



北京
2019

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

哔哩哔哩H.265编码器 在直播和点播的实践和应用

叶天晓
技术专家 视频云 Bilibili

出品:

LiveVideoStack
音视频技术社区

CSDN



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 CSDN
—— 音视频技术社区 ——

关于我



北京
2019

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

B站

哔哩哔哩自研H.265编码器

PPTV

视频算法组负责人

七牛

七牛直播初始成员

虹软(Arcsoft)

视频算法组

新加坡南洋理工大学 多媒体技术实验室



北京
2019

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

1. B站为何要做自有视频编码器

2. 怎样做视频编码器

3. 自有编码器现状

4. 视频编码器针对B站直播业务的优化

5. 视频编码器针对B站点播业务的优化

B站点播业务



北京
2019

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

2018.01: UP主激励计划

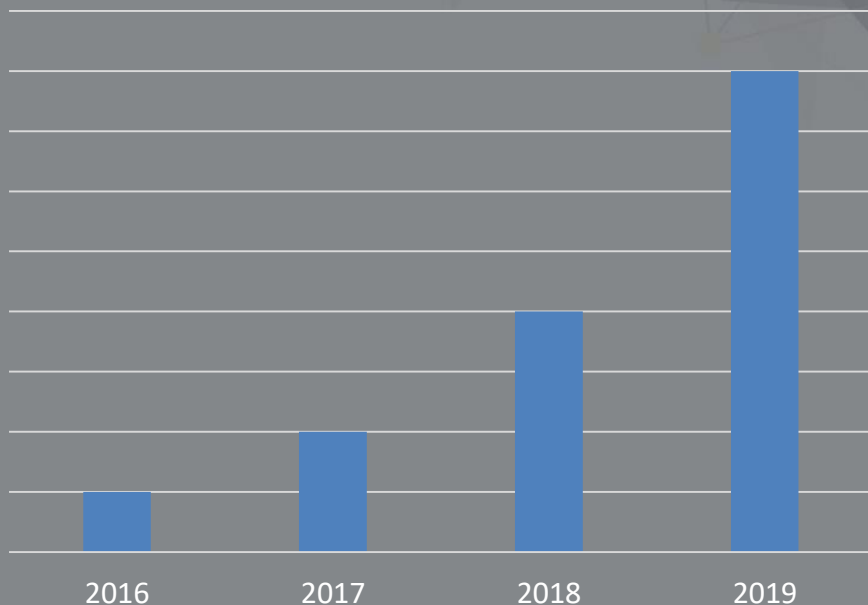
2018.02: B站清晰度升级, 解锁60fps,
支持最高码率6000kbps

