

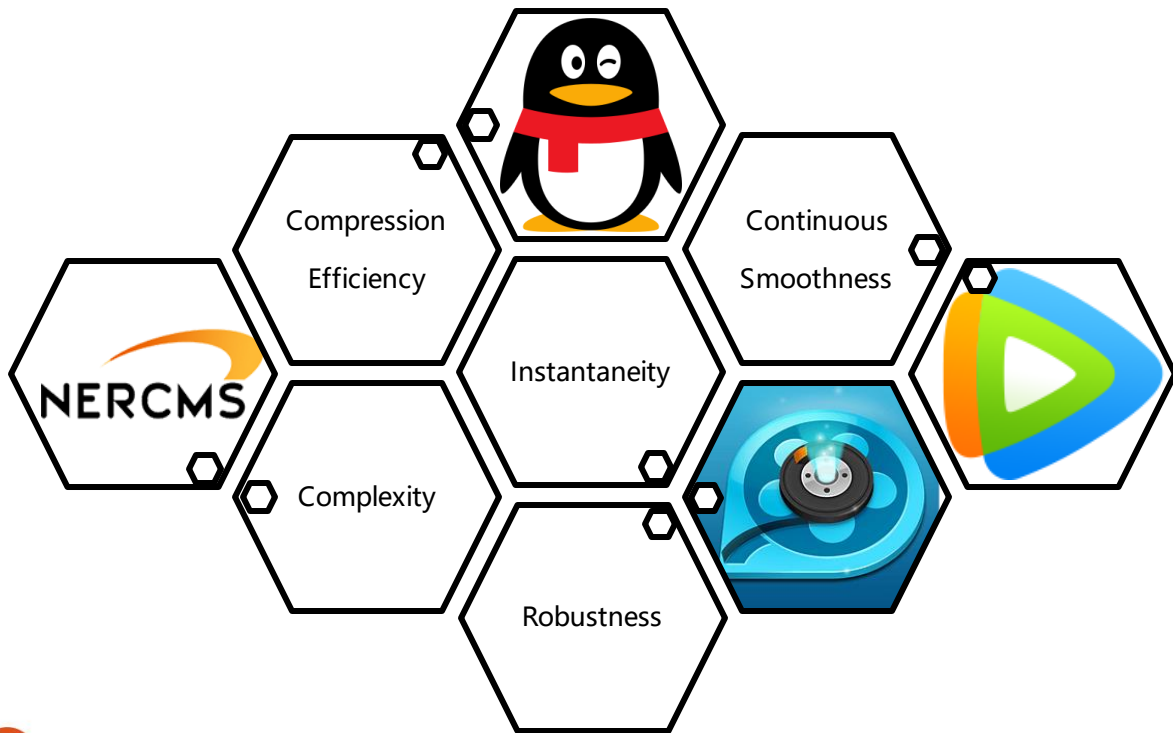



技术开启新“视”界
Technology Bring New Vision

以质量三维论持续推进腾讯视频播放体验提升

腾讯视频，李大龙
2018.10，北京

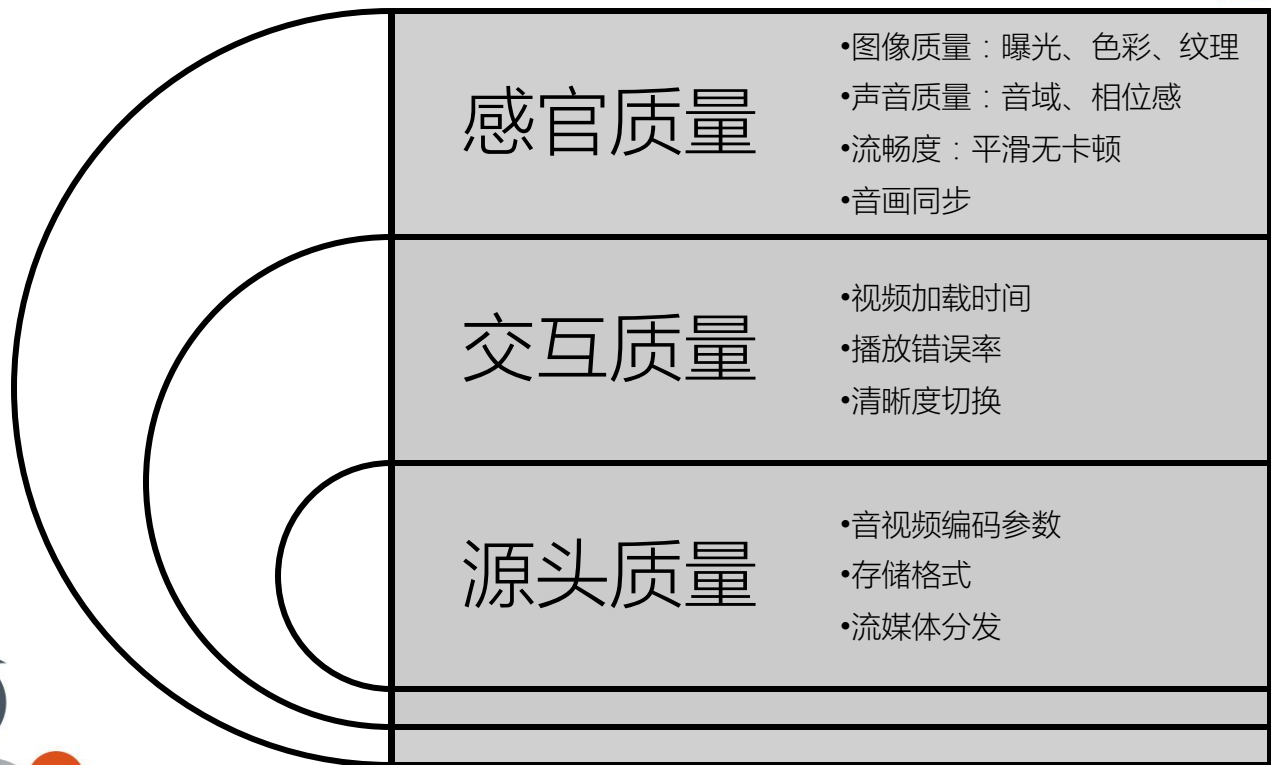
个人简介



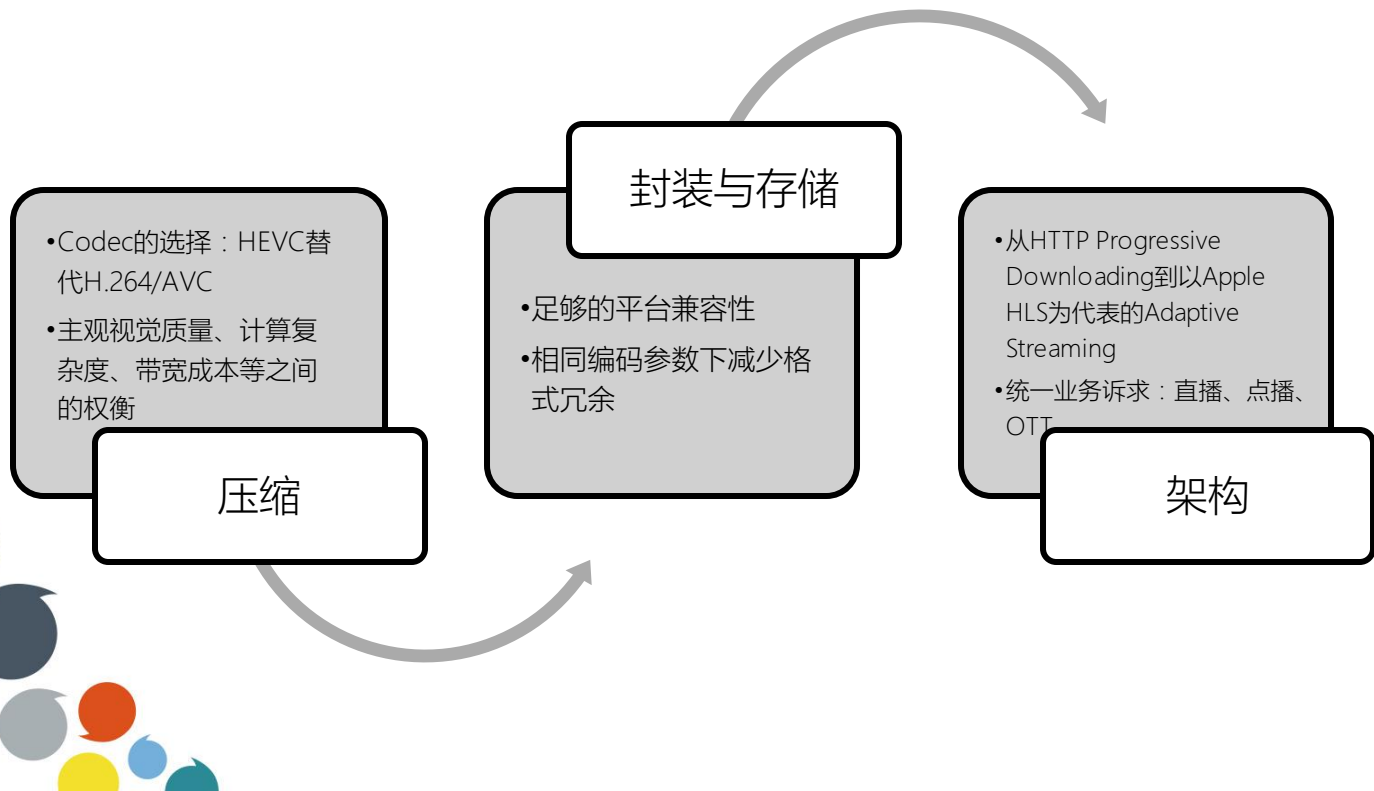
- 1 质量「三维论」概况
 - 2 1st 「源头质量」定基调
 - 3 2nd 「交互质量」系纽带
 - 4 3rd 「感官质量」真体验
- 



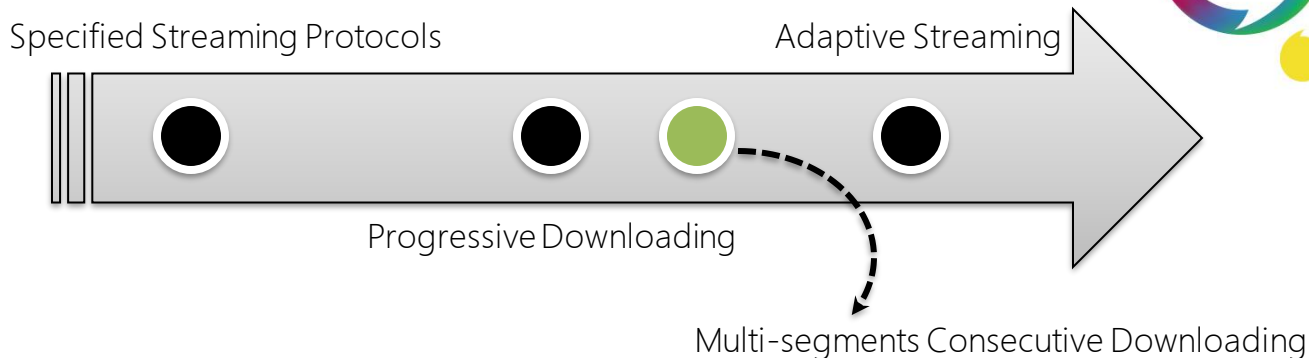
质量「三维论」



「源头质量」：体系化建设为整体质量定基调



「源头质量」流媒体架构的过渡



Gen.	Protocol	Scenarios	Platforms
RTMP/RTP	TCP/UDP, QUIC	RTC, Live	Spec. Dev., Adobe Flash
HTTP MP4/FLV	HTTP	Broadcasting, VOD	ALL
5 min MP4	HTTP	VOD	Spec. Dev., H5+MSE
HLS/DASH	HTTP	Almost VOD	ALL- (DASH not supported on Apple devices right now)

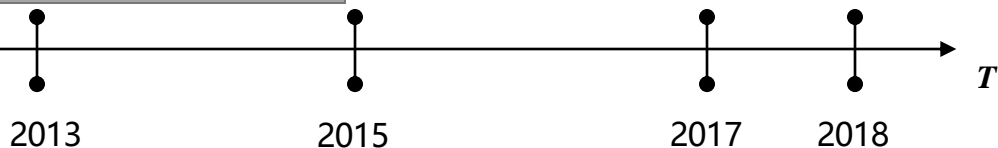
「源头质量」流媒体架构的演进实践



Adaptive streaming (HLS/DASH)

Chunk-based Streaming (MP4 segments)

Progressive Downloading (HTTP MP4)

