



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

少米之炊-终端资源受限的VR视频传输

杨付正
西安电子科技大学

出品: LiveVideoStack CSDN
—— 音视频技术社区 ——



深圳
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

LiveVideoStackCon 2019 深圳

2019.12.13-14



成为讲师: speaker@livevideostack.com

成为志愿者: volunteer@livevideostack.com

赞助、商务合作: kathy@livevideostack.com

出品: **LiveVideoStack**
—— 音视频技术社区 ——



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

1. VR业务临场感体验评价及现状
2. 观看视角优先的全景视频DASH
3. Cloud VR关键技术及体验质量



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

1. VR业务临场感体验评价及现状
2. 观看视角优先的全景视频DASH
3. Cloud VR关键技术及体验质量



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

VR临场感 (Presence) 体验



服务质量QoS
Quality of Service



体验质量QoE
Quality of Experience



临场感
Presence

身临其境 “being there”

- ✓ the experience of being engaged by the representations of a virtual world.
- ✓ the feeling of being in a perceptible external world around the self.

James J. Cummings and Jeremy N. Bailenson, “How Immersive Is Enough? A Meta-Analysis of the Effect of Immersive Technology on User Presence.” Media Psychology, 00:1–38, 2015.

VR临场感 (Presence) 主观体验



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

Comparison-based Subjective Assessment Method



真实场景



虚拟场景



主观实验场景



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)



(i)



(j)



(k)



(l)

VR临场感 (Presence) 主观体验



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

Comparison-based Subjective Assessment Method



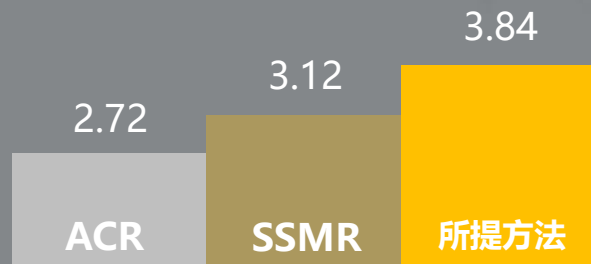
真实场景



虚拟场景



评分信心
Rating confidence



Wenjie Zou, Wei Zhang, Jiarun Song, Fuzheng Yang, Patrick LE CALLET, "A Novel Method for Assessing the Spatial Presence of Omnidirectional Videos: Comparing Virtual and Real World." IEEE Access, 2019.

VR临场感体验客观质量评价



北京
2019

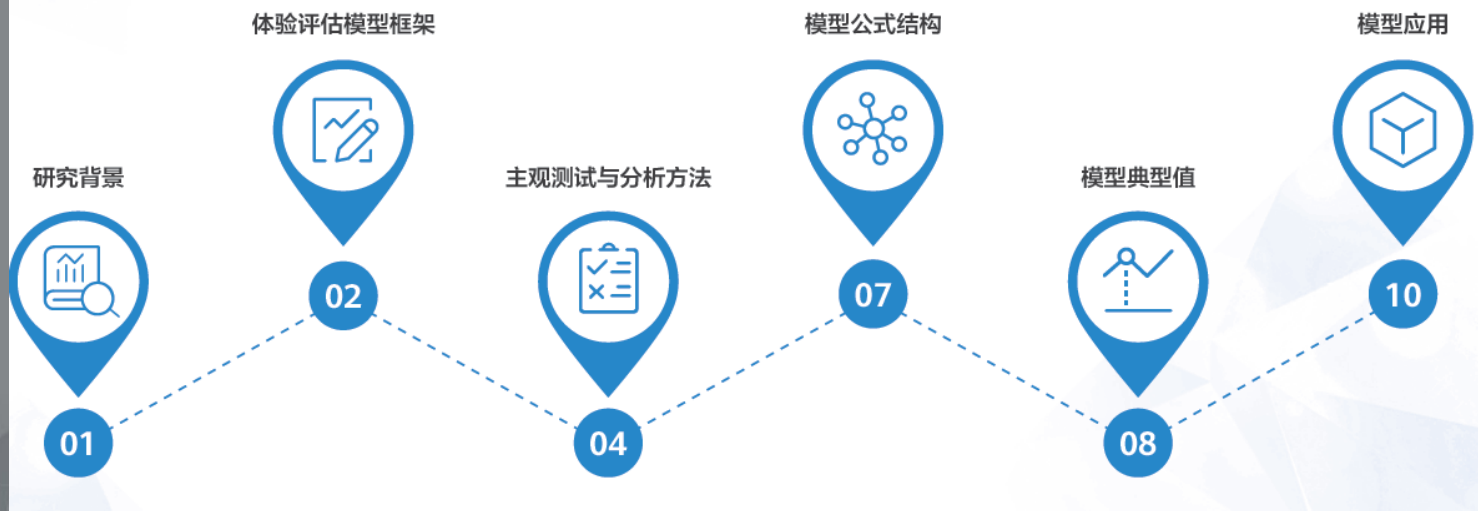
遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

云VR临场感指数 Cloud VR PI (π)

Cloud X业务体验模型系列

云游戏体验模型(Cloud gMOS)

Cloud X业务体验模型系列

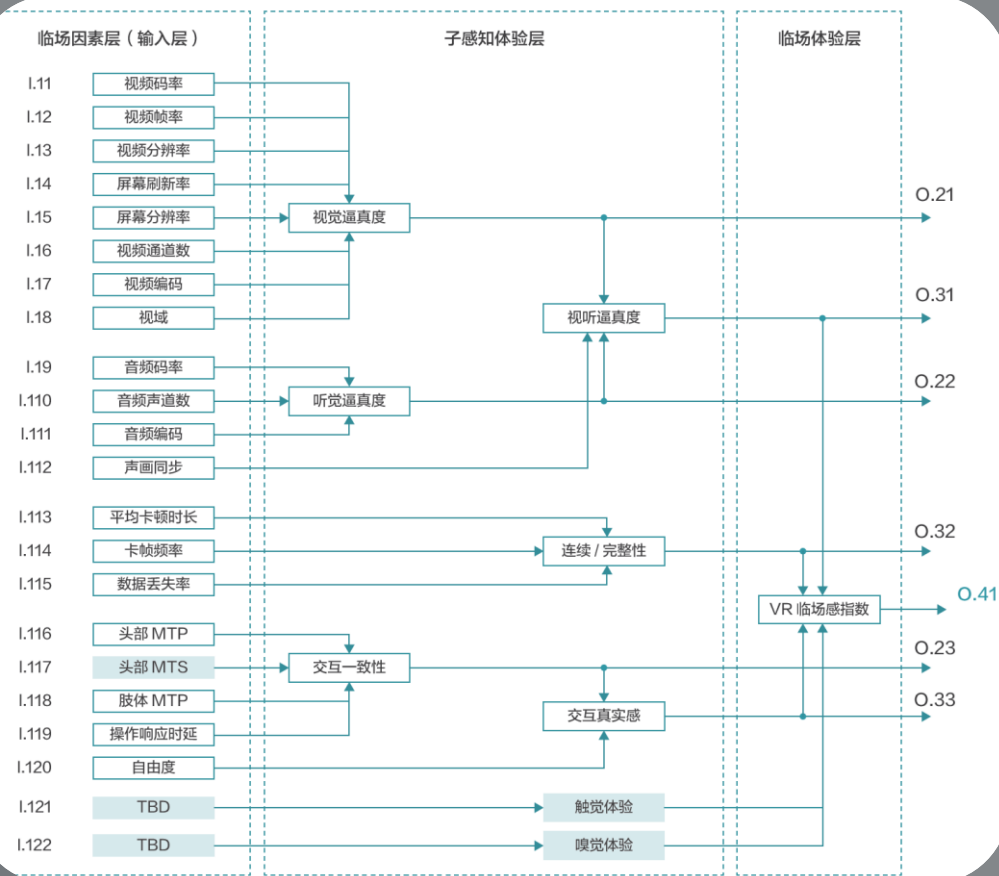


VR临场感体验质量评价框架



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want



技术域参数

临场感



华为 mLab《云VR临场感指数 Cloud VR PI》

Zou W, Yang F, Li Y, Yu H. Framework for assessing 360-video experience quality. 119th MPEG meeting, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG2017/M41242, July 2017, Torino, Italy.

