



十年架构 成长之路

# SACC 第十届中国系统架构师大会

SYSTEM ARCHITECT CONFERENCE CHINA 2018

2018年10月17-10月21日 北京海淀永泰福朋喜来登酒店



# 苏宁云分布式转码与H265降码率 技术

苏宁视频云 · 段学闯

2018/10/19



第十届中国系统架构师大会  
SYSTEM ARCHITECT CONFERENCE CHINA 2018



# 个人简介

现担任苏宁科技集团苏宁视频云编解码内核高级技术经理。东华大学，模式识别与智能系统专业研究生。播放器，流媒体开发出身；从事过视频监控流媒体开发，播放器source源开发，CDN开发与优化，ffmpeg的开发与优化，codec的开发与优化。7年以上音视频流媒体开发经验。目前负责分布式转码内核的开发和维护工作，为PPTV和苏宁体育提供转码内核的性能需求的开发和技术支持。



十年架构 成长之路





# 目录



视频云转码技术简介



转码的关键技术点



H264 , H265 编码架构比较



PPTV 降码率技术



## 视频云中转码技术简介

ITPUB.NET



**SACC**

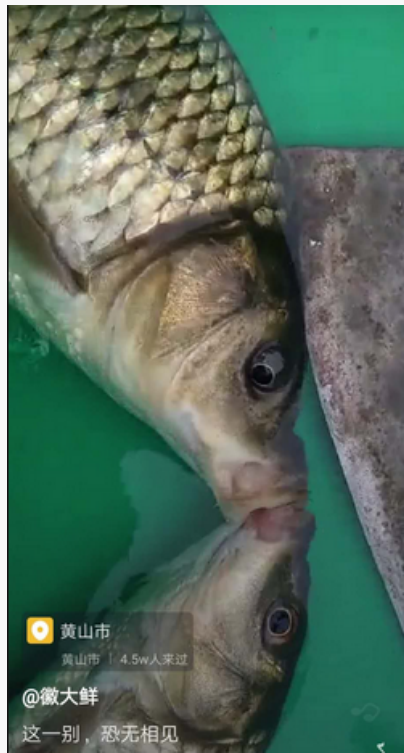
**第十届中国系统架构师大会**  
SYSTEM ARCHITECT CONFERENCE CHINA 2018



# 转码的本质

视频转码（Video Transcoding）是指将已经压缩编码的视频码流转换成另一个视频码流，以适应不同的网络带宽、不同的终端处理能力和不同的用户需求。

转码本质上是一个先解码，再编码的过程，因此转换前后的码流可能遵循相同的视频编码标准，也可能不遵循相同的视频编码标准。



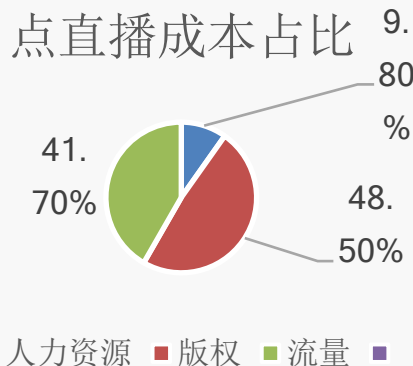
# 转码需求

在目前市场上云转码系统的业务可以大致分两类：

- ✓ 长视频业务：片长大于60分钟的长视频的高清转码。
- ✓ 短视频业务：要求从长视频中截取精彩部分进行拼接转码，换背景乐，加特效。加转场等。（需求多样）

就苏宁而言，目前转码过程需要处理的需求有：

- ✓ 业务需求：添加logo，遮挡logo，动态logo，添加字幕，添加背景音乐，去黑边，多源拼接，时间戳打点转码。
- ✓ 成本需求：转码时要求在画质不变情况下尽可能的降低带宽。





# 分布式转码简介

- ✓ 苏宁云的转码内核以ffmpeg为基础，通过对ffmpeg进行定制化的开发完成功能。
- ✓ 对于大片源采用分布式协同工作，提高效率。



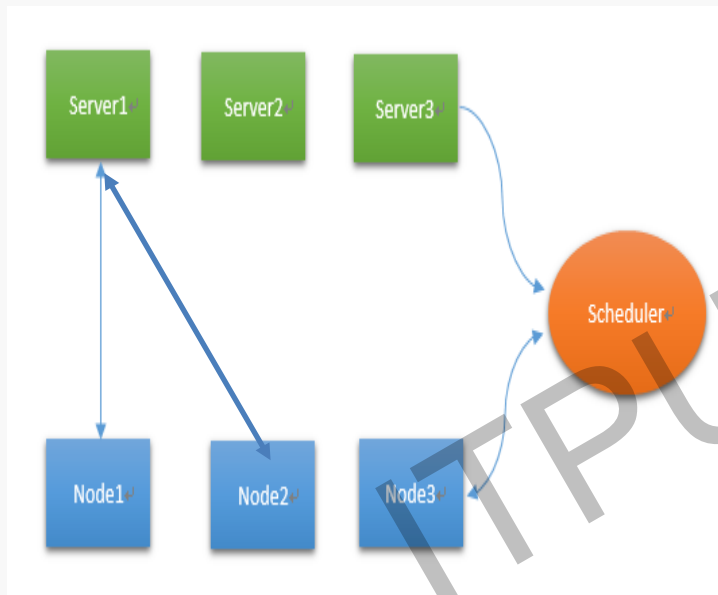
第十届中国系统架构师大会  
SYSTEM ARCHITECT CONFERENCE CHINA 2018