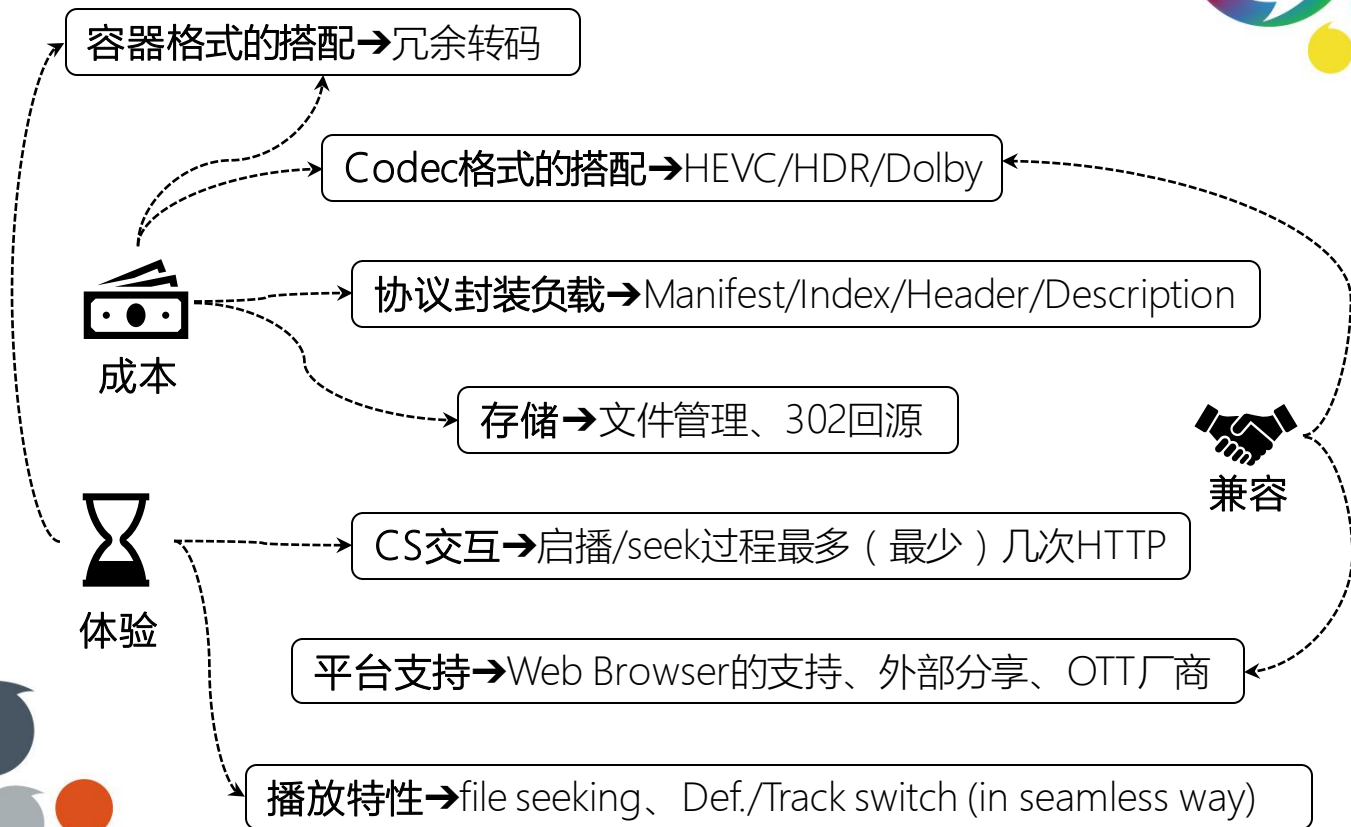


	整段MP4	分片MP4	HLS
Loading	±0%	-70%	-76%
错误率	±0%	-50%	-67%
缓冲率	±0%	-30%	-60%

代际技术红利的阵痛：

- 存储及协议的冗余度
- 切片参数对质量的影响
- 新协议的额外负载
- 对网络交互的影响

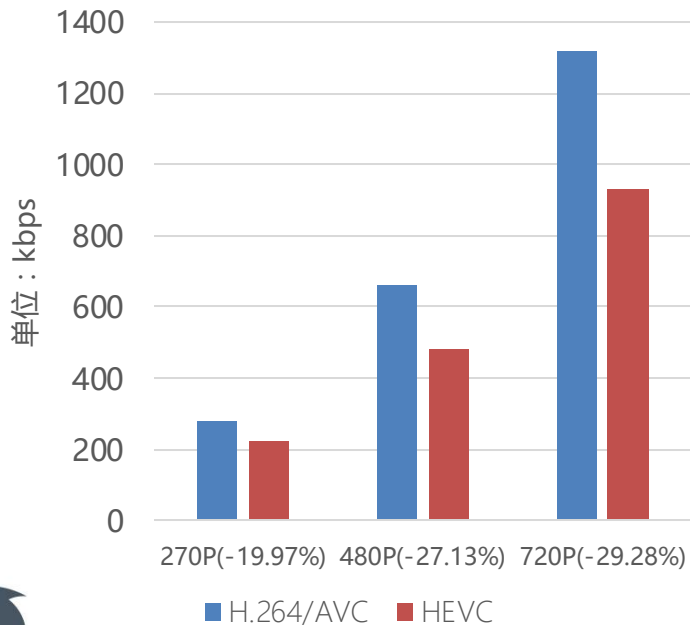
「源头质量」流媒体架构的选型思考



「源头质量」视频压缩算法的升级



平均码率对比



结果：每千次播放
成本移动端未增加、
OTT端下降36%



难点：H.264/AVC
下码率为2倍、同时
用户量为1.8倍



目标：默认清晰度
提升1档、成本持平

「源头质量」视频压缩算法的下一代选择



AV1 has extremely high encoding quality inapproachable to other encoders and extremely low encoding speed due to lack of speed optimization.

VP9 has good quality/speed balance and high-quality encoding.

X265 has very flexible set of parameters for different quality/speed tradeoff.

AV1 encoder has extremely low speed – 2500-3000 times lower than competitors

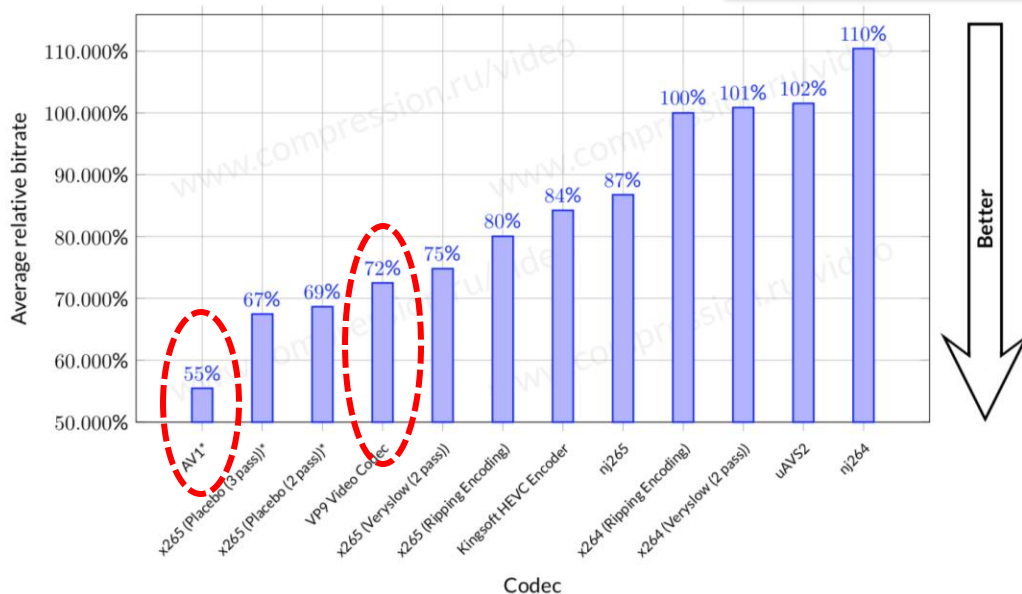
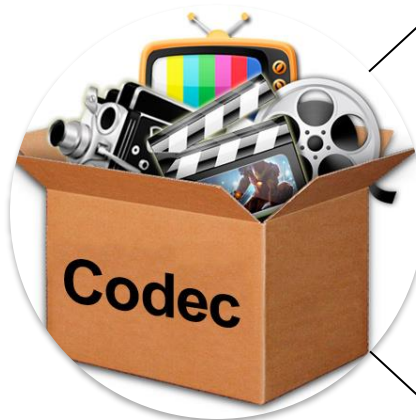


Figure 13: Average bitrate ratio for a fixed quality—use case “Ripping Encoding,” all sequences, YUV-SSIM metric.