2018.08: 支持DASH来多分辨率切换

2018.12: 最大上传大小从4GB增加到8GB

2019.06: B站4K画质上线

用户每日上传视频量快速增长



B站直播业务



北京
2019

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

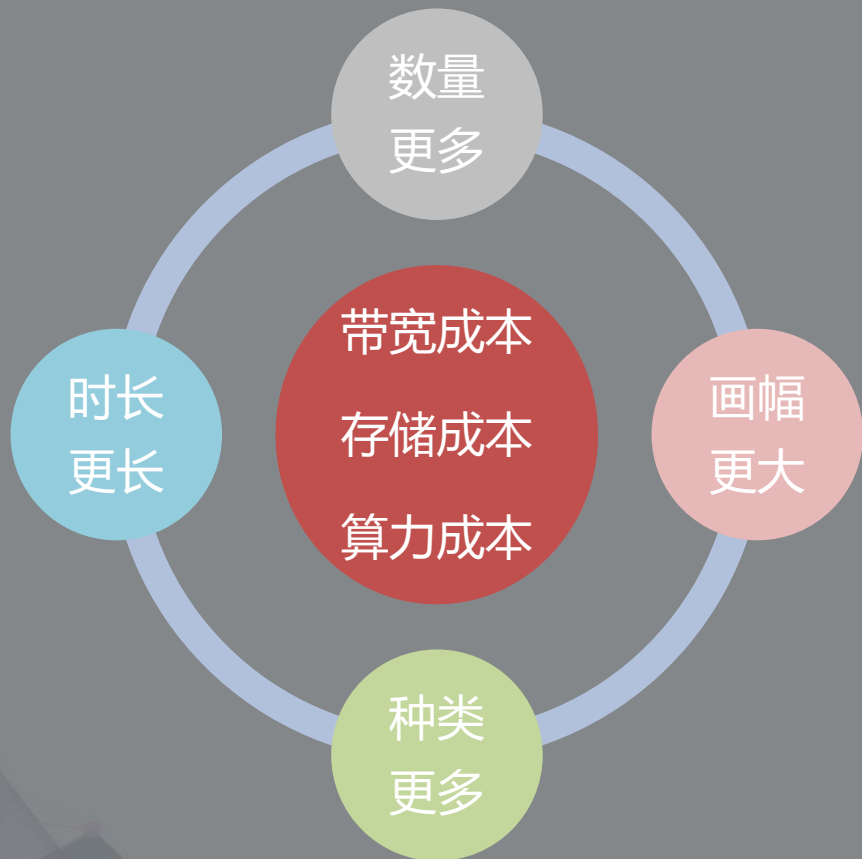


B站成本压力



北京
2019

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



无前贴片广告

自研H.265视频编码器原因



北京
2019

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

码率即成本

开源编码器

x265性能

云厂商

转码费用

转码

数据挖掘



北京
2019

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

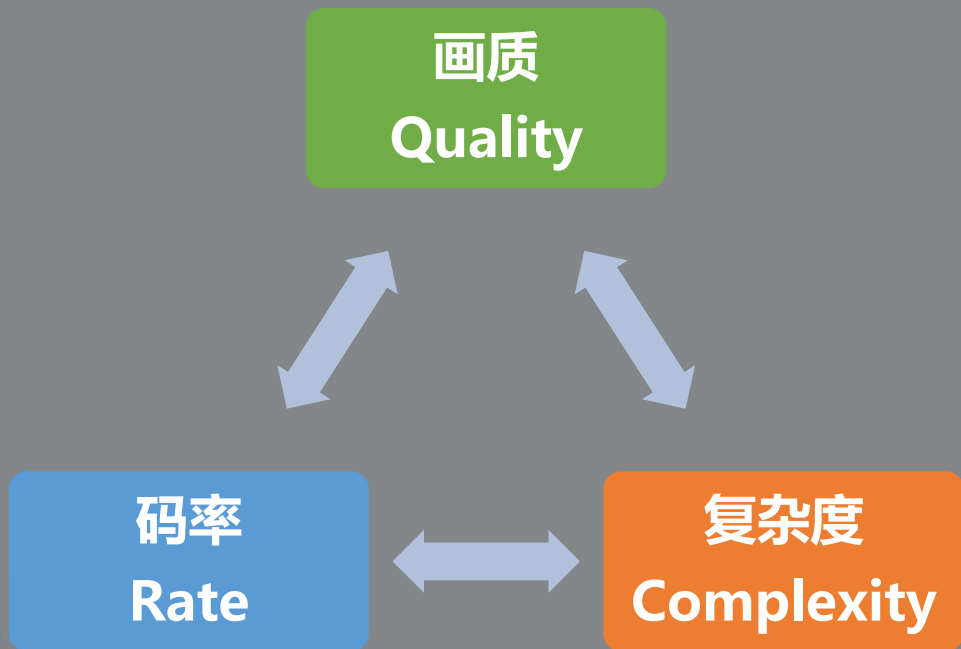
1. B站为何要做自有视频编码器

2. 怎样做视频编码器

3. 自有编码器现状

4. 视频编码器针对B站直播业务的优化

5. 视频编码器针对B站点播业务的优化



- 画质最好的编码器？
- 速度最快的编码器？
- 高实时性的编码器？
- 超低码率的编码器？

视频编码器

视频
解码
器

测试
架构

数据
分析
工具

- 正确编码
- 高效编码
- 与业务相结合编码



编码器 vs 解码器

- 熵编码层正确性
- 重建层正确性
- 预测层正确性

编码器 vs 编码器

- C vs ASM
- Debug vs release
- x86 vs Linux
- 单线程 vs 多线程
- First time vs second time

yhevc正确编码测试举例: CUSize, TUSize



北京
2019

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

设定	MaxCUSize	MaxPartitionDepth (MinCUSize)	TULog2MaxSize (TUMaxSize)	TULog2MinSize (TUMinSize)	TUMaxDepthInter	TUMaxDepthIntra
64_4_5_2_3_3	64	4 (8)	5 (32)	2 (4)	3	3
32_3_5_2_3_3	32	3 (8)	5 (32)	2 (4)	3	3
16_2_4_2_3_3	16	2 (8)	4 (32)	2 (4)	3	3
...						
64_1_5_4_1_1	64	1 (64)	5 (32)	4 (16)	1	1

