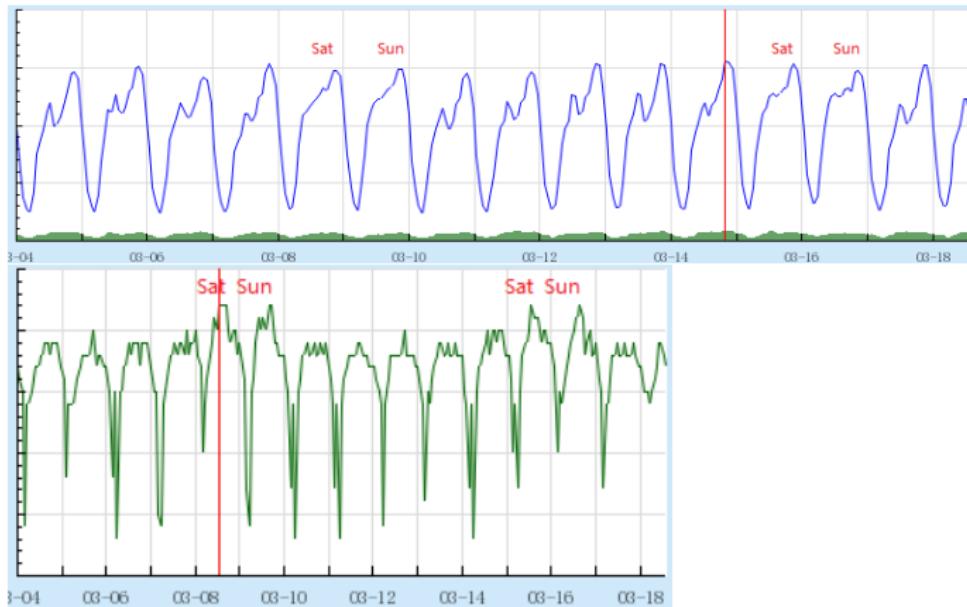
- 对数千台后台服务器连续一周运行状态的测量：
 - 不仅 DC, OC 的多数服务器大部分时间 CPU 负载也较低
甚至包括某些 HTTP 服务器
 - 多数服务器的 CPU 负载基本不会出现突变
CPU 负载随时间相对平稳，但不同地区的平均负载存在差异
- 对应时间所有用户访问和调度情况的测量：
 - 用户对 CDN 的 region 选择存在偏好
由于网络拓扑关系，用户去不同的 CDN 边缘节点下载的速度各不相同，而目前的调度算法，至少能得到一个次优解
 - 不同地区用户对码率存在偏好
在前面次优解的前提下，不同地区得到平均服务质量有差异

Tencent 腾讯



稳定匹配

带宽和 CPU 使用率示例



启发

- CDN 的大部分服务器是否也可用来做转码？

启发

- CDN 的大部分服务器是否也可用来做转码？
- 是否可以按需转码，按需分发？
on-line, on-the-fly, on-demand?

启发

- CDN 的大部分服务器是否也可用来做转码？
 - 是否可以按需转码，按需分发？
on-line, on-the-fly, on-demand?
 - 当前 CDN 节点实在是没有所需码率片段时...
是否可以给一个不高于所需码率的最高码率副本 来替代？