Reference: [MSU HEVC comparison 2017 Part5: High Quality Encoders](#)

「源头质量」视频压缩算法的选型思考



业务 场景

- 主流分辨率/码率/帧率
- 片源特征：影视剧、UGC
- 核心用户体验指标：延时、缓冲、卡顿
- 头部功能：无缝切换、多字幕/音轨、ABR

商业 模式

- 地域：出海？
- 会员权益：4K、HDR、DRM
- 运营需求：直播转点播
- 成本控制：带宽、存储

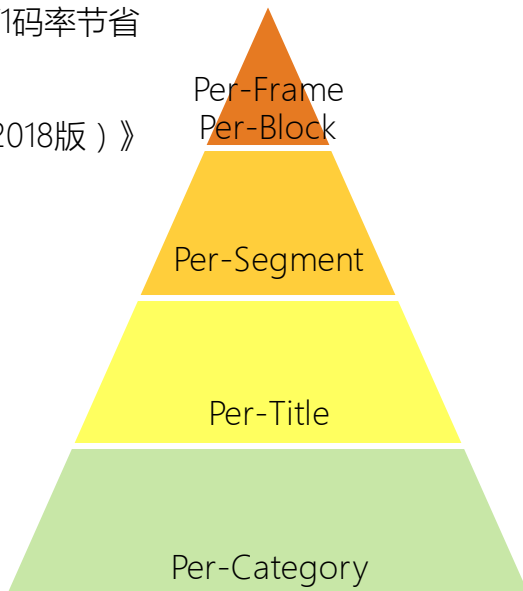
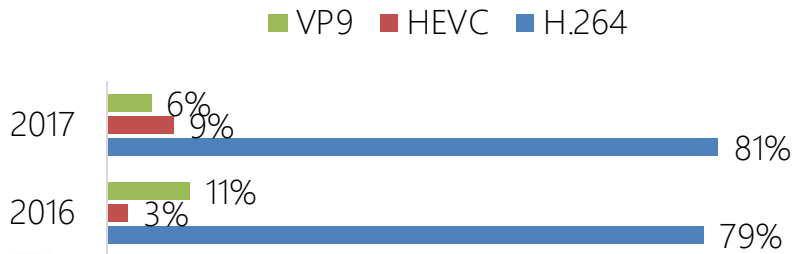
技术 生态

- 硬件：芯片+屏幕
- 软件：FFMPEG、商业Codec
- 协议：容器格式、流媒体协议
- 平台：
Android/iOS/OTT/PC/Web

现阶段Codec的几点感受：混战就在眼前



- H.264/AVC流量还在增加
 - 参考Encoding.com于NAB 2018发布的多媒体技术流行报告
 - Content Aware Encoding, AI 赋能：20%+
- HEVC的专利问题：专利池构成复杂、无法准确全面评估授权费
- AV1：免费光环加持、压缩性能之「王」
- XVC：<https://xvc.io/concept/performance/> 表明比AV1码率节省10% ~ 20%，即使AV1已经开启multi-pass encoding
- AVS2：广电总局《4K超高清电视技术应用实施指南（2018版）》



现阶段Codec的几点感受：万众期待的AV1



关于压缩性能

- 目标：about **50% over VP9/HEVC** with only reasonable increases in encoding and playback complexity.
- “Some studies by enthusiasts of HEVC have suggested that it performs **about 30% better than AV1**. Others, by supporters of AV1, have suggested that it **outperforms HEVC by about 40%**. A reasonable conclusion is that they are roughly comparable in compression efficiency.” From [HEVC, AV1, VVC and XVC: The codec battle intensifies](#), 7th, Sep. 2018
- “AV1 is claimed to be **up to 30%** more efficient than HEVC”, “the claims made for AV1 have yet to be verified by independent sources”, from Codec wars: [The battle between HEVC and AV1](#), 7th, Mar. 2018
- Average relative bitrate, x264:100%, **x265(3 pass):67%, AV1:55%**. From [MSU HEVC/AV1 codecs comparison 2017](#), Jan. 2018

现阶段Codec的几点感受：万众期待的AV1

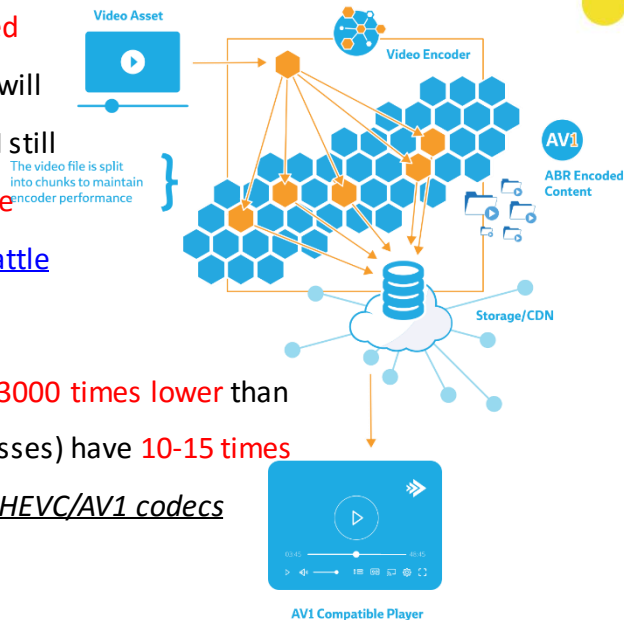
LiveVideo
StackCon
音视频技术大会

关于运算性能

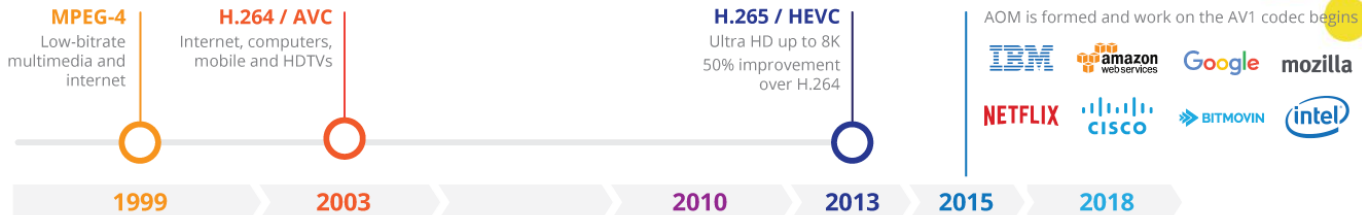
- “The AV1 reference encoder is [as of today] **a hundred times slower** than an HEVC one,” says Fautier. “That will likely improve in the hands of encoding vendors but I still expect the additional complexity of the encoder **to be around ten times** vs HEVC.”, from Codec wars: [The battle between HEVC and AV1](#), 7th, Mar. 2018

- AV1 encoder has extremely low speed – **2500-3000 times lower** than competitors. X265 Placebo presets (2 and 3 passes) have **10-15 times lower** speed than the competitors. From [MSU HEVC/AV1 codecs comparison 2017](#), Jan. 2018

- World First AV1 Livestream DEMO, Apr. 2017
- DEMO(<http://demo.bitmovin.com/public/firefox/av1/>) in Firefox Nightly by Mozilla and Bitmovin



现阶段Codec的几点感受：趋势



- 江山仍属于混合编码框架

- AV1的「新」武器

- 更大的CU划分
- Warped motion and global motion compensation
- Constrained Directional Enhancement Filter
- Non-binary arithmetic coding
- 胶片颗粒合成(File Grain Synthesis)

- AI in ALL

- CNN based Intra Prediction / Partition Decisions / Loop-filter...