yhevc正确编码测试举例: FrameSize



北京
2019

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

width	height
8	8
16	16
16	24
24	16
24	32
32	24
32	32
352	8
8	352

width	height
64	64
72	72
80	80
88	88
88	128
96	96
104	104
112	112
120	120



88x88 的 Frame 与 64_4_5_2_3_3 CUSize,TUSize 的关系

yhevc正确编码测试举例: 随机模式测试

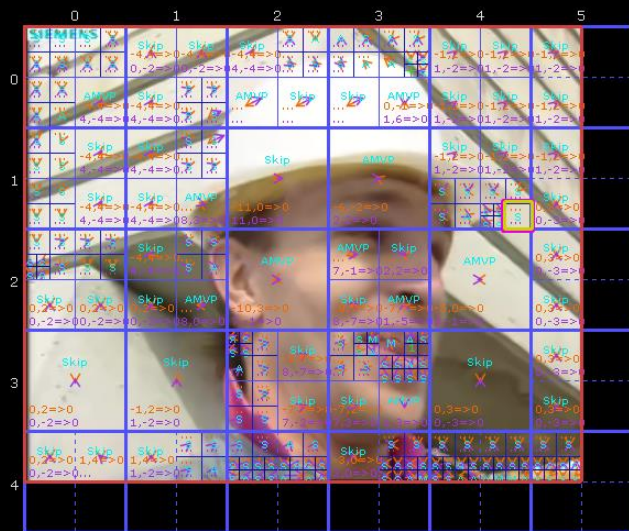


北京
2019

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

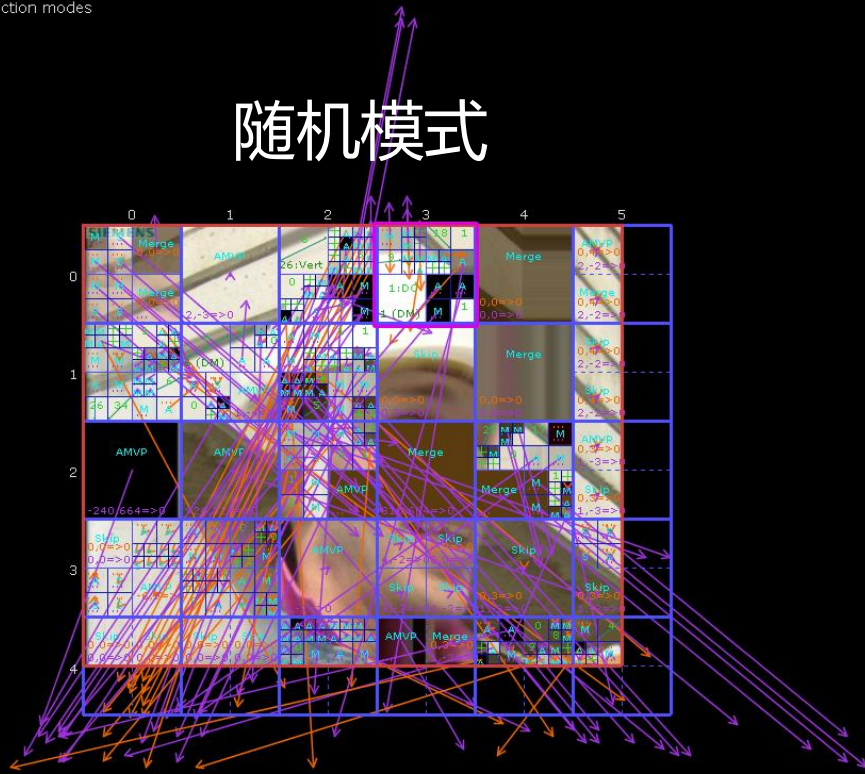
Prediction modes

正常模式



Prediction modes

随机模式



yhevc编码器算法分类



北京
2019

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

复杂度不变 画质提高

- 预分析算法
- 码控算法
- 基于内容改变拉格朗日常数表格

复杂度提高 画质提高

