技术开启新“视”界
Technology Bring New Vision

实时视频通信质量评价及寻找视频质量甜点的方法

Vik Qian 菊风 (Juphoon) 2018

Juphoon system software
LiveVideoStack 音视频技术社区
CSDN

提纲 & 摘要

- Part1：实时视频通信质量评价的方法研究
- Part2：根据质量模型设计质量甜点算法

本演讲将分享 Juphoon 媒体引擎开发团队在视频通信质量上的探索实践，通过对视频通话视频的大量统计分析，采用回归、支持向量机等机器学习方法，分析各种因素对通话质量的影响。

听众的预期收获：

- 通过这个学习交流，你可以了解我们通过统计学方法得到的一些编码相关的质量规律
- 了解我们是如何实现实时的质量客观评价和监控的
- 如果你对视频质量技术一无所知，这个分享试图在较短的时间内让你向在这个领域成为专家更近一步

Juphoon system software

Part1：动机

- 有没有一种靠谱的评价视频通话质量自动化方法？
- 能否做到实时监控视频通话的端到端质量？

为什么现有简单的方法不可直接用？

- PSNR、SSIM ---- need Pic by Pic

$$PSNR = 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{MAX_I^2}{MSE}\right)$$

$$MSE = \frac{1}{m\,n}\sum_{i=0}^{m-1}\sum_{j=0}^{n-1}[I(i,j) - K(i,j)]^2$$

$$SSIM(x,y) = \left[l(x,y)^{\alpha} \cdot c(x,y)^{\beta} \cdot s(x,y)^{\gamma}\right]$$

$$c(x,y) = \frac{2\sigma_x\sigma_y + c_2}{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c_2}$$

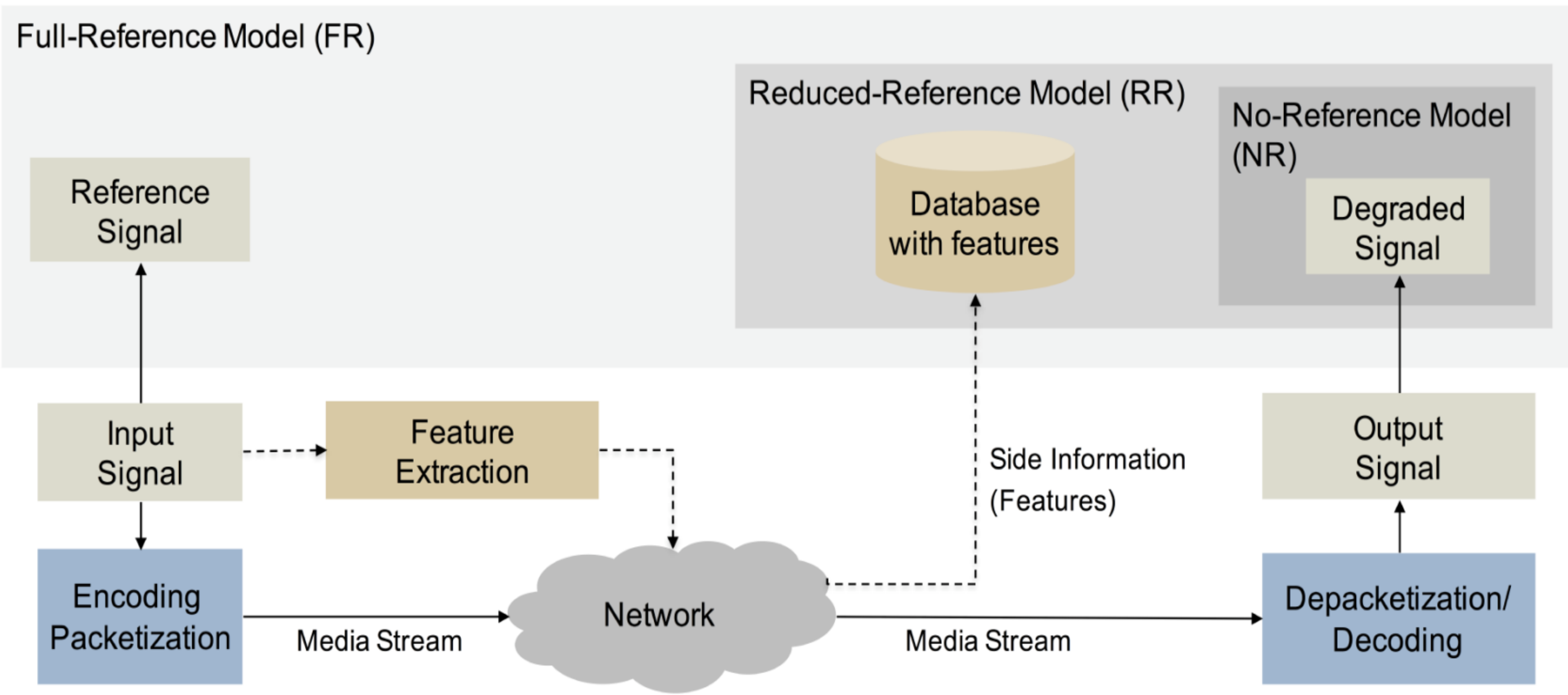
$$s(x,y) = \frac{\sigma_{xy} + c_3}{\sigma_x\sigma_y + c_3}$$

