

《Edge Cache Replacement Strategy for SVC-Encoding Tile-Based 360-degree Panoramic Streaming》阅读整理

1、本篇介绍

Requerement:

- ultra-high bandwidth
- ultra-low Motion-to-Photon (MTP)delay (减少头部运动和视频渲染的延迟) 需要 $MTP \leq 20ms$ ，防止生理晕眩。

Problems to solve :

- 如何在有限缓存大小的边缘服务器的本地缓存中选择合适的视频
- 当缓存不足时应该替换哪个质量的tile

本文旨在通过研究基于**SVC**的 **tile 360度**视频编码的边缘缓存替换策略，提高缓存命中率，最大化用户的QoE。

这里规定：基础层可以独立解码，而增强层必须依赖于基础层解码

1. 因为低层视频块的请求量较大，当超过缓存容量时，低层视频块被驱逐的概率要比高层视频块小。
2. 如果数据块在用户的**FoV**中，它将具有较低的驱逐优先级。
3. 受欢迎度较高的块应该以较高的概率缓存
4. 研究发现，替换一个大的内容块比替换多个小的内容块更能提高命中率。（考虑视频块大小）
5. An aging factor

最后的实验结果与LRU, LFU and GDSF相比较，更优。

2、系统架构

(1) 网络管理方案

客户端请求到达BS时，先检测请求到的内容是否在缓存中：

- cache hit
- cache miss

Our goal: increase the cache hit

(2) 360°视频模型

参数了解：N段视频，每段D秒， $S-t$ 是第t段视频，假设视频为每秒30帧，等矩形投影ERP. M tiles, 每个tile根据SVC被编码到L个不同的质量层中，编码后的贴图称为chunk.

注：所有chunk都有MPD文件，一起储存在服务器上。

Adaption（自适应）Input 包括：

- 视频信息Video information
- Viewpoint: 来着用户以前的视角
- Network throughput: 网络吞吐量，从之前下载的块中测量
- Buffer status: 以秒为单位

Output:（调度策略）

- 视角
- 质量调整

3、方法提出

(1) 计算视频块的Cache Value

Cache Value: 缓存这个视频的可能性。越小越应该被替换掉。

$H(t, C_{v,k,i,q}) = C_{v,k,i,q}$ 段视频在时间 t 的 *CacheValue*

$$H(t, C_{v,k,i,q}) = \text{clock} + P_{C_{v,k,i,q}}(t) \times \frac{1}{\text{size}_{C_{v,k,i,q}}} \times \frac{L-q}{L} \times \frac{1 + \text{isfov}_{C_{v,k,i,q}}}{2}$$

解释1：

$P_{C_{v,k,i,q}}(t)$ 表示 $C_{v,k,i,q}$ 段视频在时间 t 的流行程度

$$P_{C_{v,k,i,q}}(t) = \begin{cases} 1, & \text{if } n = 1 \\ 1 + \sum_{j=1}^{n-1} \frac{1}{t-t_j}, & \text{if } n > 1 \end{cases}$$

其中，n是这块被请求的次数， t_j 是第j次被请求的时间，n越大，P越大。

解释2：

$\text{size}_{C_{v,k,i,q}}$ 表示此块视频的大小

解释3：

L 是等级数量， q 是当前视频的等级。

解释4：

$\text{isfov}_{C_{v,k,i,q}}$ 是一个表示是否在预测 *Fov* 内的 *bool* 值

解释5：

Clock 是 *cache aging factor*

当缓存空间不足以存储新块时，必须替换一个或多个缓存的视频块，以便为新块腾出空间。如果只需要更换一个视频块，则新视频块的时钟值设置为新视频块的缓存值H。否则，它被设置为所有被替换的视频块中最大的缓存值。

(2) SPLF (Size-Popularity-Layer-Fov)缓存替换策略

流程图形式表示