- Weighted motion estimation
- Rate distortion optimized quantization (rdoq)
- Large range motion estimation

复杂度降低 画质降低

- 快速CU分割策略
- 快速PU分割策略
- 快速TU分割策略
- 快速运动搜索
- 提前终止策略

复杂度降低 画质不变

- C语言函数优化
- 汇编函数优化
- 数据结构优化
- 多线程优化
- Cache命中优化



北京
2019

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

1. B站为何要做自有视频编码器
2. 怎样做视频编码器
- 3. 自有编码器现状**
4. 视频编码器针对B站直播业务的优化
5. 视频编码器针对B站点播业务的优化



- 从零编写
- 6万行C++/C, 10万行汇编
- 40多个快速算法, 80多个配置参数, 400多个测试脚本
- 支持主流的编码工具集
- 多个preset档位
- 支持two-pass编码, 可用于点播及直播业务
- 与x265比, 在相同画质下能达到大约**3倍**的编码速度

yhevc编码器点播业务性能

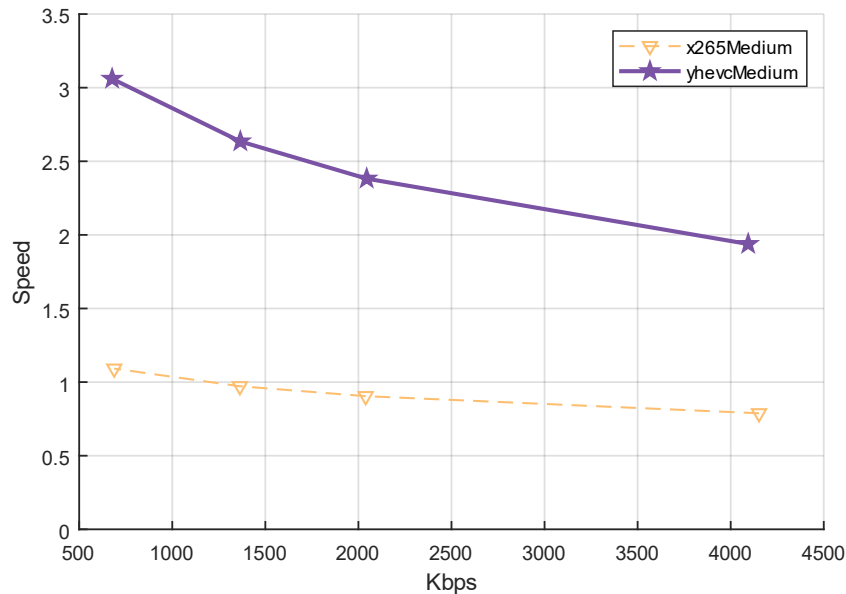
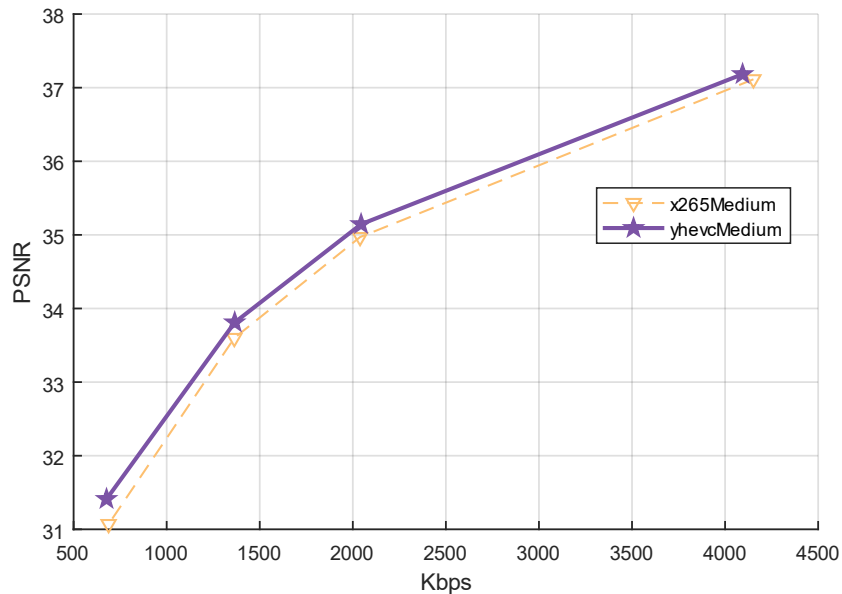