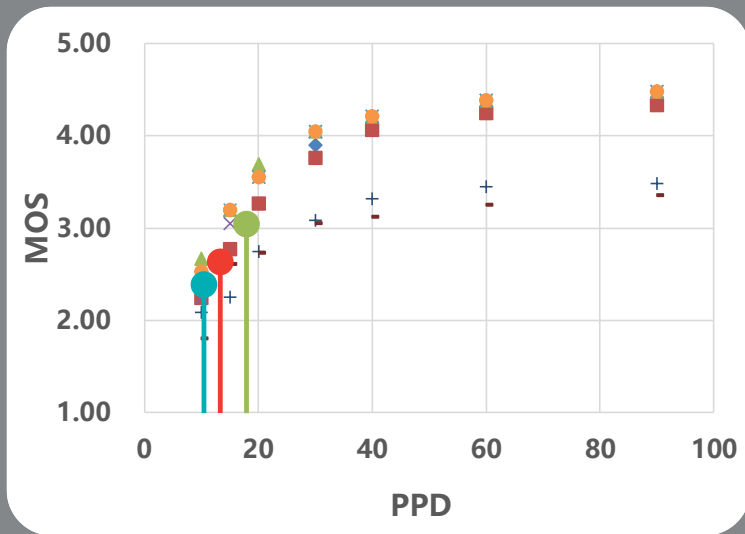
Xidian MMC Lab.



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

VR临场感体验质量——分辨率



PPD (Pixels per degree)



HTC Vive

单眼 1080×1200

PPD \approx 10



HTC Vive *pro*

单眼 1440×1600

PPD \approx 13



Pico G2 4K

单眼 1920×2160

PPD \approx 19

高硬解码能力

绝大多数独立头显不支持8K，GeForce RTX 2080 Ti、骁龙855支持8K

Xidian MMC Lab.

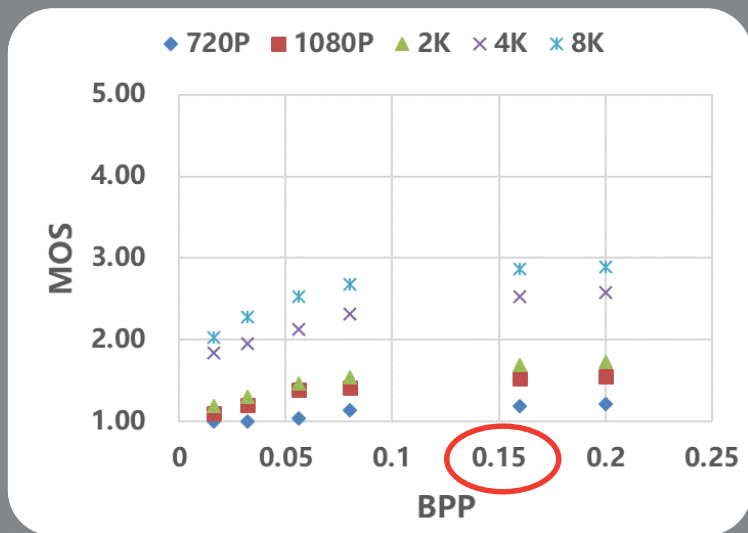


北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

VR临场感体验质量——码率

BPP (bits per pixel)



132.7 Mbps

8K分辨率
7680 × 3840

33.2 Mbps

4K 分辨率
3840 × 1920

14.7 Mbps

2K 分辨率
2560 × 1280

BPP = 0.15 FR = 30 fps

高带宽

Xidian MMC Lab.



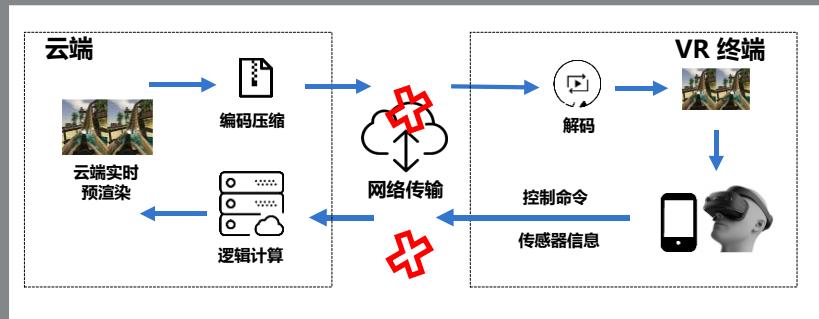
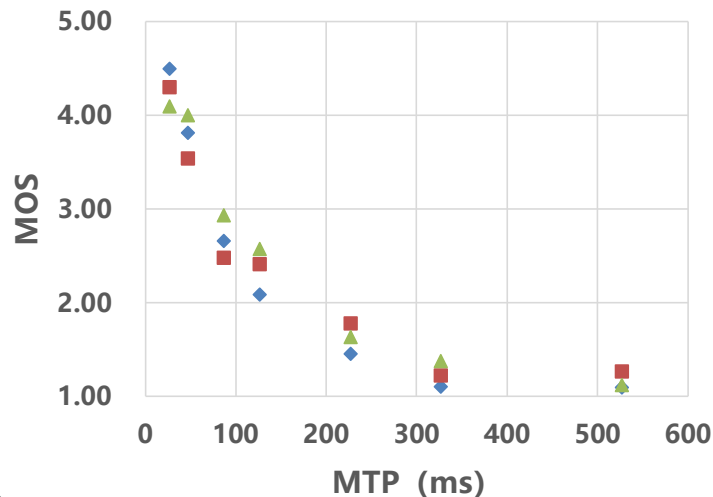
北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

VR临场感体验质量——时延

MTP (Motion-To-Photon)

云VR中时延问题:



低时延

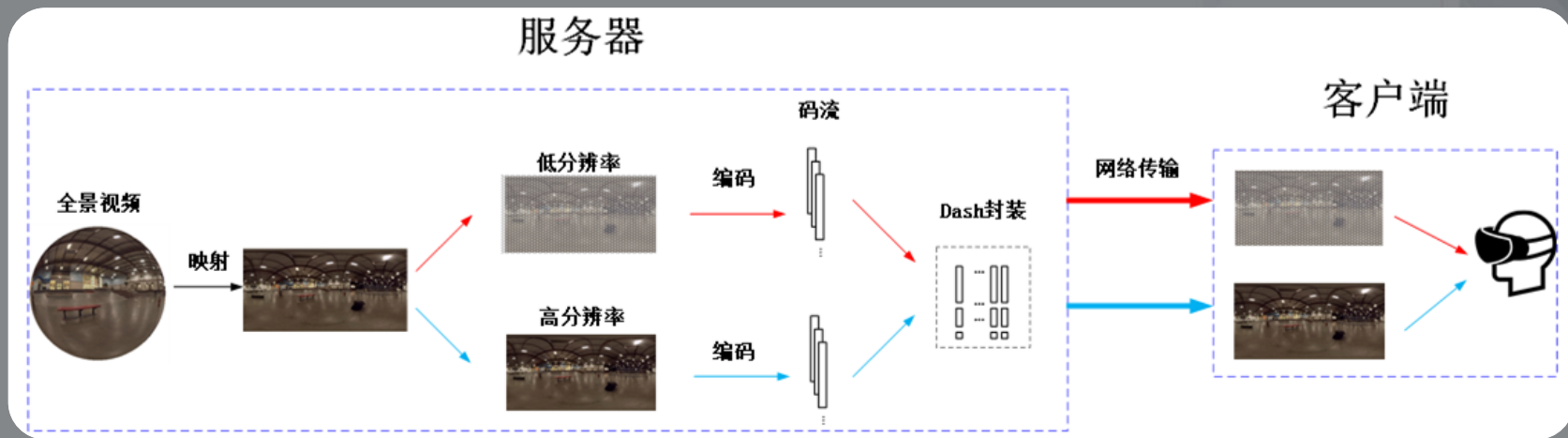


北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

1. VR业务临场感体验评价及现状
2. 观看视角优先的全景视频DASH
3. Cloud VR关键技术及体验质量

传统方式全景视频DASH



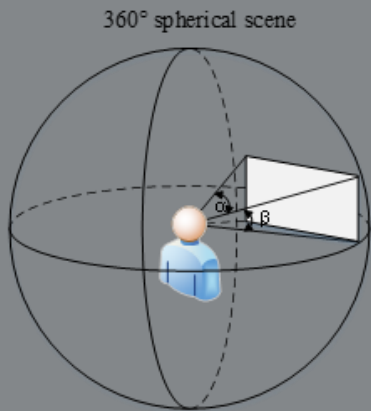
基于Tile的观看视角优先



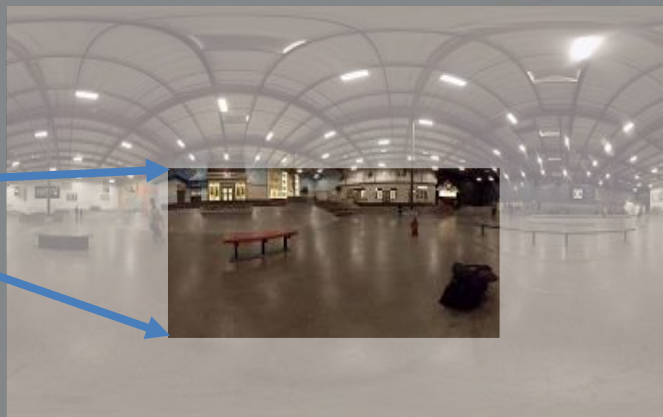
北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