# 分布式转码简介



对于大片源，目前通用的做法是多集群协同转码：

- ✓ Server 模块负责调用ffmpeg的API 把大片源切成小视频，放到本机的ftp目录里面，通知Scheduler。
- ✓ Node向Scheduler轮询获取任务信息，如果有任务（Server 发送给Scheduler 的）Scheduler返回任务信息（Server的信息）供Node连接。
- ✓ Node调用定制化的ffmpeg转码小视频。
- ✓ Node转码完成后把视频片段发送给Server。
- ✓ Server完成视频拼接。



# 分布式转码特点

- ✓ 根据任务复杂度及节点容量分配动态分配任务。
- ✓ Scheduler与Node间心跳检测。
- ✓ 节点Down掉转移到其他节点。



第十届中国系统架构师大会  
SYSTEM ARCHITECT CONFERENCE CHINA 2018





## 转码的技术特点

ITPUB.NET



**SACC**

**第十届中国系统架构师大会**  
SYSTEM ARCHITECT CONFERENCE CHINA 2018



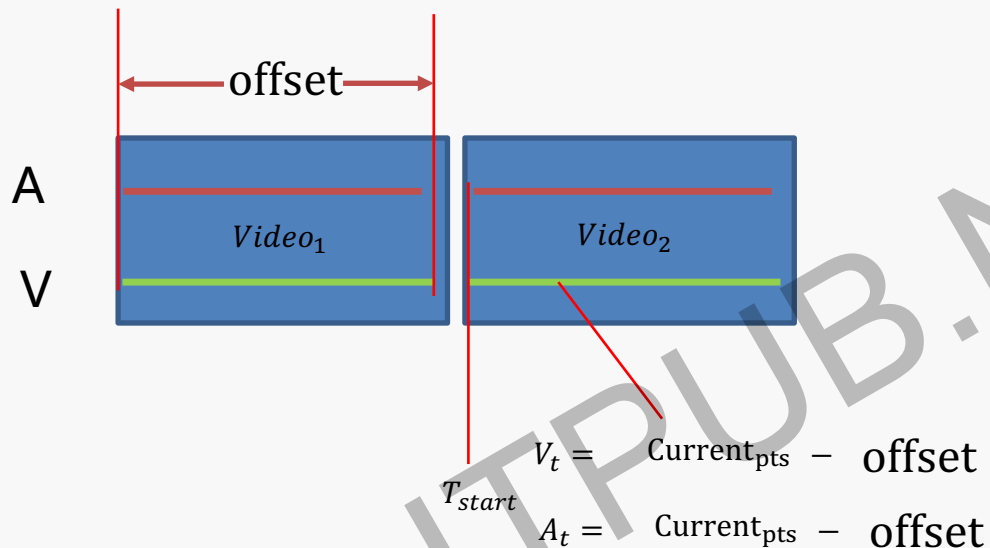


# 转码的关键技术点

- ◆ 视频切割与合并
- ◆ Filter定制
- ◆ 转码打点（可有任意的摘取原片的不同视频序列，转码）
- ◆ 分布式交互
- ◆ X264，X265的降码率处理



# 视频切割与合并



视频的切割和合并是  
分布式转码的基础：

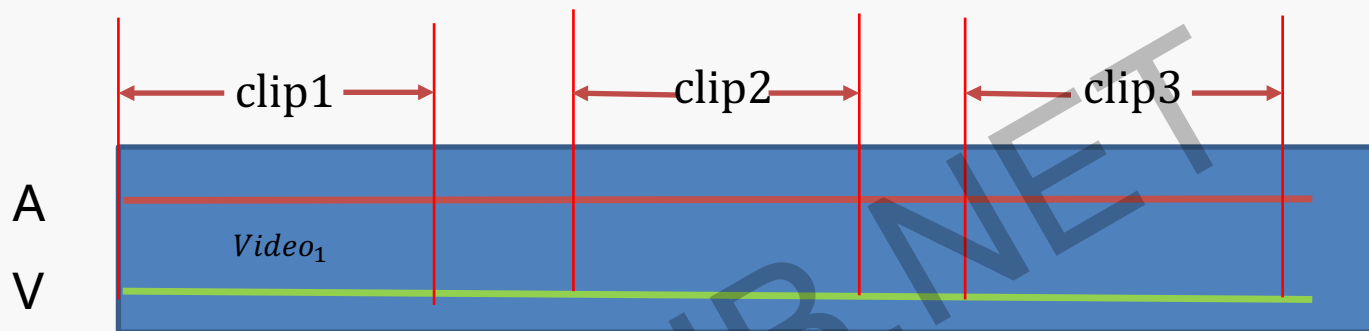
- ✓ 大视频要进行切割，形成多个任务。
- ✓ 转码后要进行合并，使内容完整。