北京
2019

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

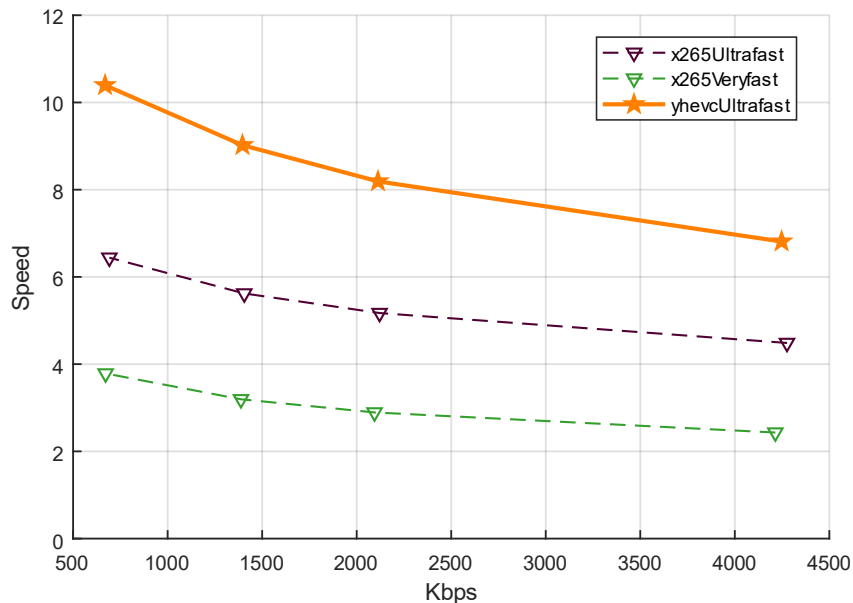
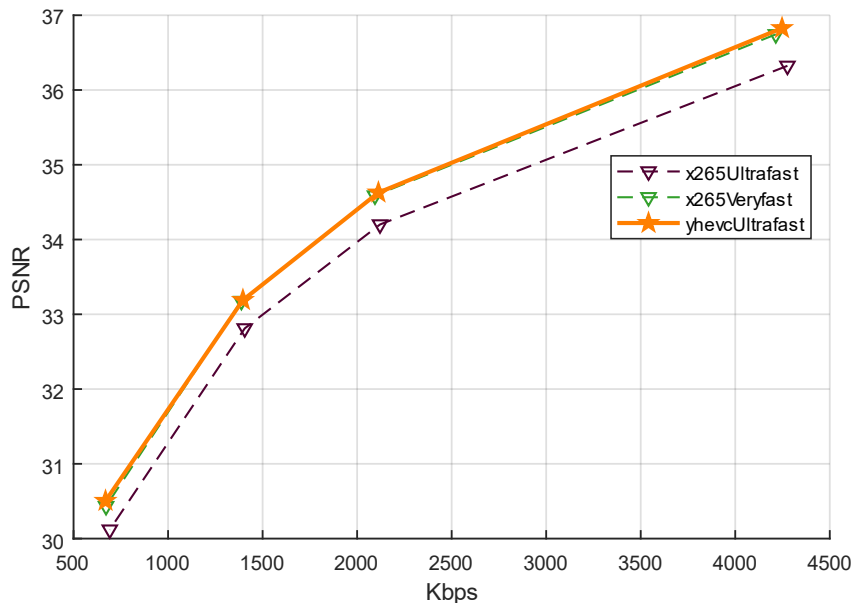
Class B basketball_drive_1920x1080_50fps_500frames 的测试结果

- x265: tune psnr, gop 250, two pass abr, 700kbps, 1400kbps, 2100kbps, 4200kbps
- yhevc: tune psnr, gop 250, two pass abr, 700kbps, 1400kbps, 2100kbps, 4200kbps