优化问题

■ 用户重定向

用户当前请求应该被调度到哪个 CDN 节点来服务？资源应尽量在哪儿转码？服务器负载、带宽利用、用户体验，哪个更重要？

优化问题

■ 用户重定向

用户当前请求应该被调度到哪个 CDN 节点来服务？资源应尽量在哪儿转码？服务器负载、带宽利用、用户体验，哪个更重要？

■ 哪些资源的哪些片段最需要被转码

用户最需要的，能尽量让用户得到最大码率的，当前副本最少的？消耗服务器计算资源少的（节能/碳环保）？

优化问题

■ 用户重定向

用户当前请求应该被调度到哪个 CDN 节点来服务？资源应尽量在哪儿转码？服务器负载、带宽利用、用户体验，哪个更重要？

■ 哪些资源的哪些片段最需要被转码

用户最需要的，能尽量让用户得到最大码率的，当前副本最少的？消耗服务器计算资源少的（节能/碳环保）？

■ 转码后的片段应当怎样在 CDN 云中分发

怎样定义分发代价？怎样让代价最小？怎样尽可能不超出购买带宽量？

我们的启发式算法

- 联合考虑转码和分发，再多阶段优化

我们的启发式算法

- 联合考虑转码和分发，再多阶段优化
- 三个扩展的 0-1 背包问题

我们的启发式算法

- 联合考虑转码和分发，再多阶段优化
- 三个扩展的 0-1 背包问题
- 用户 - 服务器 - 码率副本？ — 调度 / 匹配？

我们的启发式算法

- 联合考虑转码和分发，再多阶段优化
 - 三个扩展的 0-1 背包问题
 - 用户 - 服务器 - 码率副本？ — 调度 / 匹配？
 - 启发式规则和稳定匹配（婚姻）结合

我们的启发式算法

- 联合考虑转码和分发，再多阶段优化
 - 三个扩展的 0-1 背包问题
 - 用户 - 服务器 - 码率副本？ — 调度 / 匹配？
 - 启发式规则和稳定匹配（婚姻）结合
 - 启发式：设计出贪心规则给出 NP 难问题的近似最优解

我们的启发式算法

- 联合考虑转码和分发，再多阶段优化
 - 三个扩展的 0-1 背包问题
 - 用户 - 服务器 - 码率副本？ — 调度 / 匹配？
 - 启发式规则和稳定匹配（婚姻）结合
 - 启发式：设计出贪心规则给出 NP 难问题的近似最优解
 - 稳定匹配：扩展的稳定婚姻问题

我们的启发式算法

- 联合考虑转码和分发，再多阶段优化
- 三个扩展的 0-1 背包问题
- 用户 - 服务器 - 码率副本？ — 调度 / 匹配？
- 启发式规则和稳定匹配（婚姻）结合
 - 启发式：设计出贪心规则给出 NP 难问题的近似最优解
 - 稳定匹配：扩展的稳定婚姻问题
 - 女追男 — 尽量利于女神
 - 女：用户；男：CDN 边缘节点

我们的启发式算法

- 联合考虑转码和分发，再多阶段优化
- 三个扩展的 0-1 背包问题
- 用户 - 服务器 - 码率副本？ — 调度 / 匹配？
- 启发式规则和稳定匹配（婚姻）结合
 - 启发式：设计出贪心规则给出 NP 难问题的近似最优解
 - 稳定匹配：扩展的稳定婚姻问题
 - 女追男 — 尽量利于女神
女：用户；男：CDN 边缘节点
 - 男方具有多容量

我们的启发式算法

- 联合考虑转码和分发，再多阶段优化
- 三个扩展的 0-1 背包问题
- 用户 - 服务器 - 码率副本？ — 调度 / 匹配？
- 启发式规则和稳定匹配（婚姻）结合
 - 启发式：设计出贪心规则给出 NP 难问题的近似最优解
 - 稳定匹配：扩展的稳定婚姻问题
 - 女追男 — 尽量利于女神
女：用户；男：CDN 边缘节点
 - 男方具有多容量
 - 稳定性、最优性与帕累托效率

算法应用

准备与预测框架

- 用户对所有 CDN 边缘节点的偏好

过去的测速数据 → Rank 用户对所有 CDN 边缘节点的偏好

算法应用

准备与预测框架

- 用户对所有 CDN 边缘节点的偏好
过去的测速数据 → Rank 用户对所有 CDN 边缘节点的偏好
 - 每段视频未来一段时间的访问频率
过去访问频次 & 幂律分布 & 指数衰减 → 未来一段时间所有有可能有访问的视频的访问频次