# Filter定制

- ✓ 修改了源ffmpeg中的overlay的logo显示位置的机制，可以定制logo的运动路线。
- ✓ 修改了源ffmpeg中的 subtitle filter，支持对字幕的分段处理。

# 转码打点



Ffmpeg 源码不支持这种摘取一个视频里面的三段视频序列进去转码的情况，而这种情况对于精彩视频集锦（例如一场比赛的精彩进球集锦）来说非常必要，我们就修改ffmpeg源码，使我们的转码具有这种功能，运营只需要打好点告诉我们，我们就可以转出视频集锦。



# 分布式交互

- ✓ Server向Scheduler报告状态：  
任务开始，报告WORKING状态：Scheduler记录Server状态。  
任务分配完成，报告IDLE状态：Scheduler记录Server状态。
- ✓ Node向Scheduler轮询获取任务信息：  
有WORKING Server：Scheduler返回任务信息（Server）供Node连接。  
无WORKING Server：Scheduler返回None。
- ✓ Node收到Scheduler返回的任务信息：  
主动连接Server开始任务（同之前版本）。  
向Scheduler报告连接状态（success/failed）。





# x264 , x265的降码率处理

将在后面的独立章节中介绍。

ITPUB.NET



第十届中国系统架构师大会  
SYSTEM ARCHITECT CONFERENCE CHINA 2018





## H264 , H265 编码架构比较

ITPUB.NET



**SACC**

**第十届中国系统架构师大会**  
SYSTEM ARCHITECT CONFERENCE CHINA 2018





# 降低成本的方式

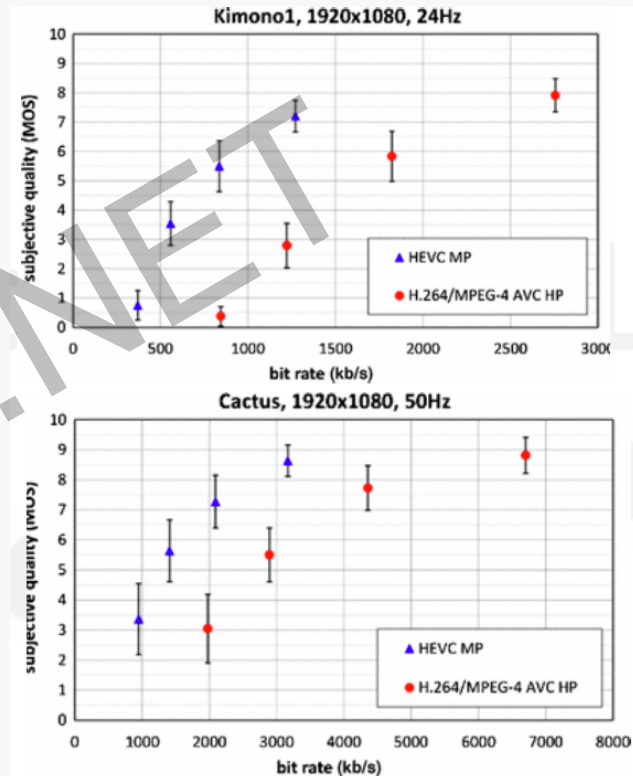
## ✓ Codec

目前，全网最流行的Codec还是H.264，HEVC占比逐步上升。相比于H.264，HEVC有30%以上的带宽节省。不过受困于复杂的专利授权，HEVC正在面临来自AOM联盟的挑战——AV1。Facebook的测试表明，AV1比x264压缩比提升至少30%，可以与HEVC相抗衡。但是 AV1由于复杂度过高，离实际应用还有一定的距离。