Class B basketball_drive_1920x1080_50fps_500frames 的测试结果

- x265: tune psnr, gop 250, abr, 700kbps, 1400kbps, 2100kbps, 4200kbps
- yhevc: tune psnr, gop 250, abr, 700kbps, 1400kbps, 2100kbps, 4200kbps



yhevc编码器上线B站历程



北京
2019

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

2018.11

点播转码系统
试上线yhevc

2018.12

直播转码系统
试上线yhevc

2019.01

大量铺开转码
为H.265格式

2019年8月

HEVC流量占比超过50%



北京
2019

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

1. B站为何要做自有视频编码器
2. 怎样做视频编码器
3. 自有编码器现状
- 4. 视频编码器针对B站直播业务的优化**
5. 视频编码器针对B站点播业务的优化

软件视频编码器在直播中的痛点



北京
2019

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

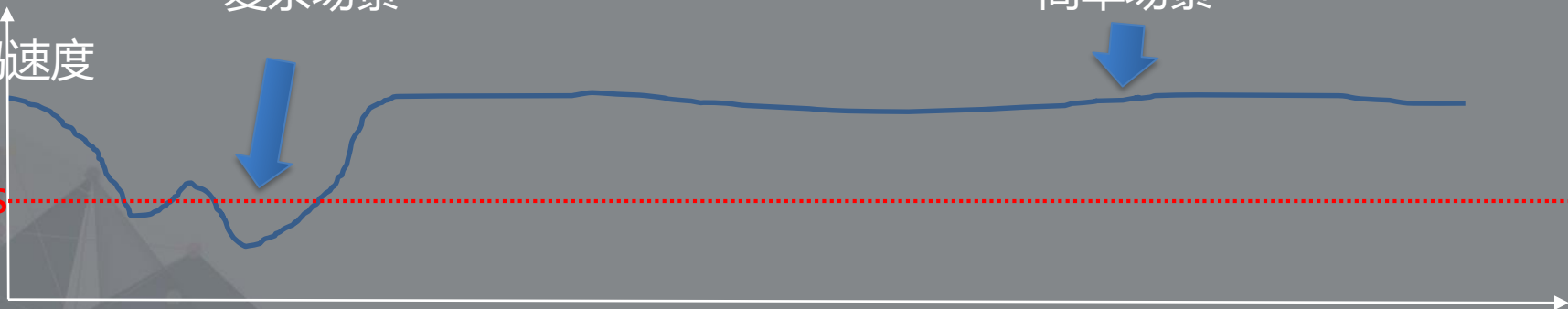


复杂场景

简单场景

编码速度

60fps

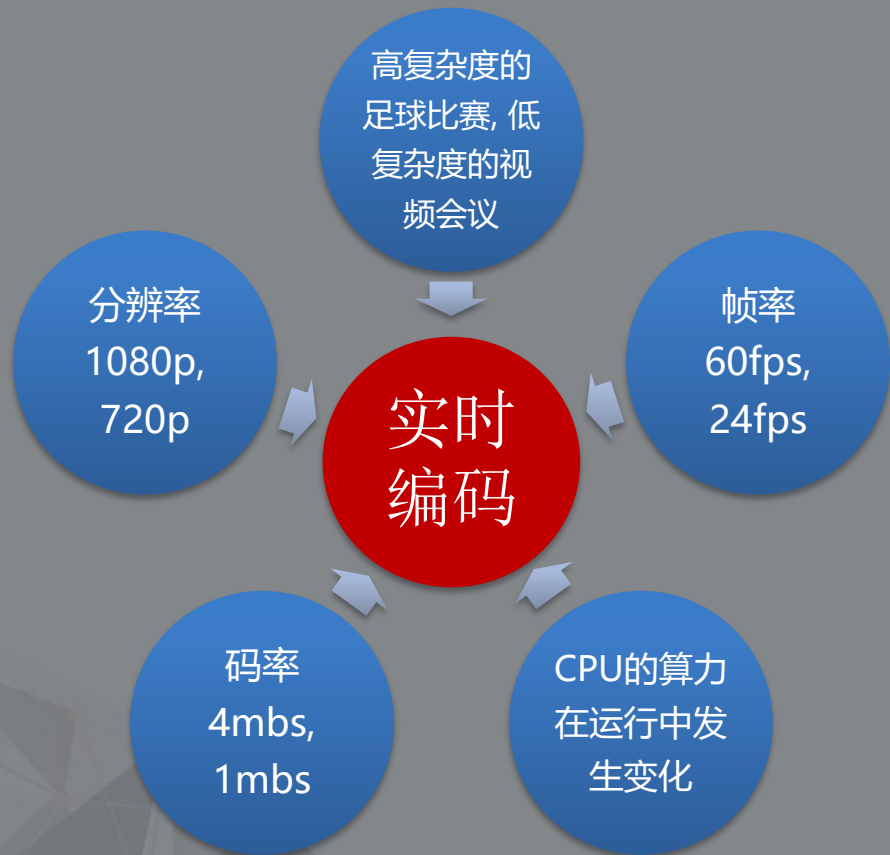


软件视频编码器在直播中的痛点



北京
2019

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



普通的解决方案：

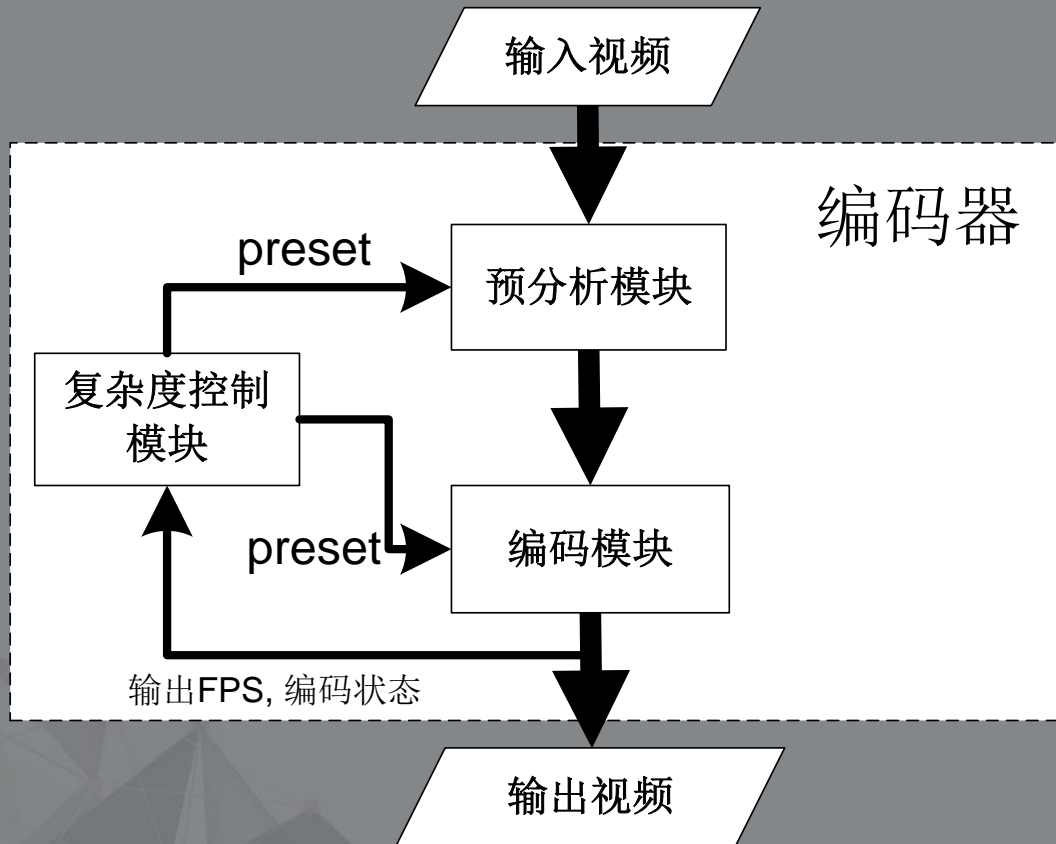
- 针对某个码率, 帧率, 分区, 设定一个能够保证实时编码的编码档位
- 针对每个视频都调试一个能够保证实时编码的编码档位

复杂度自适应的视频编码器



北京
2019

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



设计难点:

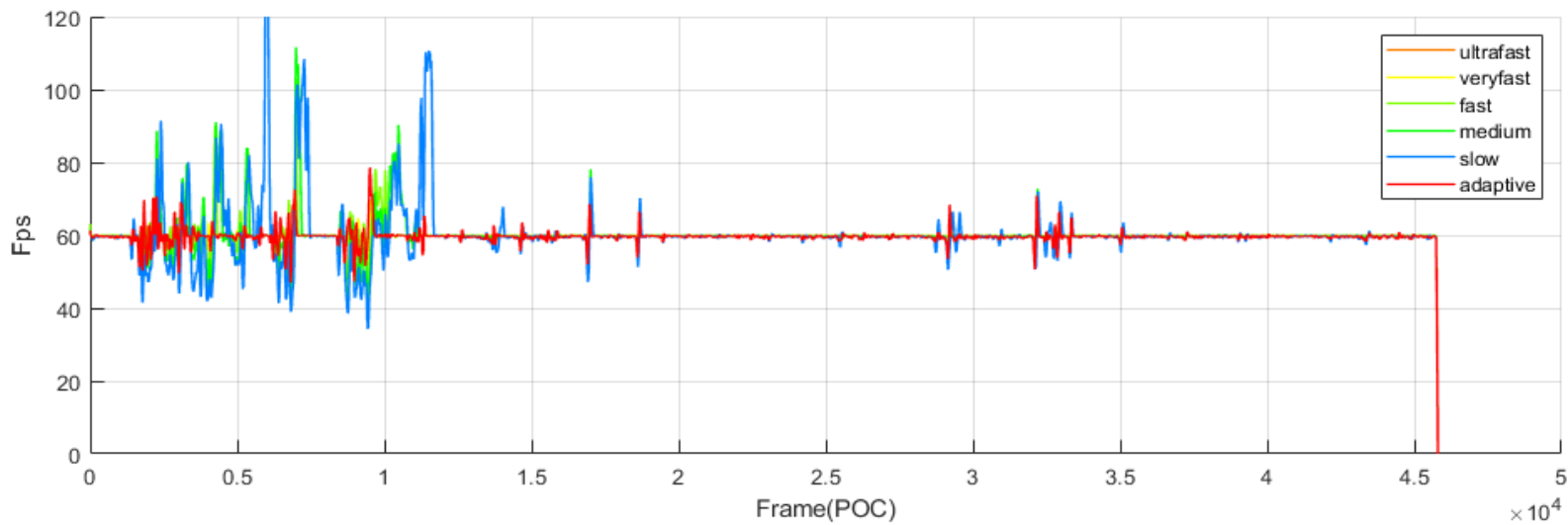
- 编码器档位能无缝切换
- 编码器内部速度指标
- 闭环控制,鲁棒性

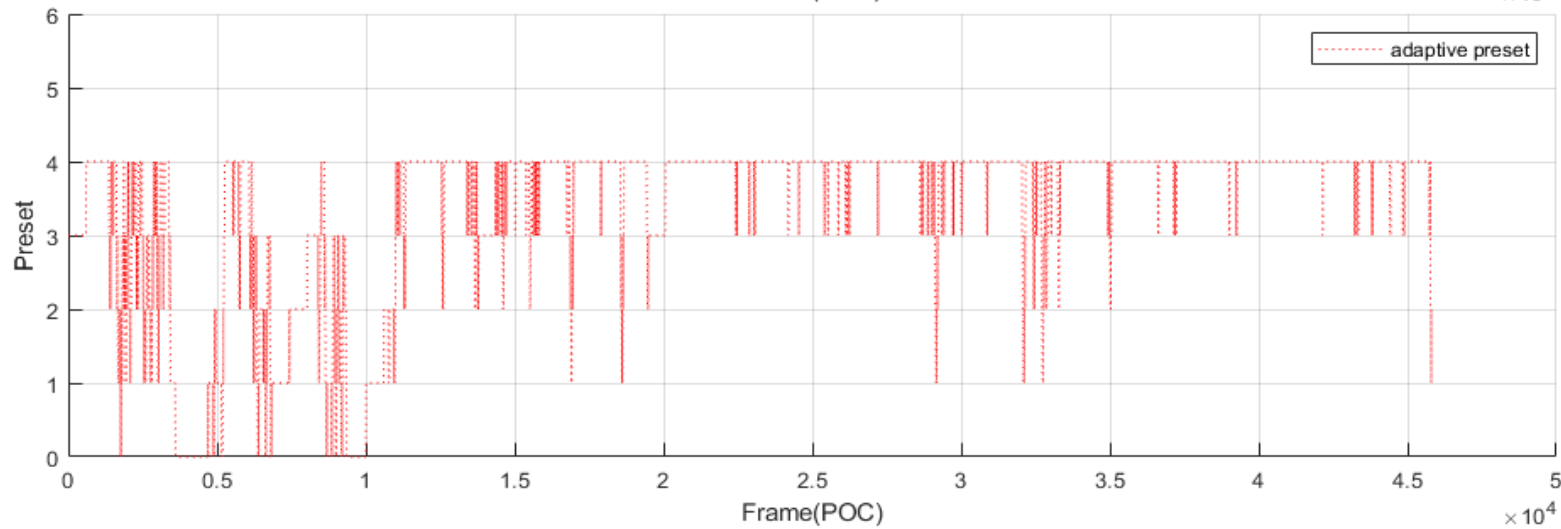
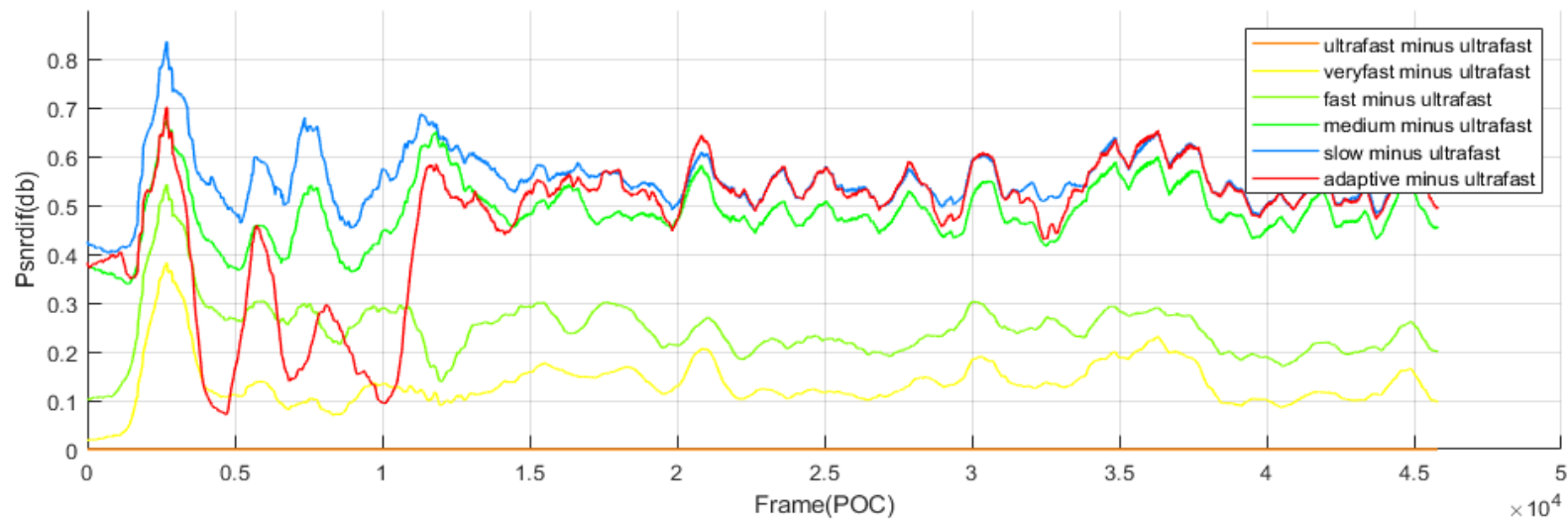
复杂度自适应的视频编码器效果