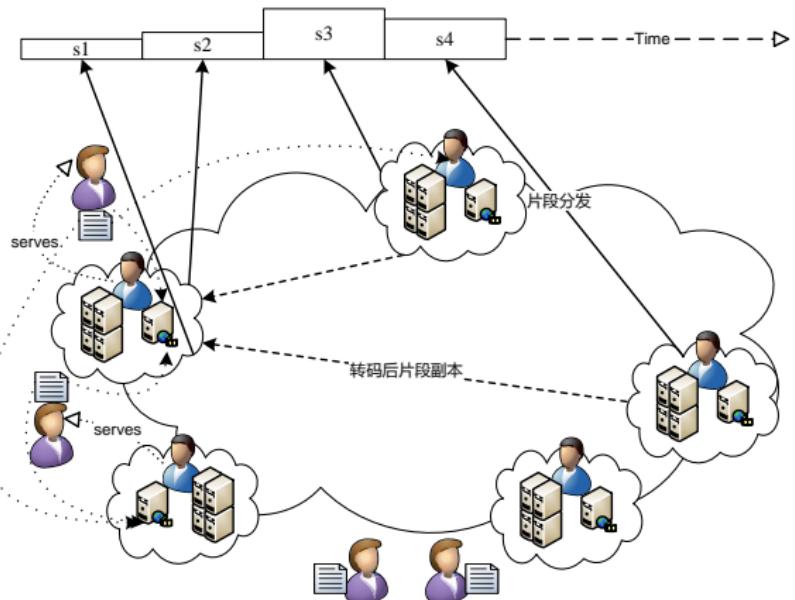
算法应用

准备与预测框架

- 用户对所有 CDN 边缘节点的偏好
过去的测速数据 → Rank 用户对所有 CDN 边缘节点的偏好
 - 每段视频未来一段时间的访问频率
过去访问频次 & 幂律分布 & 指数衰减 → 未来一段时间所有有可能有访问的视频的访问频次
 - 未来一小段时间服务器的期望空间计算资源
工作日/周末自回归模型 → 未来一段时间每个 OC 节点服务器的期望 CPU 负载

稳定匹配

整体架构与“女追男”模型



至关重要：Satisfying Women



Tencent 腾讯

效果

- 44.8% 的用户会享受更高码率的版本
相比传统服务器负载均衡的算法

效果

- 44.8% 的用户会享受更高码率的版本
相比传统服务器负载均衡的算法
- 4.5 倍的用户享受到最高的可能码率

效果

- 44.8% 的用户会享受更高码率的版本
相比传统服务器负载均衡的算法
- 4.5 倍的用户享受到最高的可能码率
- 减少 42.2% 接受和当前带宽不匹配码率的可能
相比传统 FIFO（先来先服务）的算法

效果

- 44.8% 的用户会享受更高码率的版本
相比传统服务器负载均衡的算法
- 4.5 倍的用户享受到最高的可能码率
- 减少 42.2% 接受和当前带宽不匹配码率的可能
相比传统 FIFO（先来先服务）的算法
- 减少约 80% 的转码计算资源消耗
对于微视、腾讯视频这种 4 码率副本的场景。码率副本数越高，效果越明显。（Qzone 两码率副本场合，减少约 40%）

效果

- 44.8% 的用户会享受更高码率的版本
相比传统服务器负载均衡的算法
- 4.5 倍的用户享受到最高的可能码率
- 减少 42.2% 接受和当前带宽不匹配码率的可能
相比传统 FIFO（先来先服务）的算法
- 减少约 80% 的转码计算资源消耗
对于微视、腾讯视频这种 4 码率副本的场景。码率副本数越高，效果越明显。（Qzone 两码率副本场合，减少约 40%）
- 副本传输的带宽不随分段数显著增长
事实上，当分段数 n 足够大后，随 n 几乎不变了。



Publications



Publications



...alanzhuang... Joint Online Transcoding and Geo-distributed Delivery for Dynamic Adaptive Streaming. IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems (TPDS). 2014. (will appear)