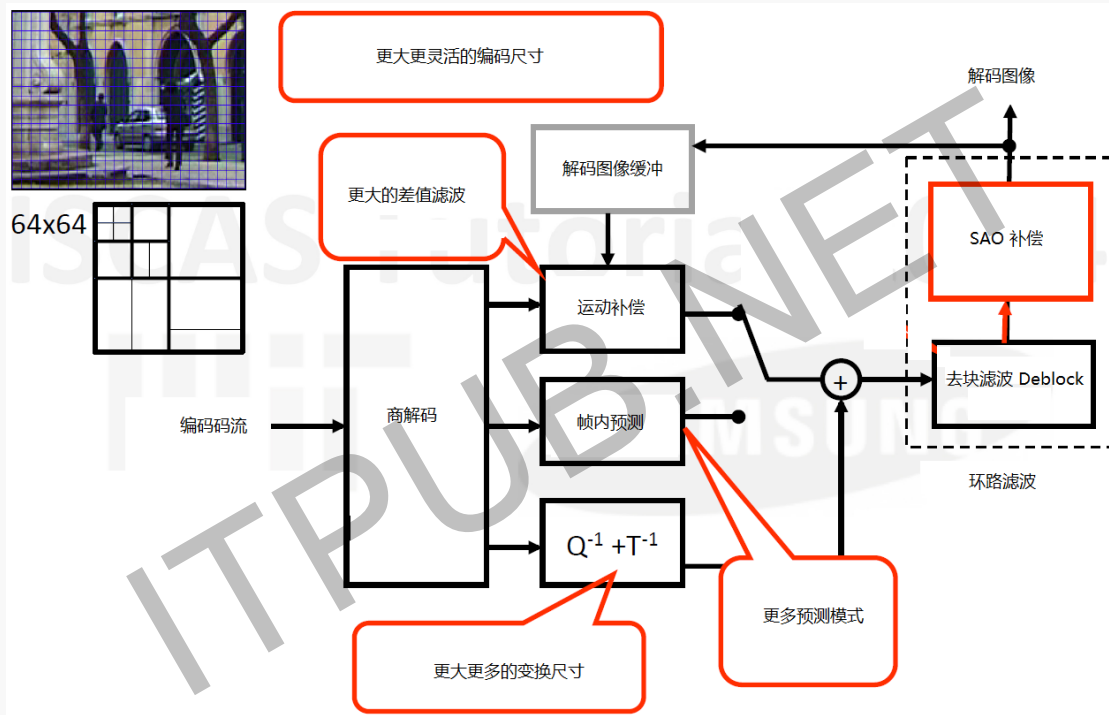
# H.265 与 H.264 性能优势: 码率节省与清晰度

Sequences	Bit-rate Savings
BQ Terrace	63.1%
Basketball Drive	66.6%
Kimono1	55.2%
Park Scene	49.7%
Cactus	50.2%
BQ Mall	41.6%
Basketball Drill	44.9%
Party Scene	29.8%
Race Horse	42.7%
<b>Average</b>	<b>49.3%</b>





# H.265 与 H.264 结构差异





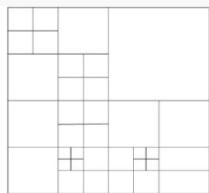
# H265 与 H264 相比编码框架差异

H.265 采用混合编解码，结构与H264基本一致，细节不同在于：

- ✓ 编码块划分结构：为了提高高分辨率的视频的编码效率，HEVC采用了基于大尺寸的四叉树编码结构。采用CU（编码单元）、PU（预测单元）、TU（变换单元）的递归结构
- ✓ 更多的帧内预测模式：共35中帧内预测模式，比H264的9种帧内预测模式在节省码率和保存图像细节方面效果更好。
- ✓ 滤波器：在去块滤波之后增加了SAO模块。



# 编码块划分结构：CU、PU、TU递归结构

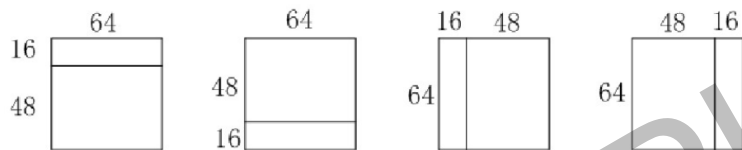


LCU的树形结构示意图



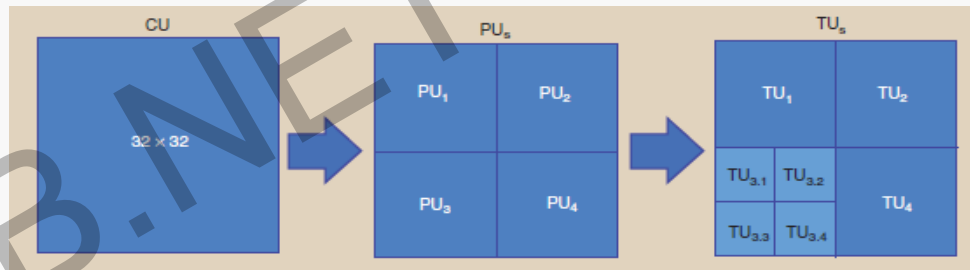
(a)  $2N \times 2N$  (b)  $N \times 2N$  (c)  $2N \times N$  (d)  $N \times N$

4种PU分割类型



64×64CU所支持的4种AMP分割形态

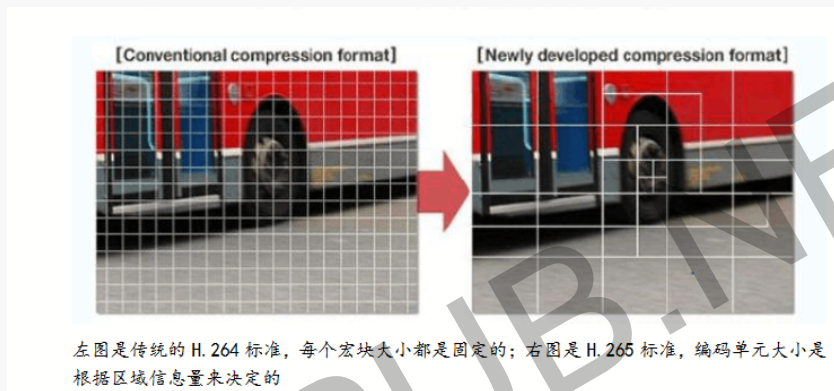
10



这种非对称的分割方式可以将细节较少的低频区域划分为较大PU单元，细节较多的高频模块分为较小的PU单元，起到降低码率，保持细节的作用。



# H264, H265编码块划的比较







## 多分块模式给帧内编码带来的增益:

	BD-Rate Reduction
H.264/AVC (intra only)	15.8%
JPEG 2000	22.6%
JPEG XR	30.0%
Web P	31.0%
JPEG	43.0%