有限观看视角



优先观看视角



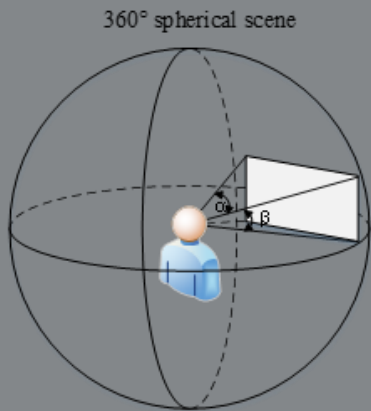
基于Tile的观看视角优先



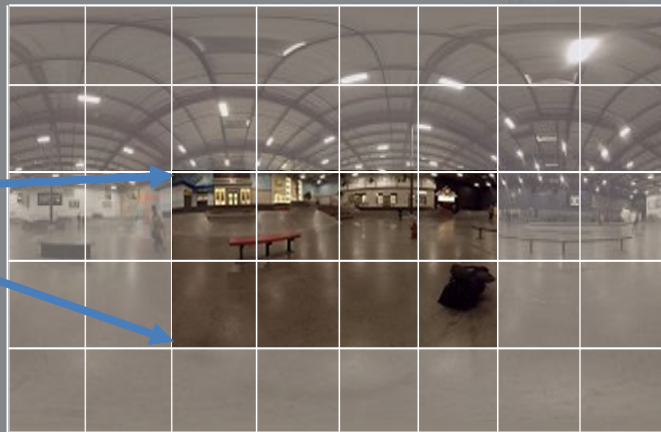
北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

有限观看视角



优先观看视角



Tiling

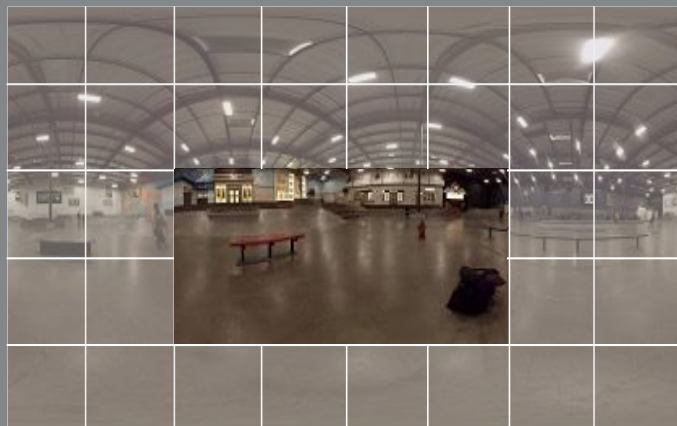
基于Tile的观看视角优先



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

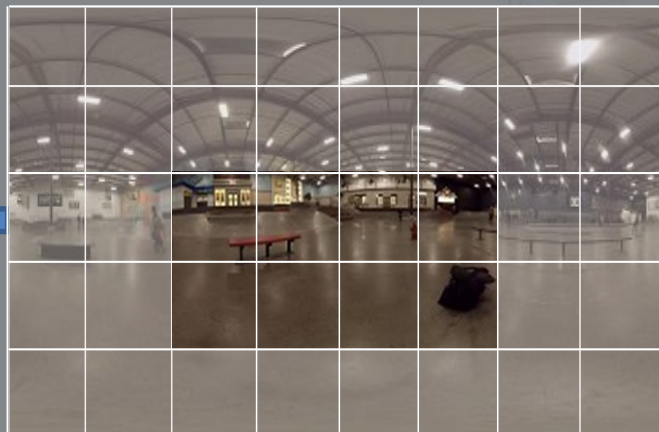
解码资源受限



码流融合



优先观看视角



Tiling

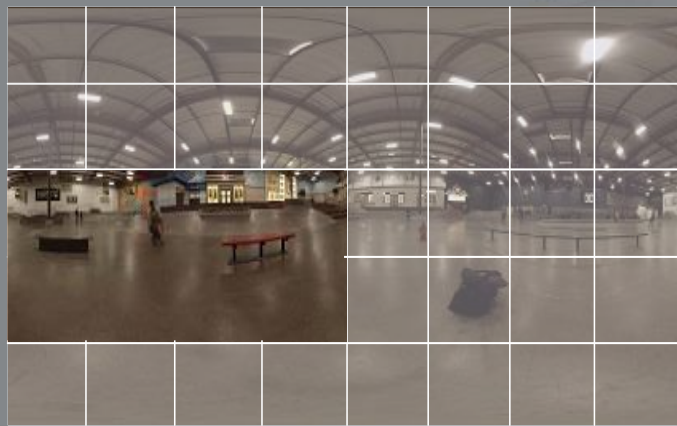
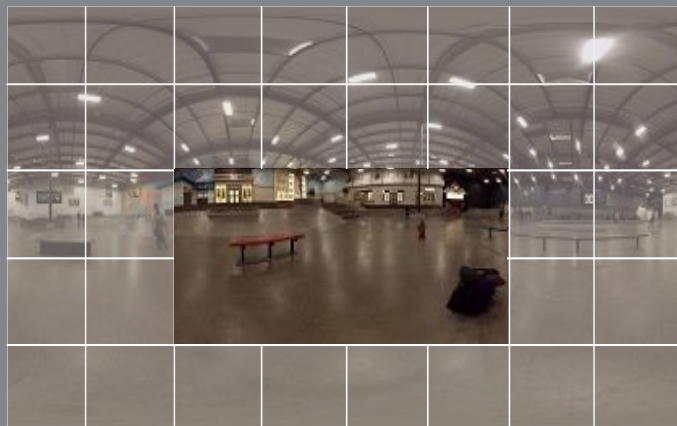
基于Tile的观看视角优先



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

视角切换



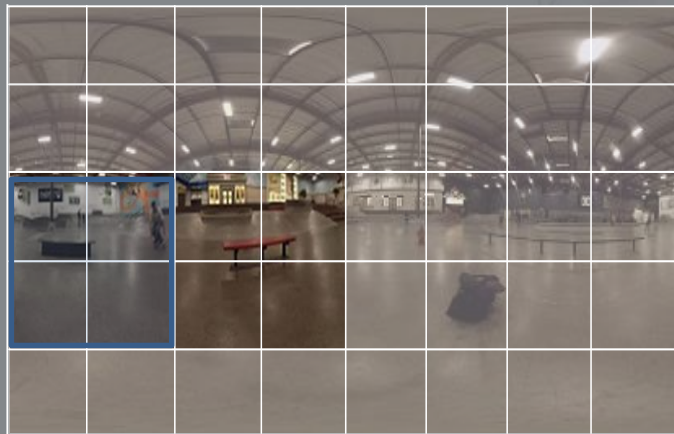
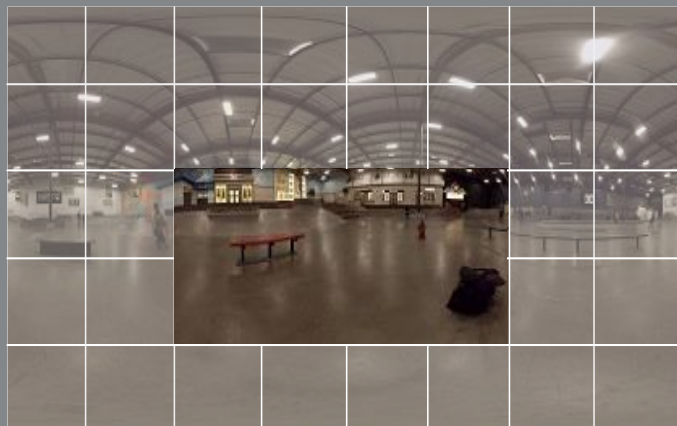
基于Tile的观看视角优先