Publications



...alanzhuang... Joint Online Transcoding and Geo-distributed Delivery for Dynamic Adaptive Streaming. IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems (TPDS). 2014. (will appear)



Publications



...alanzhuang... Joint Online Transcoding and Geo-distributed Delivery for Dynamic Adaptive Streaming. IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems (TPDS). 2014. (will appear)



Outline

1 背景

2 从 Cloud Transcoder 到 TranscX

- 前腾讯研究院 Cloud Transcoder
- 架平流媒体 TranscX

3 DASH 与稳定婚姻

- DASH
- 稳定匹配

4 Future Vision

- 和一些新技术的结合
- Acknowledgment

和一些新技术的结合

和一些新技术的结合

■ WebRTC

Client-end caching & delivery & broadcasting

和一些新技术的结合

和一些新技术的结合

- WebRTC

Client-end caching & delivery & broadcasting

- HTML5 WebSocket, HTTP 2.0

会话保持，多流传输

和一些新技术的结合

和一些新技术的结合

- WebRTC
 - Client-end caching & delivery & broadcasting
- HTML5 WebSocket, HTTP 2.0
 - 会话保持, 多流传输
- Social Could TV

和一些新技术的结合

和一些新技术的结合

- WebRTC
 - Client-end caching & delivery & broadcasting
- HTML5 WebSocket, HTTP 2.0
 - 会话保持, 多流传输
- Social Could TV
- SVC, MVC, HEVC, NC
 - 编码、多副本多版本机制、多视角、传输

和一些新技术的结合

友商的行动 - 新闻报道



人民网
people.cn

www.news.cn
新华网
NEWS
www.xinhuanet.com



环球网
www.huanqiu.com

淘宝网
Taobao.com

Tencent 腾讯



和一些新技术的结合

友商的行动 - 新闻报道



继空调之后，电视台成为阿里云计算的下一个大数据重塑目标。

2014 年 3 月 20 日下午，阿里云宣布... 打造中国最大的全媒体云计算平台。... 在一周内，帮助传统电视台变成多屏网络电视台，支持电脑网站、手机 APP、电视机全终端流畅播放，...

阿里云是中国罕有可以将 5000 台计算机合成一台“超级计算机”的云计算平台，将为全国广播电视媒体提供超级计算、高速存储和网络连接能力，满足其海量视频内容的处理和传播需求。合作伙伴新奥特则负责开发基于云平台的全媒体播控系统，包括采集收录、快编转码、存储管理、多终端视频发布、收视研究等。...，其中包括中央电视台、北京、江苏、浙江、湖南卫视等多家强势电视媒体。

和一些新技术的结合



Acknowledgment

Acknowledgment

本 slides 中部分内容源自与以下人员的协作/交流：

- 架平流媒体

Leon Ouyang, Devin Zeng, Guita Zhang, Kernel He, Chris Su

Acknowledgment

Acknowledgment

本 slides 中部分内容源自与以下人员的协作/交流：

- 架平流媒体

Leon Ouyang, Devin Zeng, Guita Zhang, Kernel He, Chris Su

- Tsinghua-Tencent Joint Lab.

Zhi Wang

Acknowledgment

Acknowledgment

本 slides 中部分内容源自与以下人员的协作/交流：

- 架平流媒体

Leon Ouyang, Devin Zeng, Guita Zhang, Kernel He, Chris Su

- Tsinghua-Tencent Joint Lab.

Zhi Wang

- SNG 社交平台部

Stone Huang, Scorpion Xu, Rizen Guo

Acknowledgment

Acknowledgment

本 slides 中部分内容源自与以下人员的协作/交流：

- 架平流媒体

Leon Ouyang, Devin Zeng, Guita Zhang, Kernel He, Chris Su

- Tsinghua-Tencent Joint Lab.

Zhi Wang

- SNG 社交平台部

Stone Huang, Scorpion Xu, Rizen Guo

- NTU

Young Wen

Tencent 腾讯