北京
2019

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







```
{ "time" : 1563534330, "sample_num" : 10269, "70num" : 20, "50num" : 0, "avg_preset" : 3.47, "avg_psnr" : 43.74, "avg_ssim" : 0.989, "track_id" : "4148863", "tag" : "accumulative" }
{ "time" : 1563534330, "sample_num" : 10269, "fps" : 49.74, "preset" : 3.64, "psnr" : 54.22, "ssim" : 0.998, "track_id" : "4148863", "tag" : "realtime" }
{ "time" : 1563534329, "sample_num" : 10268, "fps" : 50, "preset" : 1.72, "psnr" : 53.87, "ssim" : 0.998, "track_id" : "4148863", "tag" : "realtime" }
{ "time" : 1563534328, "sample_num" : 10267, "fps" : 49.91, "preset" : 0.52, "psnr" : 48.04, "ssim" : 0.991, "track_id" : "4148863", "tag" : "realtime" }
{ "time" : 1563534327, "sample_num" : 10266, "fps" : 48.62, "preset" : 1.6, "psnr" : 40.77, "ssim" : 0.982, "track_id" : "4148863", "tag" : "realtime" }
{ "time" : 1563534326, "sample_num" : 10264, "fps" : 47.87, "preset" : 1.64, "psnr" : 40.57, "ssim" : 0.981, "track_id" : "4148863", "tag" : "realtime" }
{ "time" : 1563534326, "sample_num" : 10265, "fps" : 51.39, "preset" : 0.52, "psnr" : 40.51, "ssim" : 0.98, "track_id" : "4148863", "tag" : "realtime" }
{ "time" : 1563534324, "sample_num" : 10262, "fps" : 47.36, "preset" : 3.66, "psnr" : 43.5, "ssim" : 0.985, "track_id" : "4148863", "tag" : "realtime" }
{ "time" : 1563534324, "sample_num" : 10263, "fps" : 47.87, "preset" : 1.76, "psnr" : 40.79, "ssim" : 0.983, "track_id" : "4148863", "tag" : "realtime" }
{ "time" : 1563534322, "sample_num" : 10261, "fps" : 49.71, "preset" : 4, "psnr" : 49.71, "ssim" : 0.994, "track_id" : "4148863", "tag" : "realtime" }
{ "time" : 1563534321, "sample_num" : 10260, "fps" : 49.72, "preset" : 4, "psnr" : 51.01, "ssim" : 0.997, "track_id" : "4148863", "tag" : "realtime" }
```

对每路直播转码流可以监控到的信息包括:

- 平均preset
- 实际帧率低于目标帧率70%的次数
- 实际帧率低于目标帧率50%的次数
- 平均psnr
- 平均ssim



北京
2019

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

1. B站为何要做自有视频编码器
2. 怎样做视频编码器
3. 自有编码器现状
4. 视频编码器针对B站直播业务的优化
- 5. 视频编码器针对B站点播业务的优化**

共享1pass的视频编码器



北京
2019

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



多分辨率转码流程

共享1pass的视频编码器



北京
2019

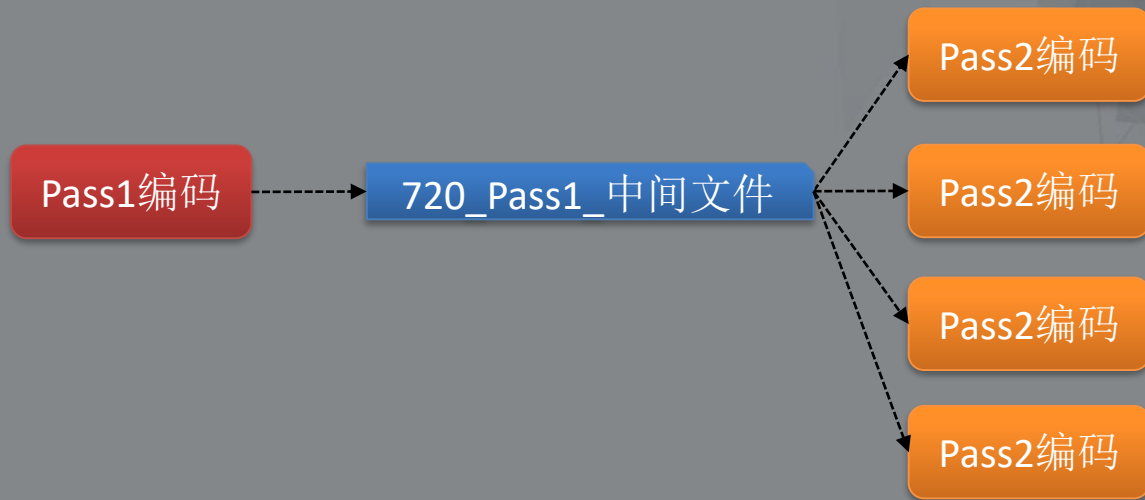
遨游“视”界 做你所想
Explore World, Do What You Want

1080p

720p

480p

360p



共享1pass算法的多分辨率转码流程

共享1pass的视频编码器



北京
2019

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

设计思路

- 1pass的帧信息根据分辨率缩放
- 1pass的cuttree信息做二维滤波

效果

- 编码质量不变, pipeline上的总体编码复杂度降低**36%**

未来计划



北京
2019

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

- Machine learning with video encoder
- Content based video encoder
- AV1, VVC



北京
2019

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

Thank you



出品:  LiveVideoStack 
—— 音视频技术社区 ——