# SAO 对 BDRate 的贡献

CTU Size in Luma	Option 1: Skip right and bottom samples in the CTU during parameter estimation			Option 2: Use predeblocked samples near right and bottom boundaries in the CTU during parameter estimation		
	Y	Cb	Cr	Y	Cb	Cr
64 × 64	-3.5%	-4.8%	-5.8%	-3.3%	-5.3%	-6.6%
32 × 32	-2.0%	-1.1%	-1.5%	-2.5%	-2.0%	-2.7%
16 × 16	0.0%	-0.3%	0.3%	-0.8%	0.4%	0.1%



With SAO



Without SAO



## PPTV 降码率技术

ITPUB.NET



**SACC**

**第十届中国系统架构师大会**  
SYSTEM ARCHITECT CONFERENCE CHINA 2018



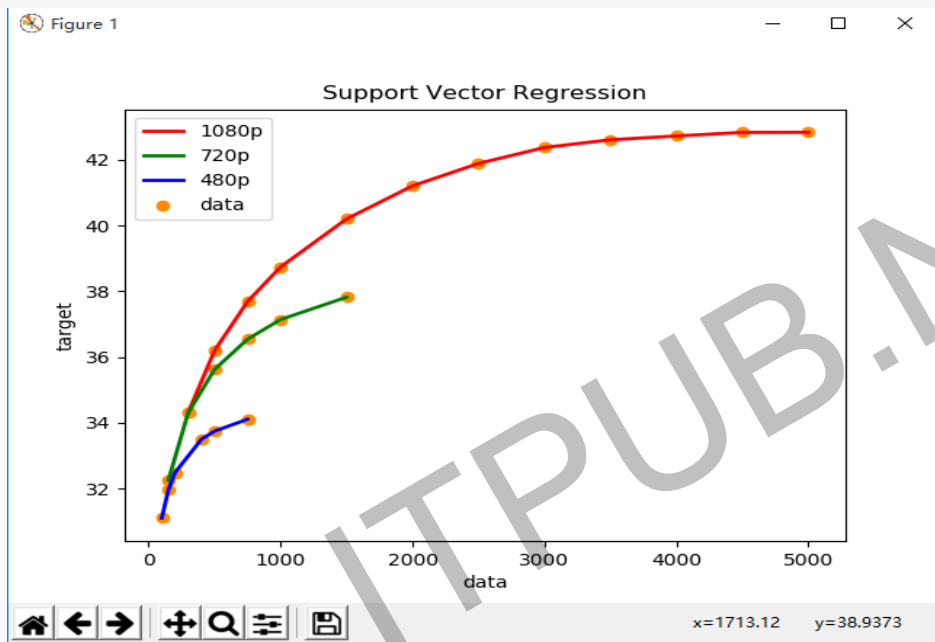


# QP值特性分析

- ✓ 苏宁在线上使用两遍转码的方式完成 转码。
- ✓ QP：量化参数，是一个与视频质量相关的参数，QP值越大，编码损失的细节越多。



# QP值特性分析



左图为不同分辨率的同一视频转码成各个码率的一遍转码 ( pass1 ) 的QP均值的变化情况。



# 时段分析

在实际的编码过程中，转码服务器通常会给每一类视频设置一个固定的码率，然而实际上，同类的视频中，每一个clip序列的视频流的细节和运动特点各不相同，在相同的清晰度条件下，所需的码率是不一样的，为了克服这个问题，需要根据每一个视频的特点来动态分配码率，达到节省码率的目的。