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

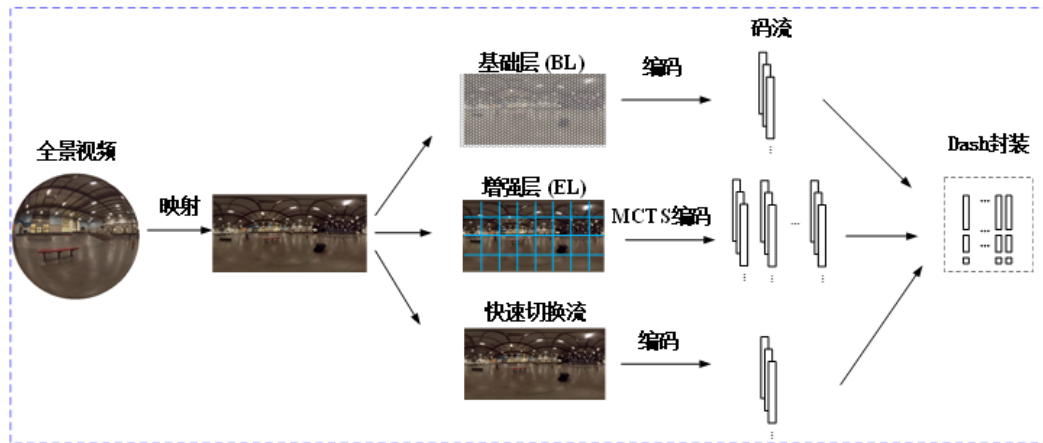
视角切换



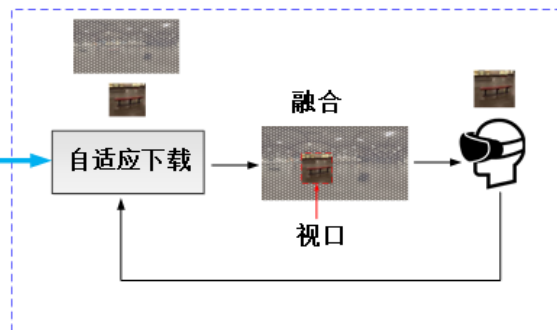
码流融合

观看视角优先的全景视频DASH

服务器



客户端



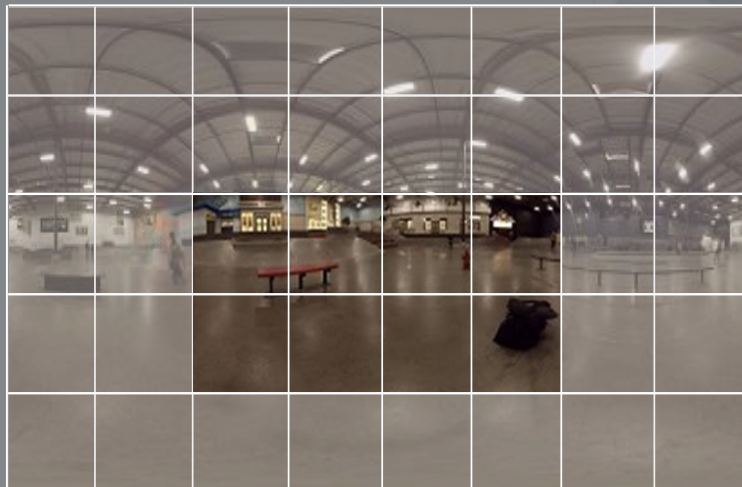


北京
2019

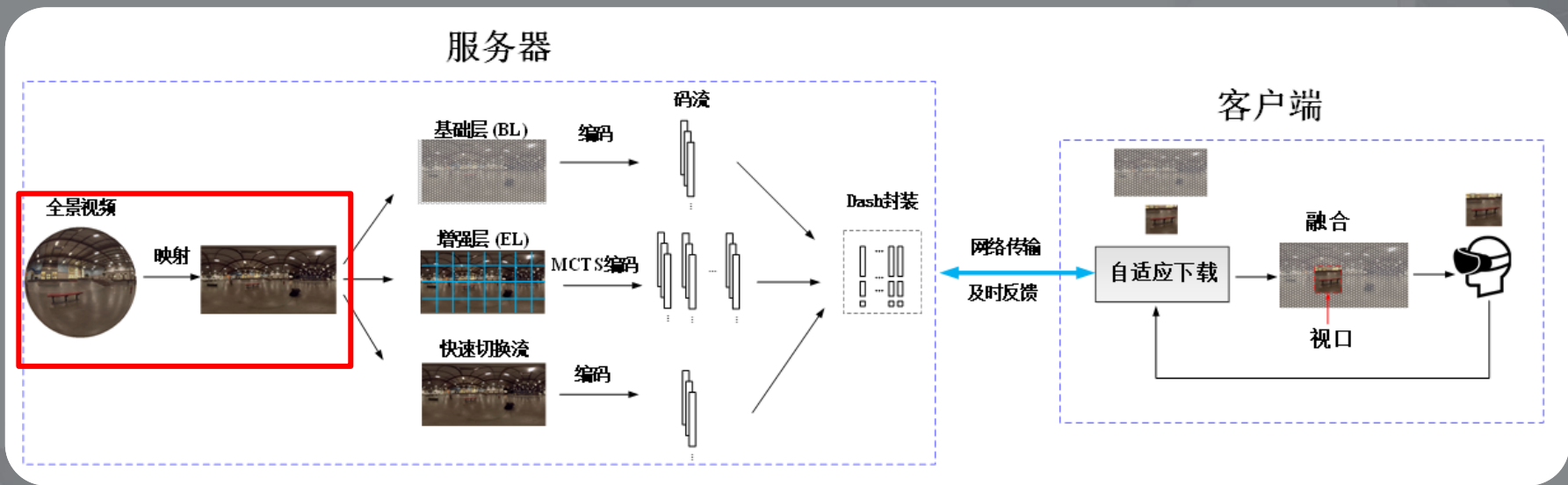
遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

观看视角优先的全景视频DASH

- 面向Tile融合的投影格式
- 面向Tile融合的编码器
- 面向Tile融合快速码流切换
- 面向三层视频流的下载策略
- Tile码流融合



面向Tile融合的投影格式

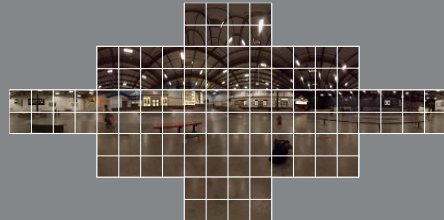
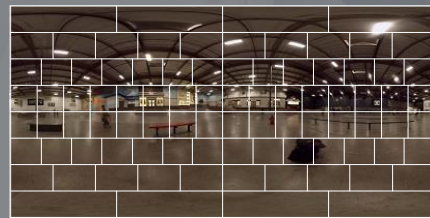
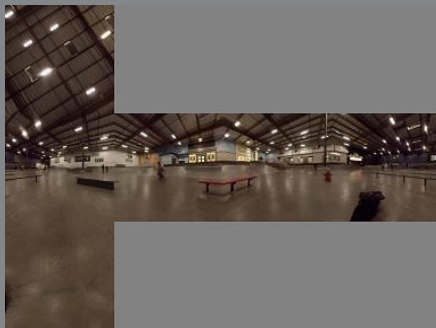




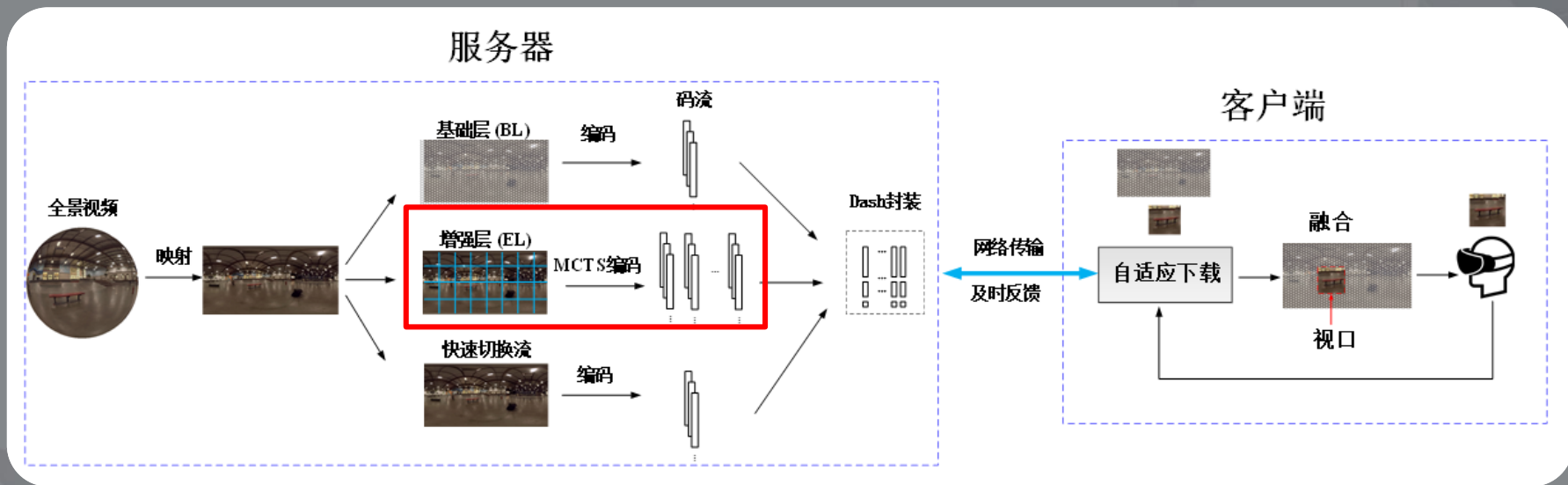
北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