- 2018或将是HDR元年：Dolby Vision / HDR10 / HDR10+

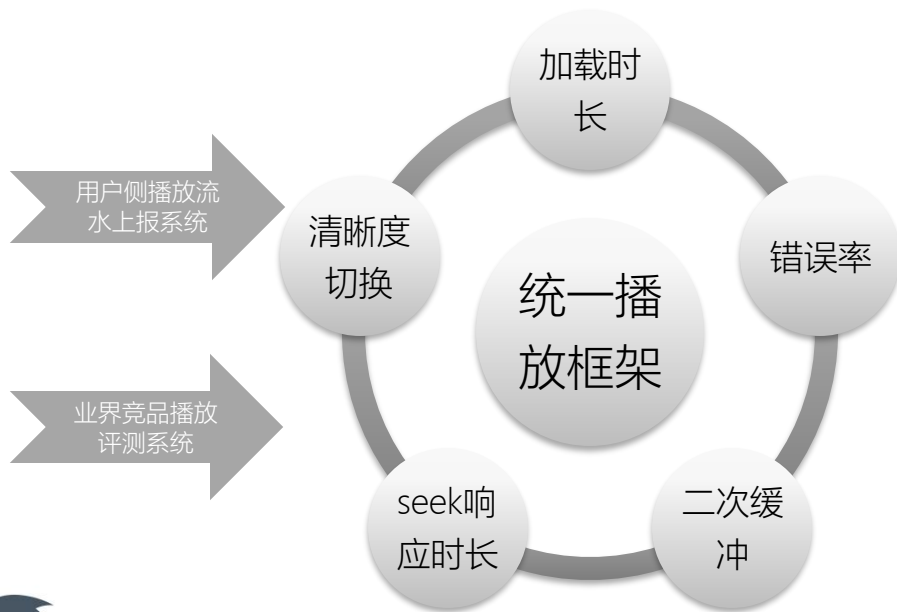


附 : Comparison of HEVC, AV1 and VVC



	HEVC	AV1	VVC
Partition	<ul style="list-style-type: none"> 64x64 MAX CTU 64x64 to 8x8, quad-tree CU Flexible size PU 32x32 to 4x4 TU 	128x128 to 4x4, recursively	<ul style="list-style-type: none"> 128x128 MAX CTU 128x128 to 4x4 CU 64x64 MAX TU Quadtree with nested multi-type tree using binary and ternary splits segmentation structure (QTBT+TT)
Intra-Prediction	<ul style="list-style-type: none"> 33-dir modes DC mode, planar mode 	<ul style="list-style-type: none"> 56-dir modes 10 smooth modes Chroma from Luma Palette mode Block copy 	<ul style="list-style-type: none"> 67 intra prediction modes Wide-angle intra prediction Cross-component linear model prediction (CCLM) Position dependent intra prediction combination (PDPC)
Inter-Prediction	<ul style="list-style-type: none"> 17 ref. PU Multi-candidate MV pred. with spatio+temp. region merging Luma: ¼-pel 7-tap, ½-pel 8-tap Chroma: 4-tap 	<ul style="list-style-type: none"> 7 ref. frames, pick 1 (single pred.) or 2 (compound pred.) Spatio+temp. MV pred. (motion field projection) OBMC, masked compound pred., warped MC, global MC 	<ul style="list-style-type: none"> Affine motion compensated prediction Subblock-based temporal motion vector prediction (SbTMVP) Adaptive motion vector resolution (AMVR) Motion field storage: 1/16th luma sample MV storage and 8x8 motion field compression
Transform	<ul style="list-style-type: none"> DCT, DST 32x32 to 4x4 square + rect. 	<ul style="list-style-type: none"> DCT, ADST, fADST, IDTX 64x64 to 4x4 square + rect. 	<ul style="list-style-type: none"> Multiple transform selection (MTS): DCT-II, DST-VII and DCT-VIII
Quantization	flat, default/custom weighting matrix	Delta_q, matrix	<ul style="list-style-type: none"> Perceptually optimized quantization Dependent quantization
Entropy Coding	CABAC, 支持并行化	多符号算数编码, 分层编码	CABAC, Multi-hypothesis probability estimation
In-loop filtering	<ul style="list-style-type: none"> De-blocking filter Sample adaptive offset 	<ul style="list-style-type: none"> De-blocking filter Constrained directional enhancement filter Frame super res. Film grain synthesis 	<ul style="list-style-type: none"> long-tap deblocking filter 4x4 block classification based Adaptive Loop Filter Sample adaptive offset

「交互质量」后台服务与用户体验的纽带



- 1个框架
 - 跨平台设计
 - 协议、数据、呈现的分离
- 2个系统
 - 播放流水：所有环节可数据追踪
 - 竞品评测：自动化黑盒对比、公平有效
- 3个关键指标
 - 加载时长
 - 错误率
 - 二次缓冲

「交互质量」根基：播放框架的演进 1.0 (全黑盒)

LiveVideo
StackCon
音视频技术大会

不同协议、格式片源码流

适配逻辑

Android
业务封装

iOS
业务封装

Android
MediaPlayer

iOS
AVPlayer

	1.0
客户端平台适配	😞
传输层适配	😞
后台服务适配	😞
用户体验	😞
扩展功能	😞
运营成本	😞
开发成本	😄

「交互质量」根基：播放框架的演进 2.0（半黑盒）

LiveVideo
StackCon
音视频技术大会



	1.0	2.0
客户端平台适配	😞	😐
传输层适配	😞	😄
后台服务适配	😞	😄
用户体验	😞	😐
扩展功能	😞	😐
运营成本	😞	😄
开发成本	😄	😐

「交互质量」跟进：播放框架的演进 3.0 (统一框架)