第十届中国系统架构师大会  
SYSTEM ARCHITECT CONFERENCE CHINA 2018

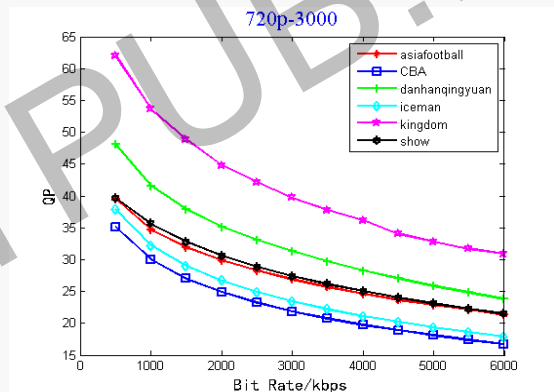
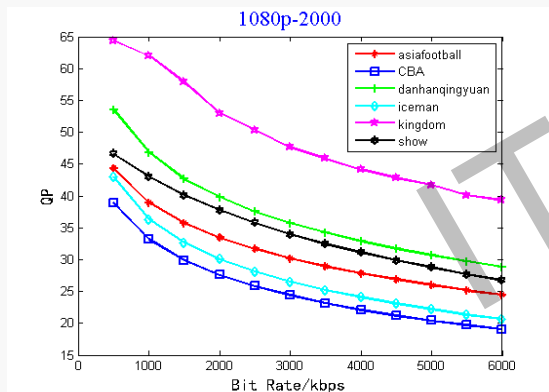
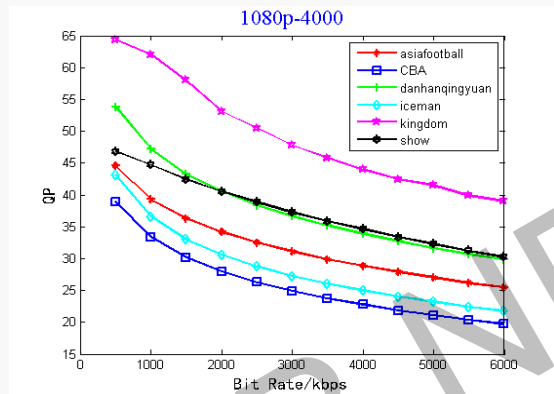
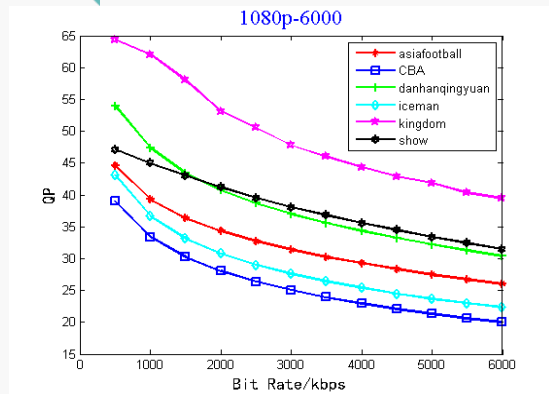




# 降码率技术的实现方法：

根据一遍转码（ pass1 ）得到的平均QP和该档次复杂视频编码得到的 pass1的 QP两个参数预估视频的复杂度，然后根据视频复杂度和当前设定的目标码率，确定两遍转码（ pass2 ）的最终目标码率。该算法在不改变码率分配算法流程的基础上，可以有效降低视频码率。

# 可行性分析：



不同视频内容，同分辨率，不同源片码率情况下pass1得出的QP随目标比特的变化如左。

不同视频内容，相同分辨率，相同源片码率下pass1得出的QP随转码目标比特的变化差异很大（说明源片复杂的差别较大）。

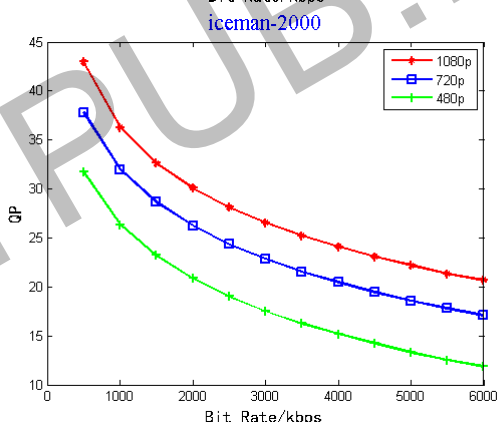
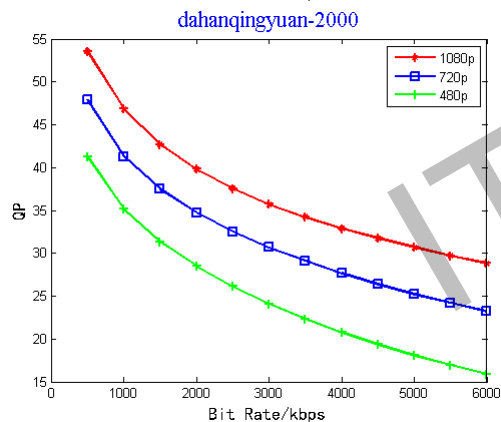
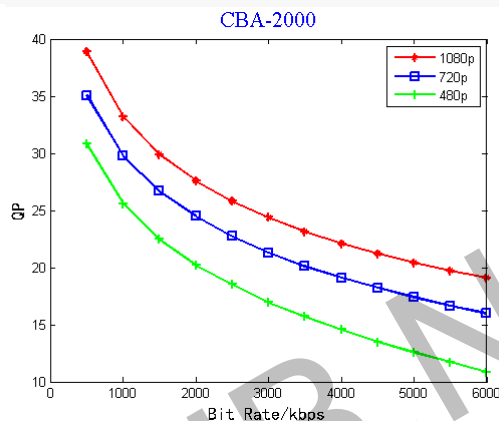
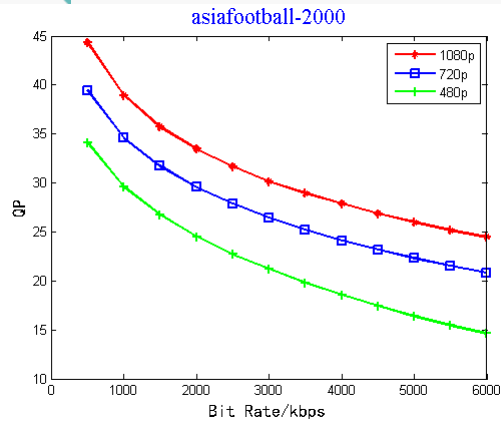
不同源片，不同分辨率，不同码率下，曲线的形态基本相同（这样可以用matlib拟合函数）。