面向Tile融合的投影格式



面向Tile融合的H.265/HEVC编码器





北京
2019

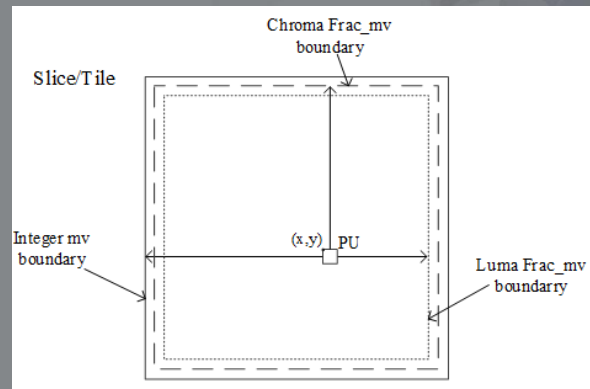
遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

面向Tile融合的H.265/HEVC编码器

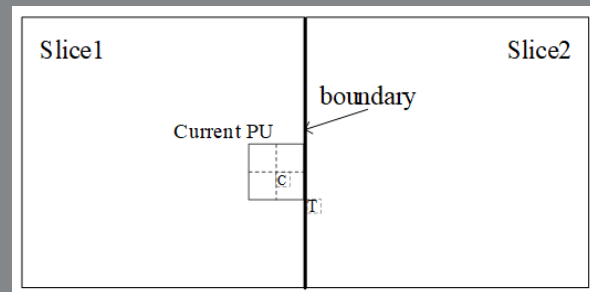
Motion Constrained Tile Streaming (MCTS)

- Slice和Tile间关系限制;
- 帧间预测运动矢量限制;
- 帧间运动估计限制;
- 环路滤波边界限制;

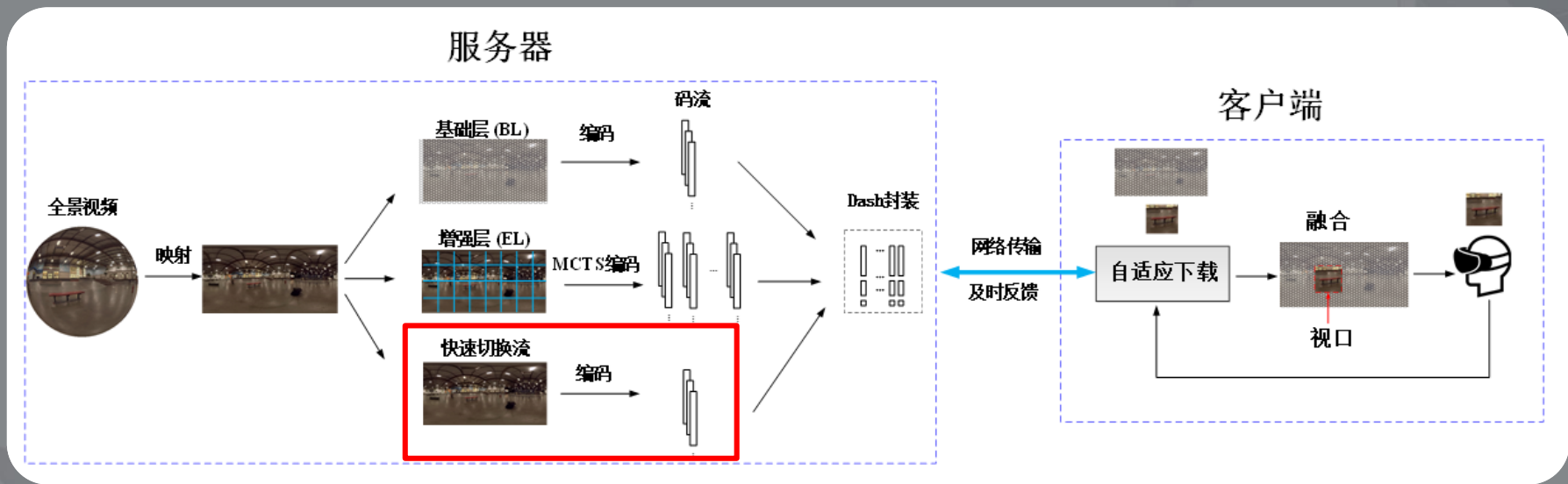
空域:



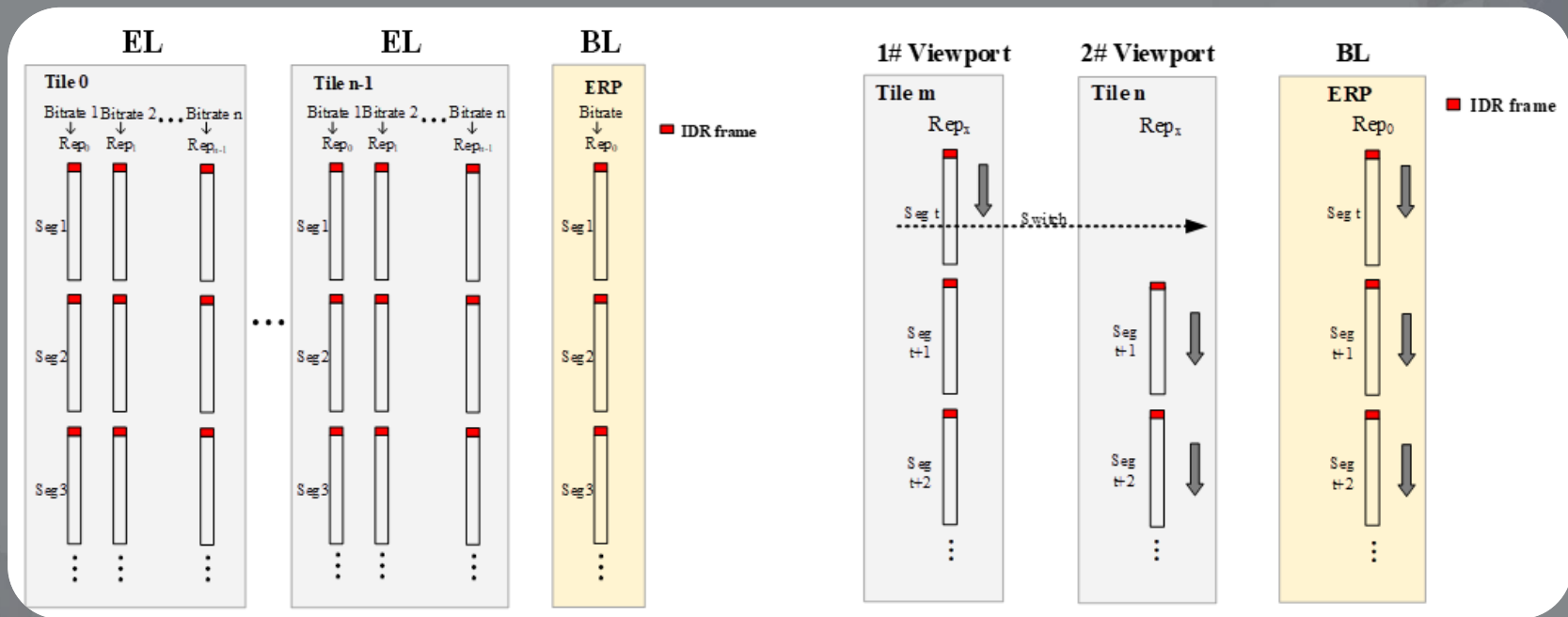
时域:



面向Tile融合快速码流切换



传统DASH视频流

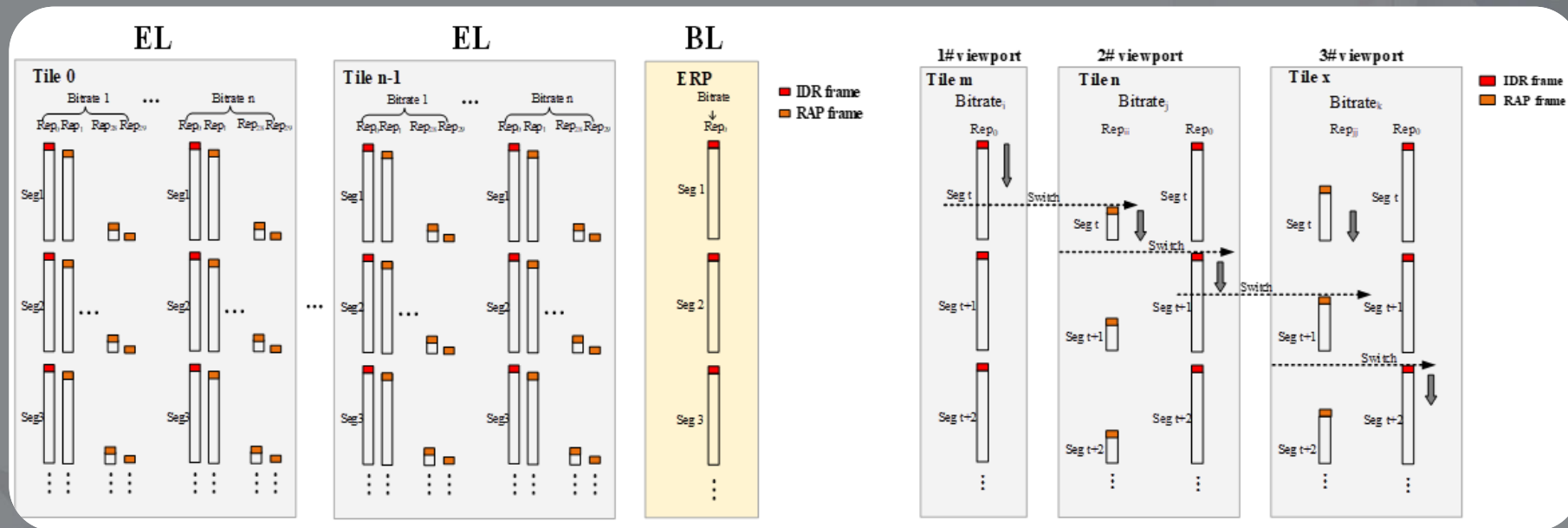




北京
2019

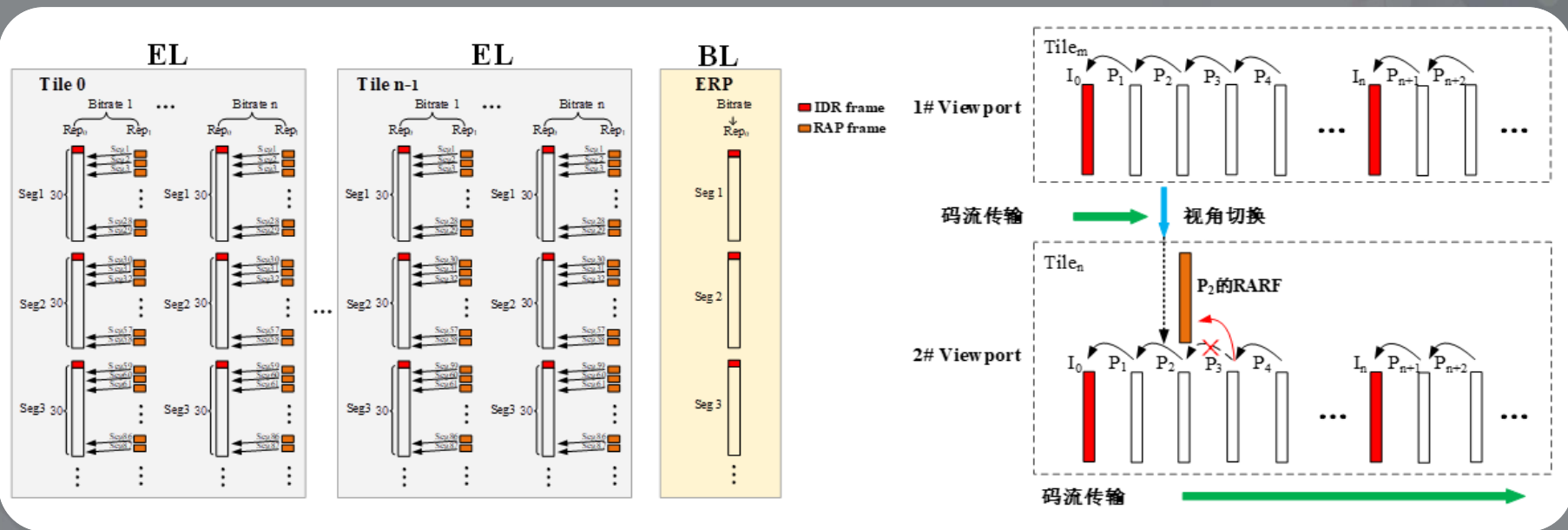
遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