LiveVideo
StackCon
音视频技术大会

统一协议、格式片源码流

业务封装

协议层

数据层

呈现层

Android Phone

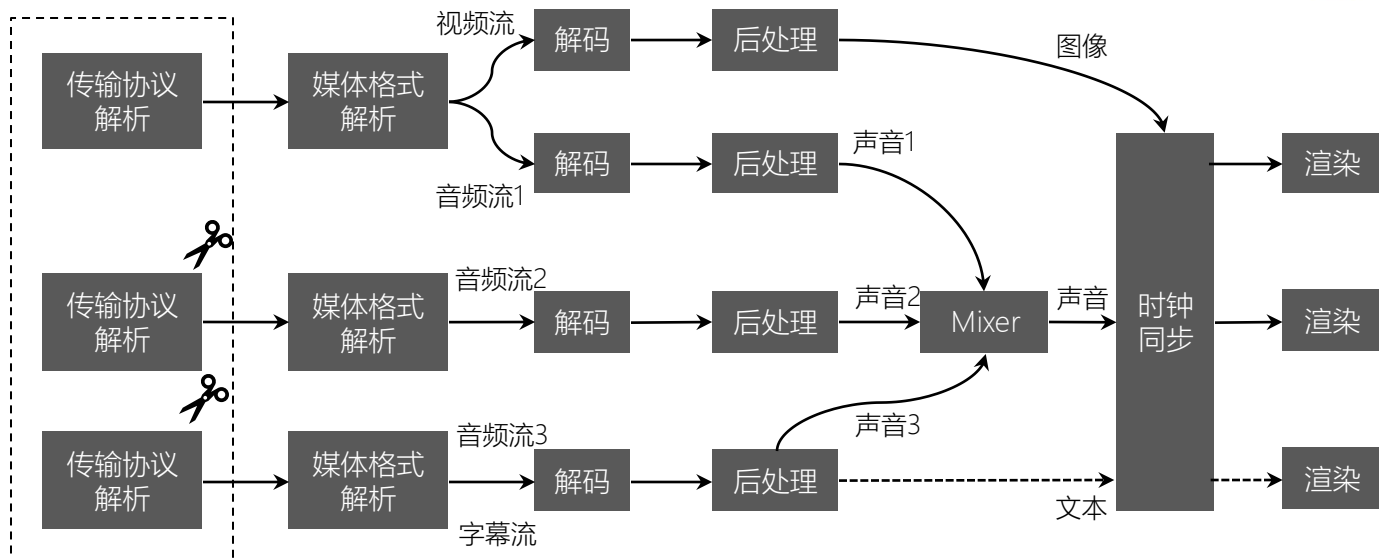
iPhone

iPad

OTT

	1.0	2.0	3.0
客户端平台适配	😞	😐	😄
传输层适配	😞	😄	😄
后台服务适配	😞	😄	😄
用户体验	😞	😐	😄
扩展功能	😞	😐	😄
运营成本	😞	😄	😄
开发成本	😄	😞	😐

「交互质量」架构3.0+：动态可扩展



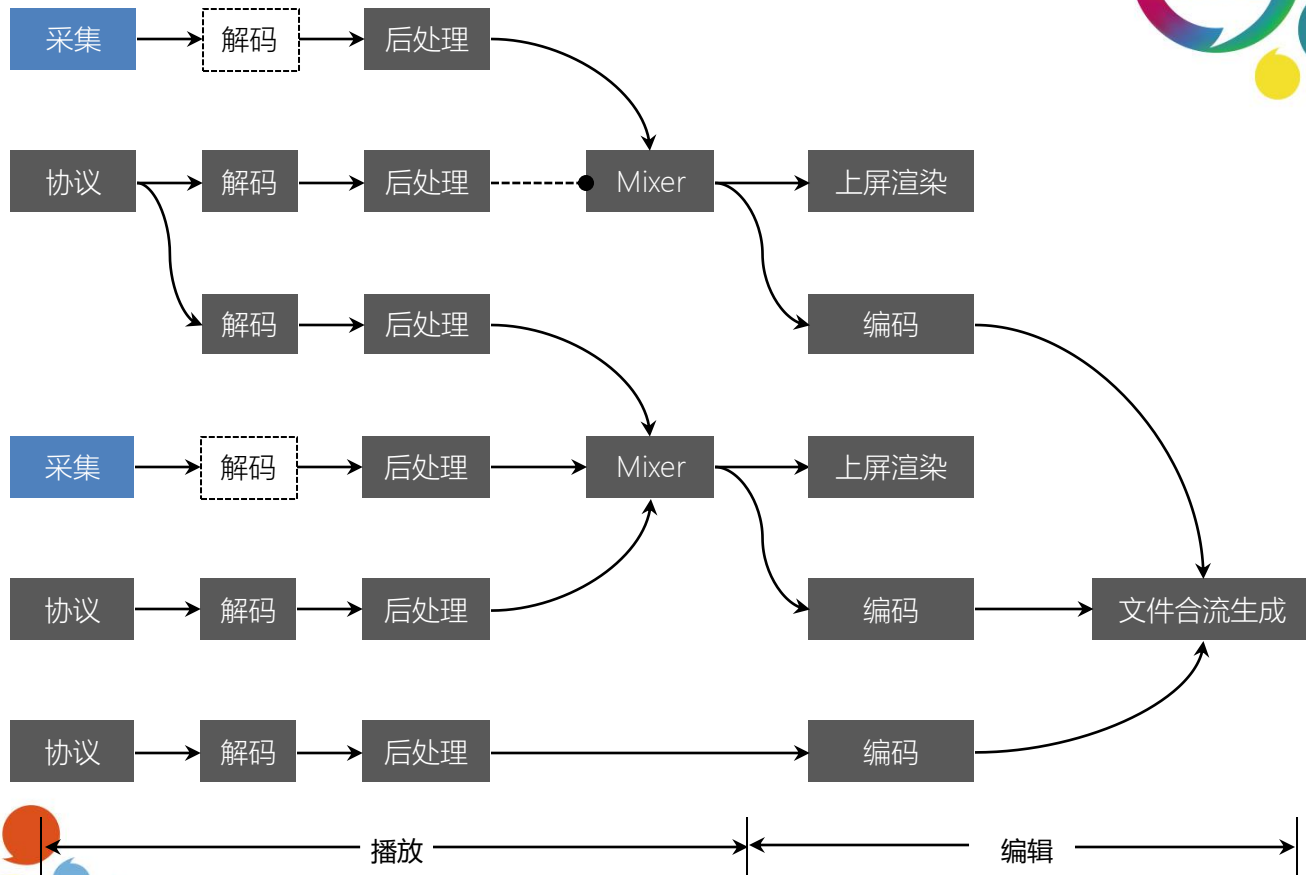
协议

数据

呈现

「交互质量」架构3.0+：融合

LiveVideo
StackCon
音视频技术大会



「交互质量」流水监控体系驱动播放错误率排查



用户播放流水

2018-01-20 00:00:00 - 2018-01-20 16:30:00 80200805 搜索GUID 搜索FLOWID 开始查询

播放总览



Highcharts.com

播放记录

时间	平台	视频	状态	错误步骤	是否限速
2018-01-20 01:46:07 - 2018-01-20 01:46:06 (00:01)	APhone	抢先看：秦岚认干爹被拒，郭德纲不愿给秦岚买包 (w002529qt6a)	正确		
2018-01-20 01:46:07 - 2018-01-20 02:16:07 (30:00)	APhone	第11期：宋小宝致敬周星驰《喜剧之王》 魏大勋追爱看吴贾玲 (a0025d3jdgj)	正确		
2018-01-20 01:46:05 - 2018-01-20 01:46:05 (00:00)	APhone	总动员收官预告：贾玲跳热舞，秦岚郭德纲说相声？ (m0025spusfn)	正确		
2018-01-20 01:43:06 - 2018-01-20 01:45:07 (02:01)	APhone	19日NBA五佳球 唐韦男类连线戈登逆天压哨 (b0025dxeidj)	正确		

播放路径 / 《第11期：宋小宝致敬周星驰《喜剧之王》 魏大勋追爱看吴贾玲 (a0025d3jdgj) 》



显示参数

0.getinfo[step=15]

stime:2018/1/20 上午1:45:32(1516383932904)
etime:2018/1/20 上午1:45:33(1516383933084)
etime-stime:180
ip:
code:

返回顶部

1.广告CGI[step=10]

stime:2018/1/20 上午1:45:32(1516383932911)
etime:1970/1/1 上午8:00:00(0)
ip:
code:

返回顶部

「交互质量」流水监控体系驱动播放错误率排查

LiveVideo
StackCon
音视频技术大会

错误步骤分布

平台(默认不包含...)