不同视频内容，相同分辨率，相同源片码率情况下越复杂的视频序列pass1编码后对应的QP越大，这就验证了我们算法假设的正确性。





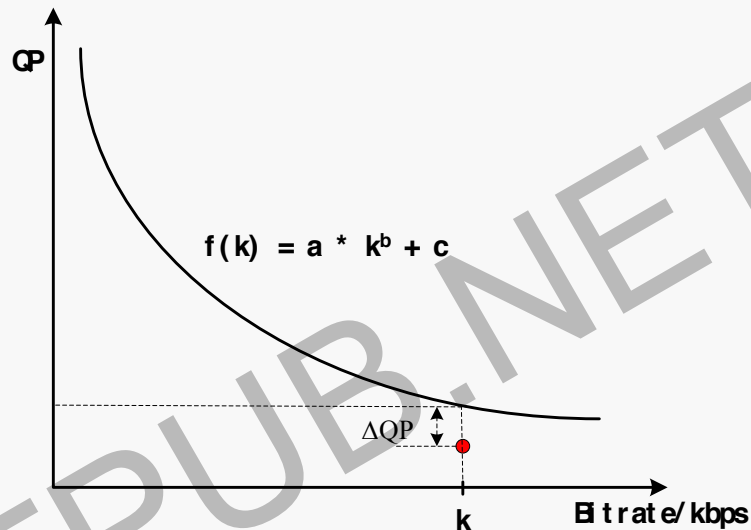
# 可行性分析：



同视频内容，不同分辨率，同源片码率，下pass1得出的QP随目标比特的变化如下。从图中可以看到，在这种情况下，QP随目标码率的变化差异很大。这就说明，就算是同一视频序列，其pass1复杂度衡量值QP在不同分辨率不同原片码率情况下不能使用同一模型，需要分别估计。