基于随机视频段的快速切换流



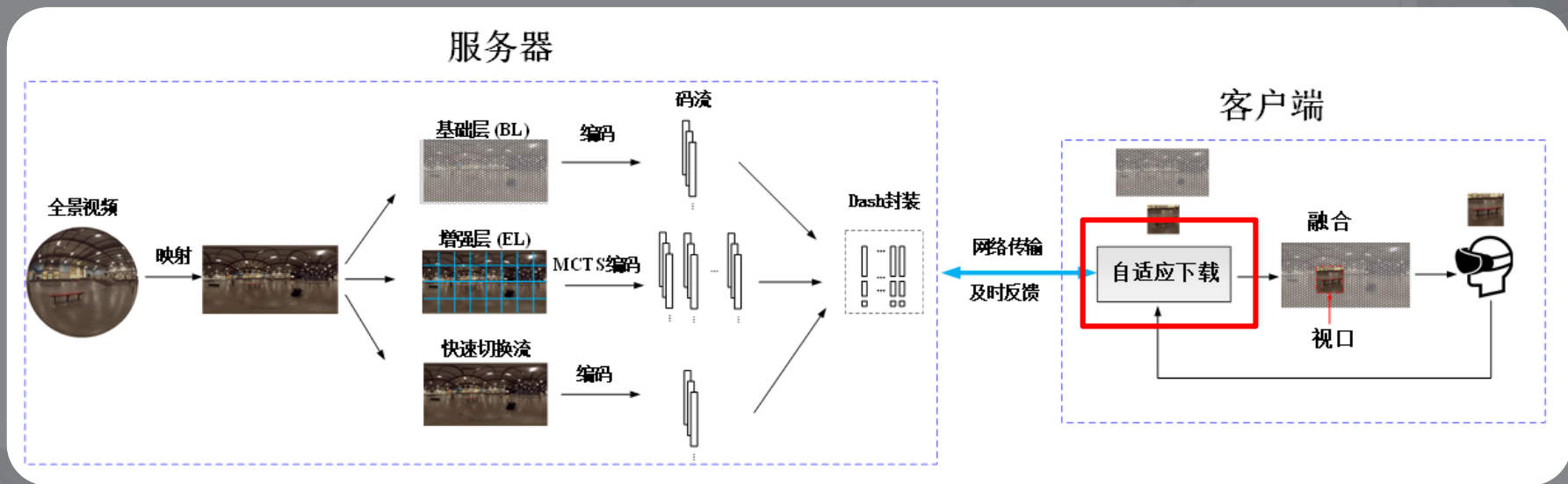
缺点：增加存储空间

基于随机参考帧的快速切换流

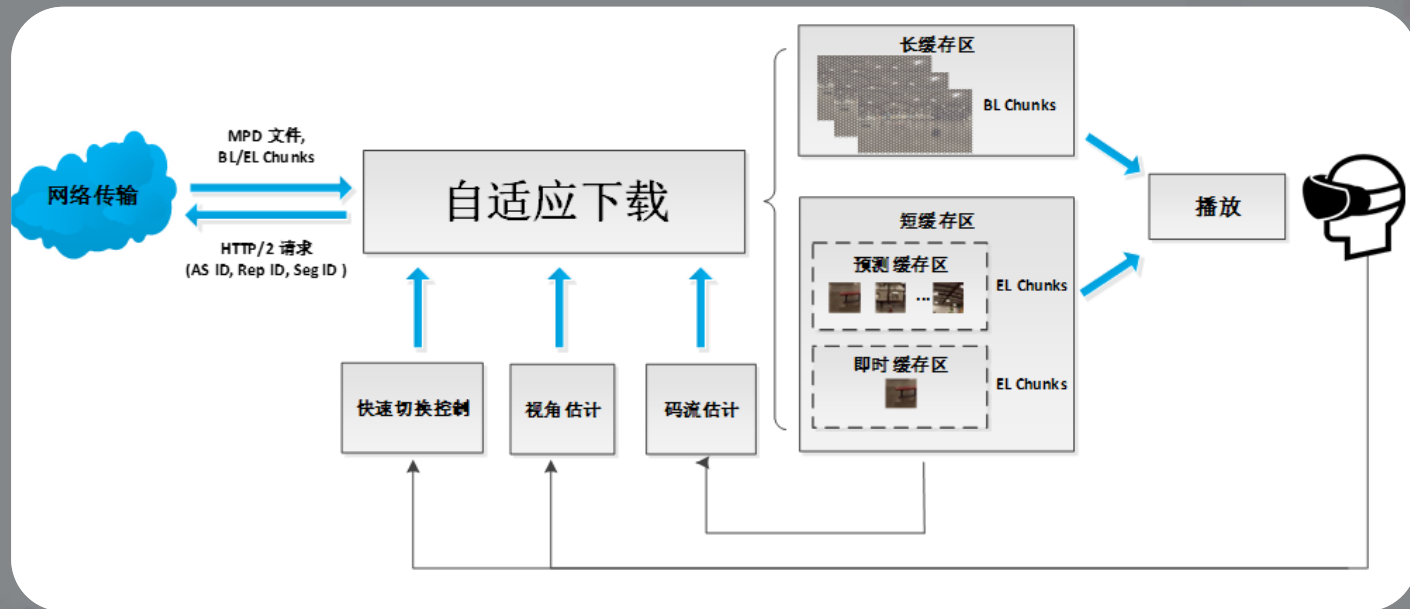


缺点：失真传播

面向三层视频流的下载策略

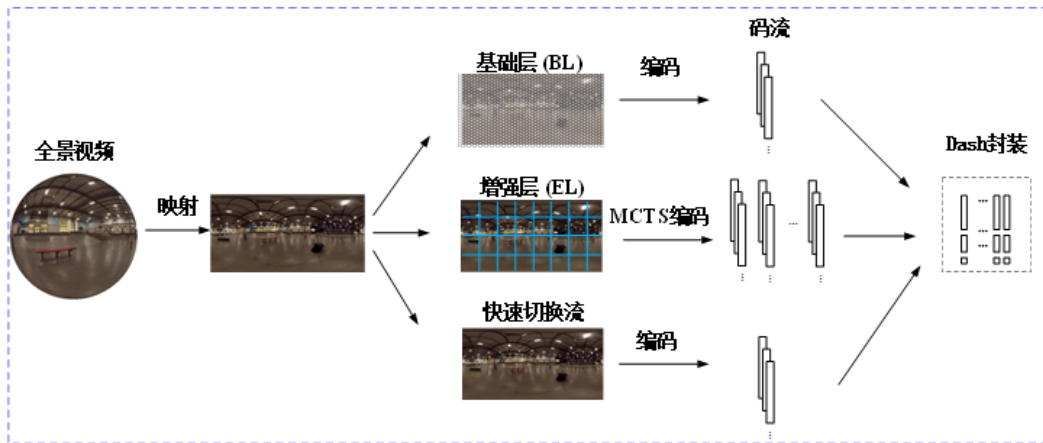


面向三层视频流的下载策略

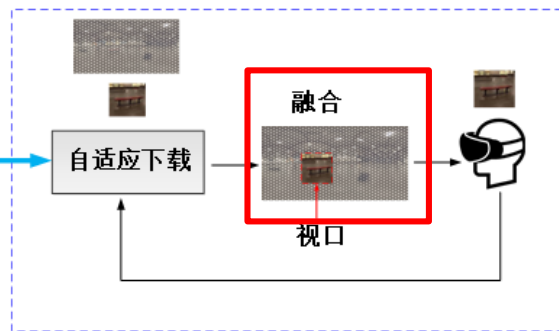


Tile码流融合

服务器



客户端



网络传输
及时反馈

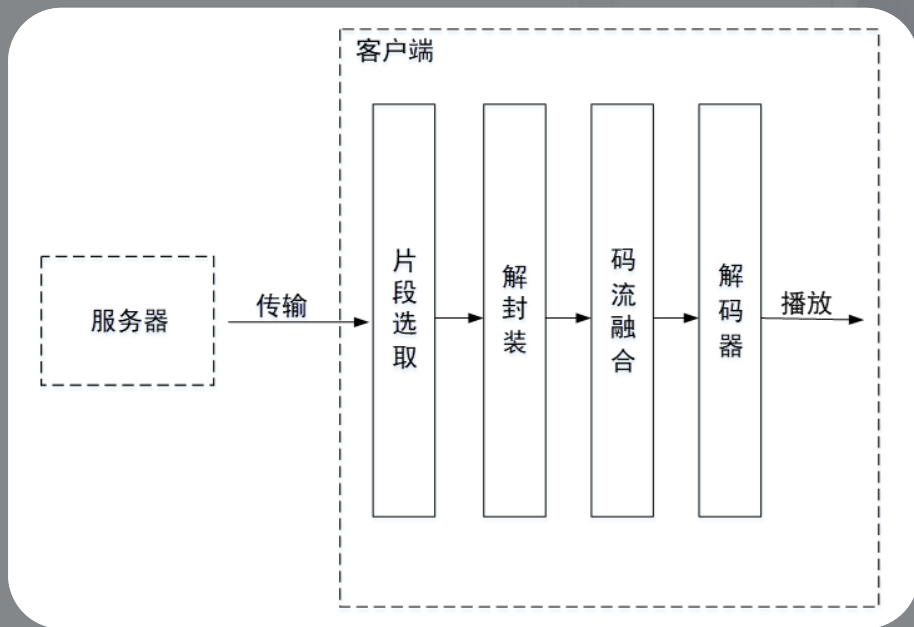


北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

Tile码流融合

- 码流头信息的修改;
 - 解析头信息
 - 语法元素的替换
 - 生成新的头信息





北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

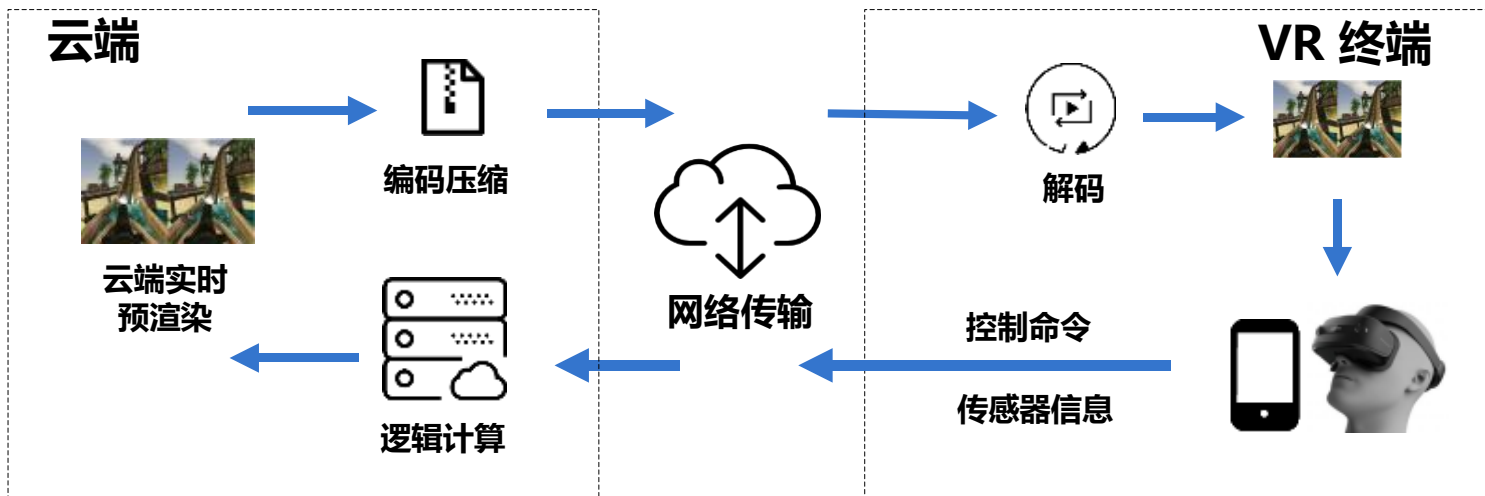
1. VR业务临场感体验评价及现状
2. 观看视角优先的全景视频DASH
3. Cloud VR关键技术及体验质量

Cloud VR系统



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

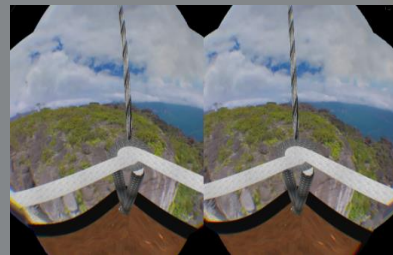
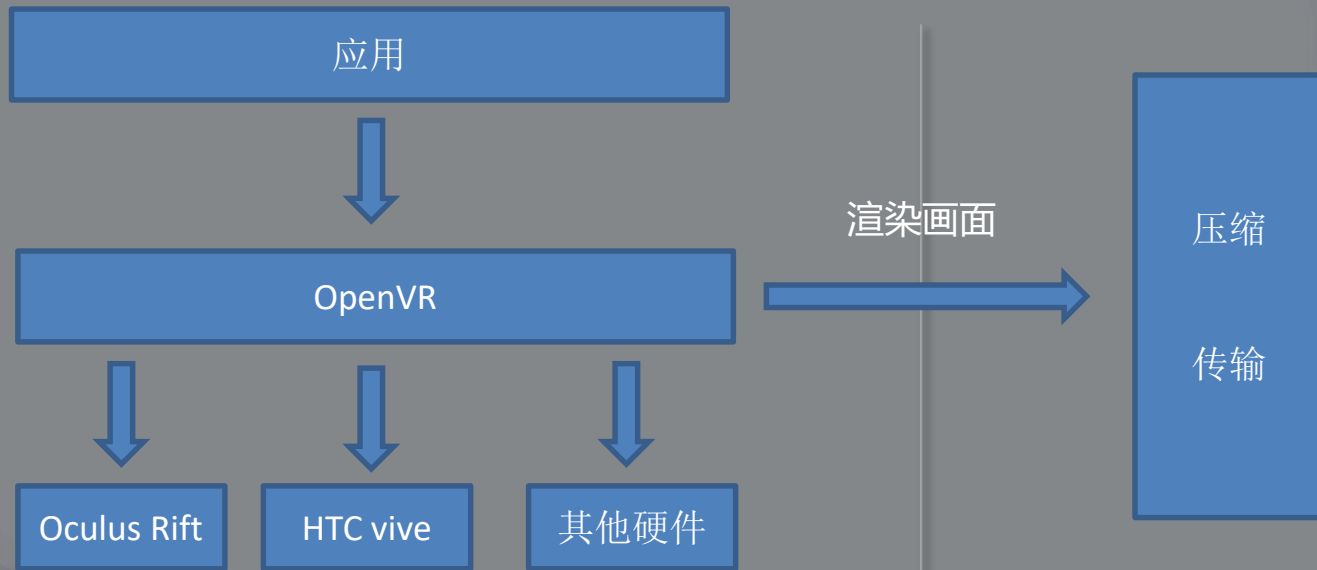