STEP步骤

是否付费用户

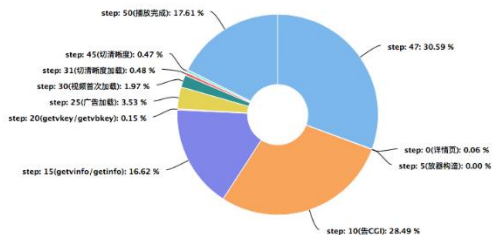
2018-01-23 18:15:00

2018-01-23 21:15:00

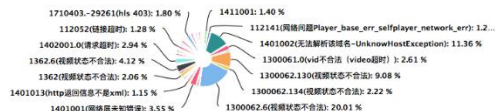
开始查询

更多条件

STEP步骤码占比



STEP= 50错误码步骤



每页显示 25 条记录

搜索:

错误步骤	模块id	错误码	数量	查看日志	TOP10视频	TOP10CDN机器	占比	占总数比
47	全部	全部	13144217	查看日志	查看	查看	30.59%	0.50%
10(告CGI)	全部	全部	12243170	查看日志	查看	查看	28.49%	0.46%
50(播放完成)	全部	全部	7567139	查看日志	查看	查看	17.61%	0.29%
15(getvinfo/getinfo)	全部	全部	7140973	查看日志	查看	查看	16.62%	0.27%
25(广告加载)	全部	全部	1517838	查看日志	查看	查看	3.53%	0.06%
30(视频首次加载)	全部	全部	847715	查看日志	查看	查看	1.97%	0.03%
31(切清晰加载)	全部	全部	207483	查看日志	查看	查看	0.48%	0.01%
45(切清晰加载)	全部	全部	203660	查看日志	查看	查看	0.47%	0.01%
20(getvkey/getvkey)	全部	全部	65940	查看日志	查看	查看	0.15%	0.00%
0(详情页)	全部	全部	26210	查看日志	查看	查看	0.06%	0.00%
5(播放器构造)	全部	全部	1966	查看日志	查看	查看	0.00%	0.00%

「交互质量」 视频加载时长降低



- 使用完整MPEG TS文件：减少CDN回源错误
- 视频IDR帧严格对齐：保证无缝体验
- 播放器深度优化减少前后端交互
- 续播场景下文件解析加速：直接跳转到目标字节区
- 播放结尾增加切片cache

「交互质量」多方策略持续降低二次缓冲率

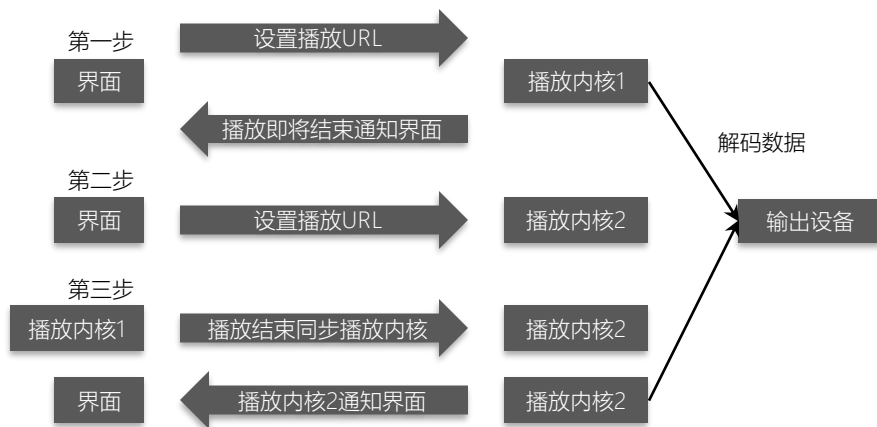


前后台切换/息屏/锁屏	无	15,509	7.98%
	网络不稳定, 频繁切换	2,773	1.43%
	存在下载任务干扰	13,818	7.11%
	网络硬件设备异常	23,955	12.33%
	cdn连接超时	13,122	6.75%
	cdn连接超时但是切换url最终连上	30,449	15.67%
	接收超时	19,695	10.13%
	紧急时间内,接收速度不够(慢速比)	74,836	38.51%
	码率抖动过大	144	0.07%
	紧急时间内,p2p下载速度大于http下载速度	28	0.01%
	紧急时间内,p2p上传速度影响下载	6	0.00%
截图、截小视频	无	119	7.76%
	网络不稳定, 频繁切换	28	1.83%
	存在下载任务干扰	78	5.09%
	网络硬件设备异常	197	12.85%
	cdn连接超时	96	6.26%
	cdn连接超时但是切换url最终连上	309	20.16%
	接收超时	138	9.00%
	紧急时间内,接收速度不够(慢速比)	568	37.05%

- 完善的上报：用户场景+发生原因
- 统计数据基础上的多方策略：
 - 视频源编码规避过于剧烈的局部码率抖动
 - 高峰期调整P2P、HTTP比例
 - 优化缓存数据淘汰策略，提高播放点附近的数据复用命中
 - 多链接：备份切换、竞速、并行下载、MPTCP
 - 播放器请求自适应