$$l(x,y) = \frac{2\mu_x\mu_y + c_1}{\mu_x^2 + \mu_y^2 + c_1}$$

PEVQ、VQuad-HD、VMAF怎么样？

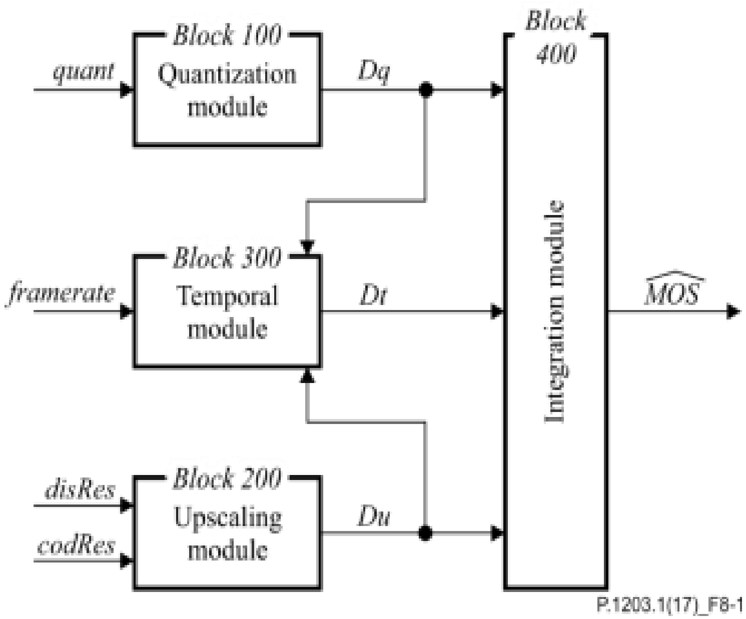
- PEVQ - (ITU-T Rec. J.247 (FR), 2008)
- VQuad-HD - (ITU-T Rec. J.341 (FR), 2011)
- VMAF - (NetFlix, 2017)
- 需要全参考 ---- 不适合实时视频通话

FR\RR\NR -- 3类参考模型



图来自Wikipedia

ITU 基于码流的可靠传输评价模型（2017）怎么样？

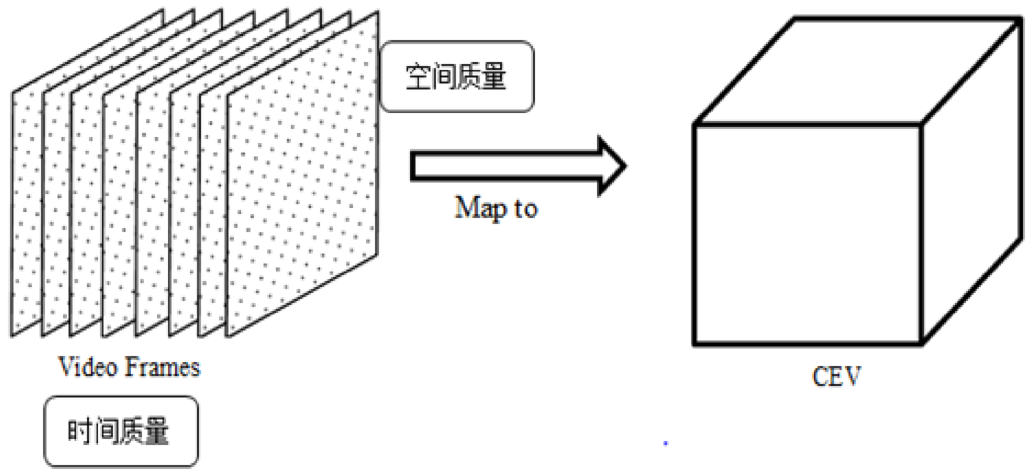


比较接近实时视频通信的质量评价需求，但没有考虑网络丢包、带宽限制、延时。

还不能直接使用。

Pv module in the context of building blocks of the ITU-T P.1203 model

CEV模型(Cubic information Entropy Volume)



$$MOS = TMOS^{a} * SMOS^{b}$$

基于 CEV 质量评价模型实践

生成系统	生成参与人工主观打分的视频源
打分系统	提供参与者进行打分的平台，并可导出主观分数据
视频质量分	分析视频质量影响因子
建模预测	根据主观评分建立预测模型，预测不同参数下视频的质量得分