北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

Cloud VR系统——云端

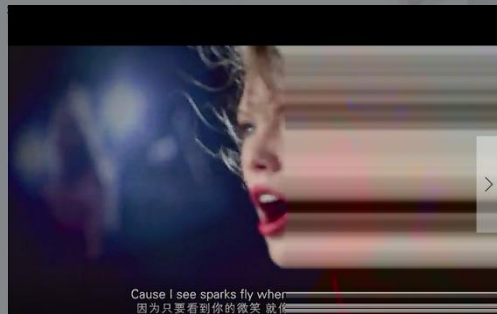
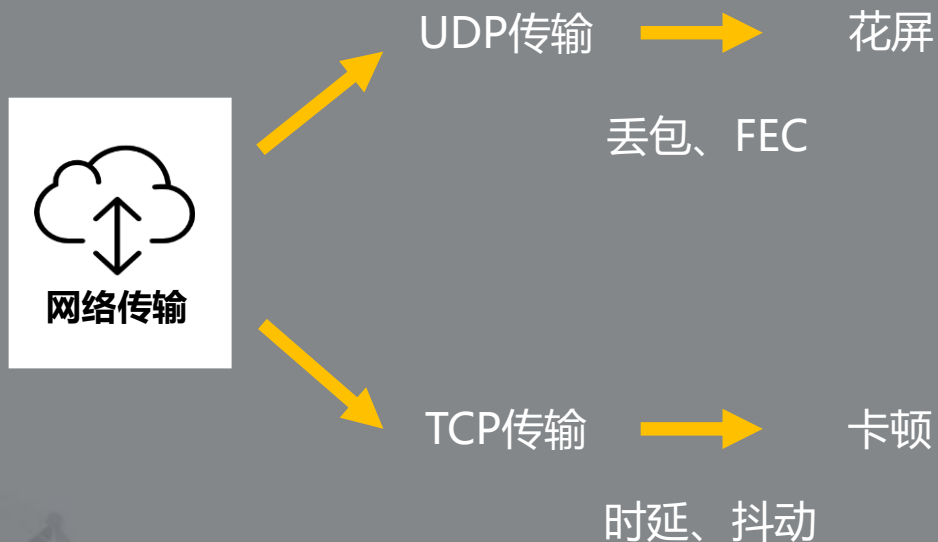




北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

Cloud VR系统——网络传输



Cloud VR系统——网络传输



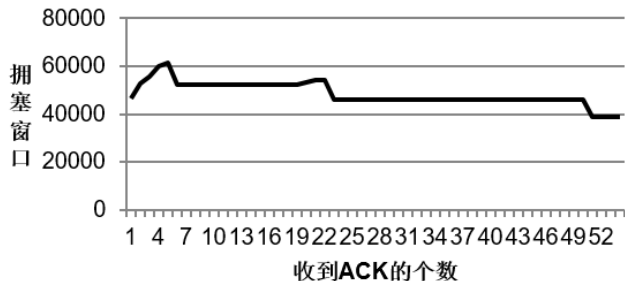
北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

QUIC(Quick UDP Internet Connection)

- 初次建链3次握手，再次建链1次握手；
- 对连接的区别基于连接ID和密钥；
- 对于数据发送采用Pacing机制；
- 接收乱序包可能造成快重传和拥塞窗口降低；
- 重传使用新包号；
- 拥塞窗口初始值较大，丢包有条件减窗，慢启动和拥塞避免阶段有条件增窗。

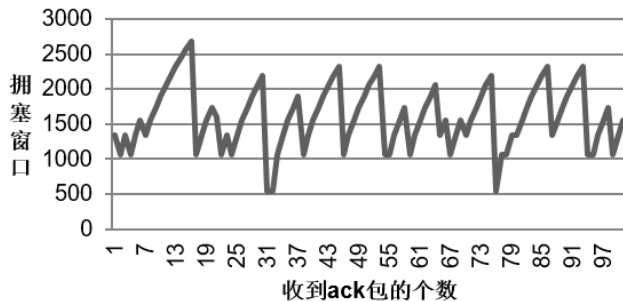
QUIC-拥塞窗口



TCP

- 建链均为3次握手；
- 对连接的区别基于源目的IP地址与端口号；
- 拥塞窗口未满就能发不控制；
- 接收乱序包回复同样的ACK，造成队头阻塞与重传；
- 重传使用原有包号（重传模糊）；
- 拥塞窗口初始值很小，丢包无条件减窗，慢启动和拥塞避免阶段有条件增窗（重复ACK）。

TCP-拥塞窗口



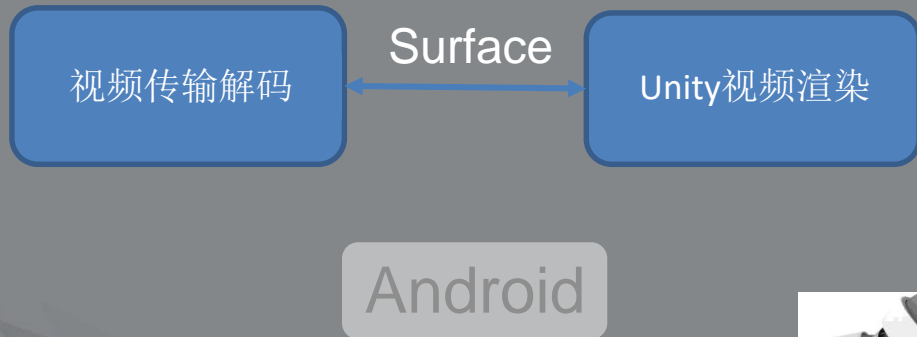


北京
2019

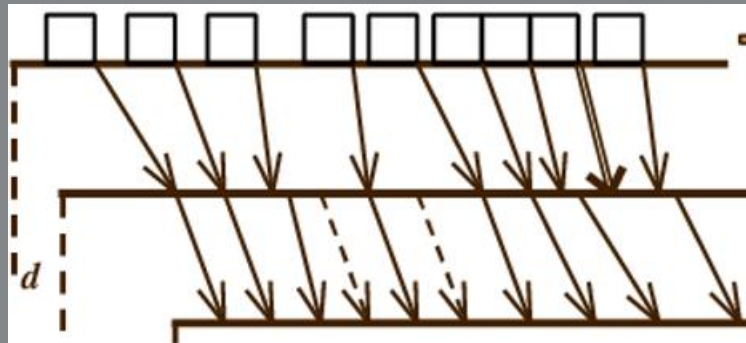
遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

Cloud VR系统——客户端

实施策略



播放策略



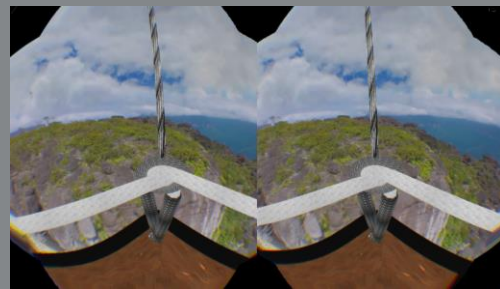
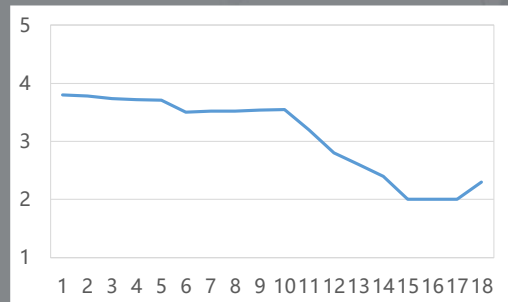


北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

Cloud VR时延测量

评估参数提取&客观评估





北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

总结

1. VR业务临场感体验评价：主客观方法都面临困难
2. 观看视角优先的全景视频DASH：解码资源受限
3. Cloud VR：降低网络时延、抖动是关键



北京
2019

遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

Thank you



出品: LiveVideoStack CSDN
—— 音视频技术社区 ——