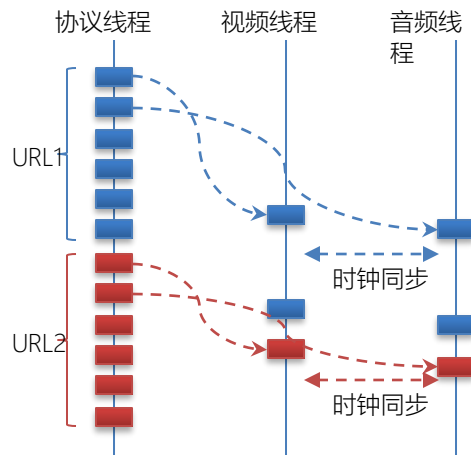
「交互质量」无缝衔接的切换体验

LiveVideo
StackCon
音视频技术大会



方案A

- 多个播放实例：更重
- 需监控输出设备数据负载、衔接时机



方案B

- 1个播放实例：**很轻**
- 完全线形、遵循AV数据PTS输出：**衔接更自然**

「感官质量」 直接关乎用户体验



基础要求

卡顿：HEVC升级进一步恶化移动端兼容性困局

音视频同步：画面与声音同步输出、符合客观规律（例如：嘴型对上声音）

进阶要求

色彩：LUT色调调节、饱和度、特殊用户群（色彩障碍纠正）

纹理：锐化（风景片）、磨皮（明星综艺节目）

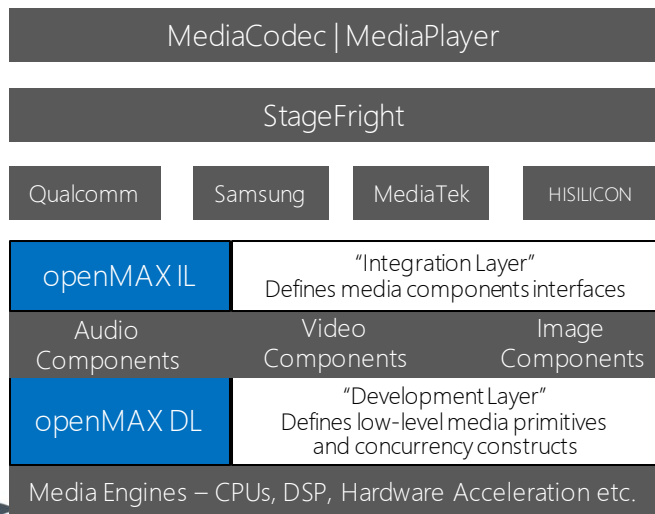
曝光：暗场增强、去雾、HDR

「感官质量」 柔性策略大幅改善HEVC播放卡顿

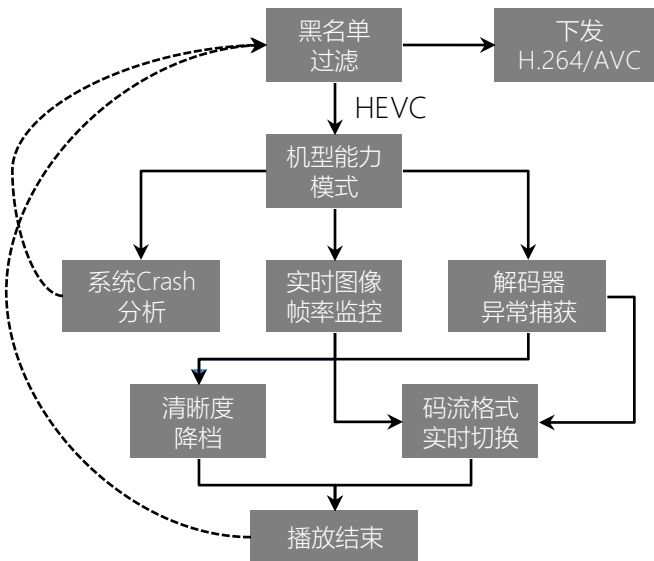


480P覆盖率**93.10%**、720P覆盖率**80.78%**、1080P覆盖率**52.89%**；Crash率长期**0.01%**

硬：3层硬解方案、最低可达Android2.3



软：多级策略、柔性可控



「感官质量」音视频同步

LiveVideo
StackCon
音视频技术大会

	痛点	应对
“天作孽” 片源侧	分布式编码下分片文件时间基不对齐	推动后台架构优化、提高时间戳精度
	直播中途断流、恢复后时间戳跃变	利用HLS协议标准、插入断流标识字
	码流中音视频数据交错时间间隔太大	从按字节顺序读改为按时间戳顺序读
	视频轨与音频轨总时长不对等	播放器周期性检测、并主动丢弃
“自作孽” 终端侧	变速播放	音频按倍速比例作信号重采样
	解码性能不满足全帧率要求 ($\approx 25\text{fps}$, 40ms/frame)	分级式跳帧策略
	解码器 / 渲染器突发异常	错误控制在一个GOP内、透明重启
	Android/iOS系统时间跳变	主动监测异常、利用HLS分片重置

「感官质量」音视频同步（自动化监控）

外网Top50 vid监控总结

测试版本	覆盖用例数	成功Case个数	成功率
6.0.0.14018	1	1	100.0%

现网版本监控测试

P0 TAG		P1 TAG		P2 TAG		P3 TAG		
测试版本	用例名称	开始时间	用例描述	错误TAG/错误码	解码方式	出现次数	机型	日志下载
6.0.0.14018	playOnlineVideo	2018-01-19 11:24	测试播放在线视频	Add PTS into abnormal_pts queue	PLAYER_VIDEO_DEC_SOFTWARE	1	OPPO A53	Log
6.0.0.14018	playOnlineVideo	2018-01-19 11:24	测试播放在线视频	DoSleep	PLAYER_VIDEO_DEC_SOFTWARE	11	OPPO A53	Log
6.0.0.14018	playOnlineVideo	2018-01-19 11:24	测试播放在线视频	PTS interval unusual	PLAYER_VIDEO_DEC_SOFTWARE	1	OPPO A53	Log
6.0.0.14018	playOnlineVideo	2018-01-19 11:24	测试播放在线视频	Player_MSG_Err_FatalPTS	PLAYER_VIDEO_DEC_SOFTWARE	3	OPPO A53	Log

IPHONE播放器测试

P0 TAG	P1 TAG	P2 TAG	P3 TAG			
Case描述	系统版本	错误TAG/错误码	设备类型	出现次数	TAG首次出现时间	日志下载
热剧长时间播放监控hotcid4	9.3.2	HurryUP	iPhone 6s plus	8	2018-01-20 00:09:15.042	Log
热剧长时间播放监控hotcid5	10.3.3	SkipPIC	iPhone 5s	1	2018-01-20 00:35:51.575	Log
热剧长时间播放监控hotcid5	10.3.3	HurryUP	iPhone 5s	6	2018-01-20 00:10:48.094	Log
热剧长时间播放监控hotcid1	9.3.2	HurryUP	iPhone 6s plus	15	2018-01-20 00:42:42.056	Log
热剧长时间播放监控hotcid3	10.3.3	SkipPIC	iPhone 5s	8	2018-01-20 00:49:24.735	Log
热剧长时间播放监控hotcid3	10.3.3	HurryUP	iPhone 5s	3	2018-01-20 00:49:28.540	Log
热剧长时间播放监控hotcid3	10.3.3	MustOUT	iPhone 5s	2	2018-01-20 00:49:24.771	Log
热剧长时间播放监控hotcid2	9.3.2	HurryUP	iPhone 6s plus	14	2018-01-20 01:16:03.932	Log

「感官质量」色彩上的实践

- 色彩感知正常
- （左：原图；右：处理后效果）



- 色彩感知障碍
- （左：原图；右：处理后效果）



腾讯视频色盲模式 荣获iF奖

帮你分清红绿蓝黄 进球呐喊不再慢半拍

在中国，6500万色觉障碍者对某些色彩有不同程度的辨别困难，无法舒适辨别暗光线影视画面，腾讯视频推出色盲模式，智能调控屏幕视觉弱感区波长，帮助色盲者分辨色彩，给你一个更舒适的观影体验。



长按识别二维码下载腾讯视频安卓版APP
即可体验色盲模式

「感官质量」曝光上的实践：Dolby Vision



Tencent delivers
live entertainment
in Dolby Vision and
Dolby Atmos.

Tencent 腾讯



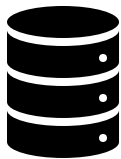
「感官质量」 纹理上的实践：实时超分辨率增强



- 对传统SR深度学习模型进行改良：适应不同程度的模糊/噪声、改善样本构造及训练、模型加速
- 服务器端达到实时1080P to 4K速度
- 移动端：自研的图像引擎+轻量化网络，实时480P to 720P



左：超分辨率 右：LANCZOS插值



- Codec群雄逐鹿
- 加深加强的CAE，甚至是端到端的完整模型
- AI持续发力：图像前处理（降噪、去抖动、平滑）、场景分析、融合,etc.
- 版权保护



- 算法：QoE评价驱动的streaming
- 协议：Chunk-based CMAF、QUIC
- 基建：5G



- 移动设备+轻量化模型
- 拥护新时代：深度传感器、NPU、浴霸摄像头
- 更贴合场景+设备+用户：千人千面

Thank you