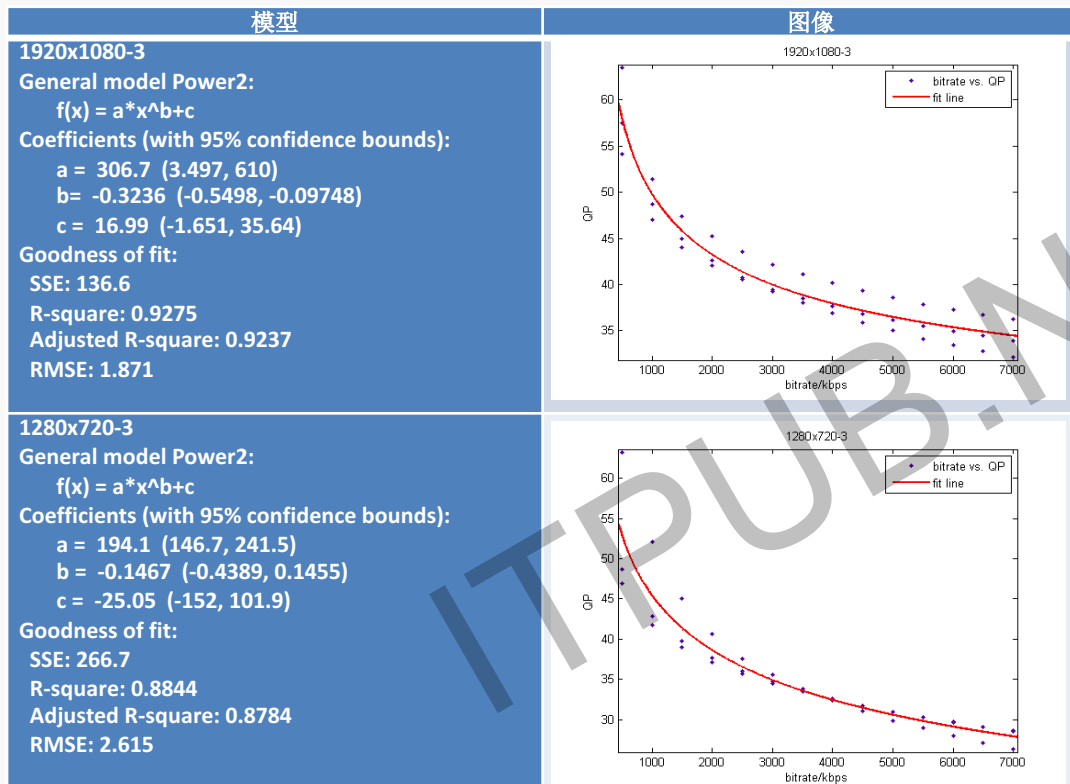
# Bitrate-QP 曲线拟合：



用matlab拟合的视频复杂度示意图



# Bitrate-QP 曲线拟合：



在每个分辨率下选取25个视频，计算pass1的视频复杂度。

在每一种分辨率下测试最复杂3个、5个和8个视频序列。然后使用matlab对其拟合，得到最佳的模型。

其中1920x1080-3表示视频序列编码的分辨率为1920x1080，且使用25个视频序列中最复杂度的3个视频序列进行拟合的模型，其余类似。



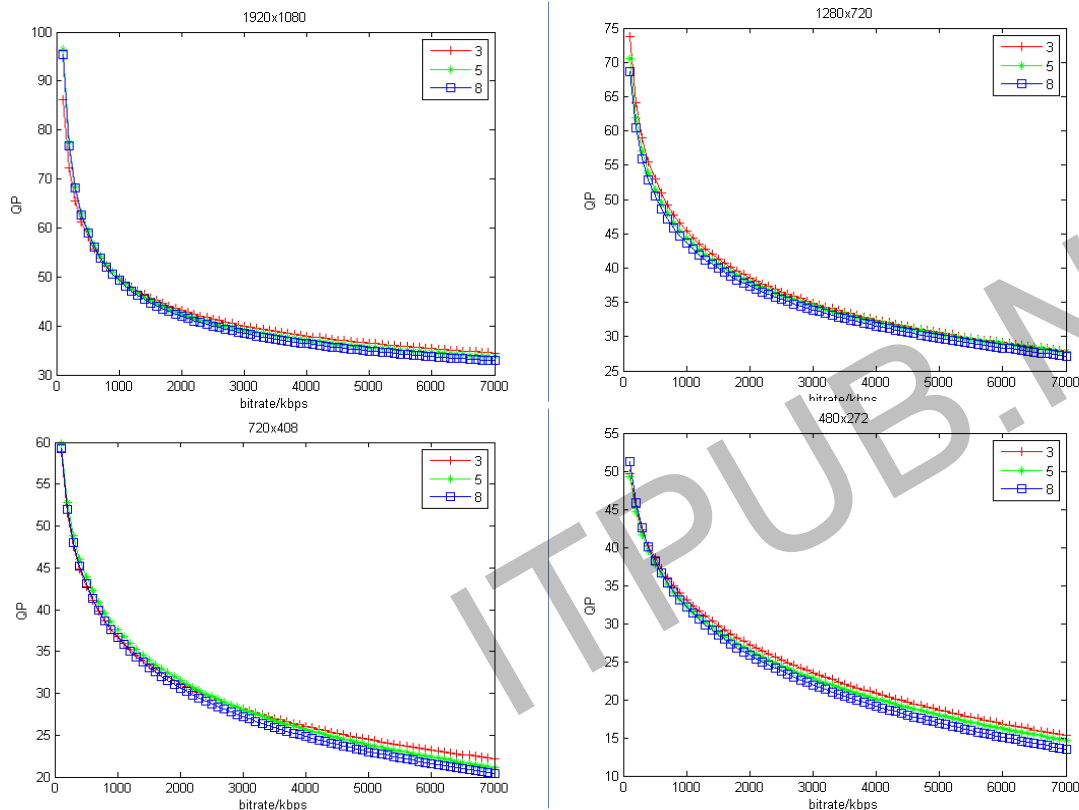
**SACC**

第十届中国系统架构师大会  
SYSTEM ARCHITECT CONFERENCE CHINA 2018





# 曲线拟合效果：



分析左图，高分辨率的情况下，选择3个、5个和8个最复杂度的视频序列得到复杂度曲线非常接近；低分辨率的情况下，选择3个、5个和8个最复杂度的视频序列得到复杂度曲线在3000 kbps 以下非常接近；



## 设定码率：

现在需要解决的就是设定目标码率为 $k$ 时，视频序列 pass1 编码后得出的量化参数  $QP(k)$  如何根据最复杂的视频序列复杂度  $f(k)$  分配合适的目标码率。一共提出了10个模型，其中下面的模型最佳：

$$b(k) = \beta \left( \frac{QP(k)}{f(k)} \right)^{\alpha} \times k$$



# 降码率效果：

model	file size(G)	Save ratio(%)	quality
0(default)	3.57	-	
1	2.88	19.33	基本不变
2	1.82	49.02	下降明显
3	2.77	22.41	基本不变
4	2.67	25.21	基本不变
5	2.08	41.74	蓝光原画略有下降
6	2.05	42.58	蓝光原画略有下降
7	2.33	34.73	蓝光原画略有下降
8	2.12	40.62	蓝光原画略有下降
9	2.36	33.89	蓝光原画略有下降
10	2.61	26.89	基本不变



## 结论：

综上所述，我提出的算法编码视频序列得到的码率比x265默认参数编码视频序列的码率降低了13.29%，且主观画质基本一致；在多少情况下可以达到预期的降码率效果。



第十届中国系统架构师大会  
SYSTEM ARCHITECT CONFERENCE CHINA 2018



THANKS



ITPUB.NET