为什么需要生成系统？

我们研究：

编码失真

量化失真（编码器 QP取值）
频域变换失真 （DCT）
下采样失真
超分辨失真（良性）
滤波失真（良性）

传输失真

降低帧率（抽帧）
卡顿（丢帧）
延迟

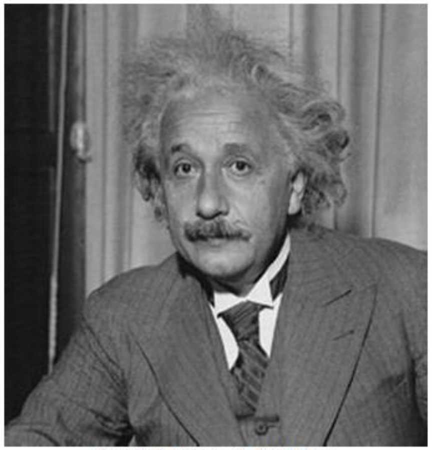
标准库的各种失真

T3*	T8*	C*	L*	Distortion types
✓	✓	✓	✓	Additive Gaussian noise
✓	✓	-	-	Additive noise (more intensive color components)
✓	✓	-	-	Spatially correlated noise
✓	✓	-	-	Masked noise
✓	✓	-	-	High frequency noise
✓	✓	-	-	Impulse noise
✓	✓	-	-	Quantization noise
✓	✓	✓	✓	Gaussian blur
✓	✓	-	-	Image denoising
✓	✓	✓	✓	JPEG compression
✓	✓	✓	✓	JPEG2000 compression
✓	✓	-	-	JPEG transmission errors
✓	✓	-	-	JPEG2000 transmission errors
✓	✓	-	-	Non eccentricity pattern noise
✓	✓	-	-	Local block-wise distortions of different intensity
✓	✓	-	-	Mean shift (intensity shift)
✓	✓	✓	-	Contrast change
✓	-	-	-	Change of color saturation
✓	-	-	-	Multiplicative Gaussian noise
✓	-	-	-	Comfort noise
✓	-	-	-	Lossy compression of noisy images
✓	-	-	-	Image color quantization with dither
✓	-	-	-	Chromatic aberrations
✓	-	-	-	Sparse sampling and reconstruction
-	-	-	✓	Fast Fading Rayleigh

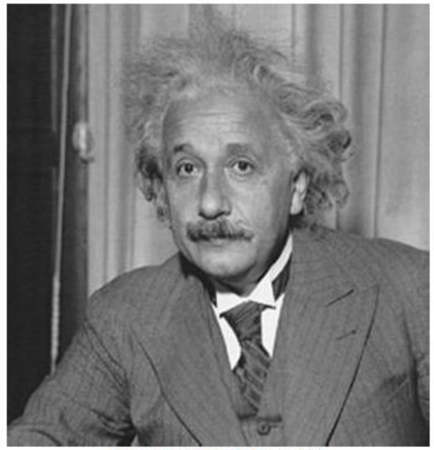
*T3: TID2013, T8: TID2008, C: CSIQ, L: LIVE

Juphoon system software

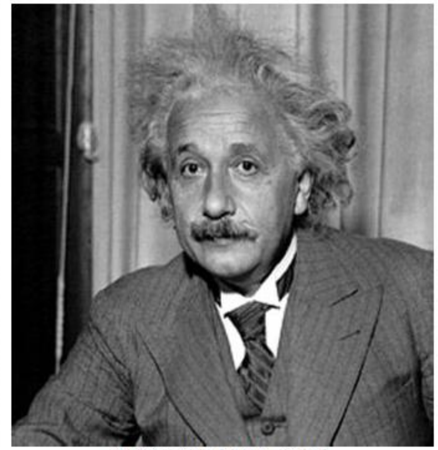
不同失真图片的评价指标



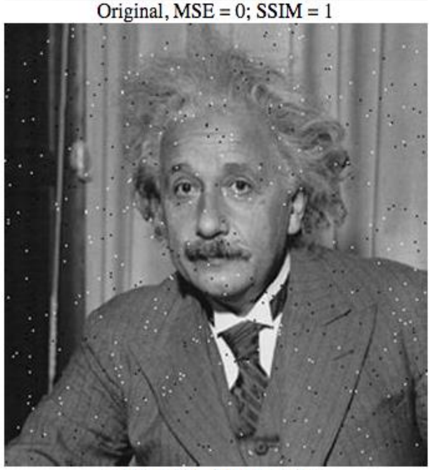
Original, MSE = 0; SSIM = 1



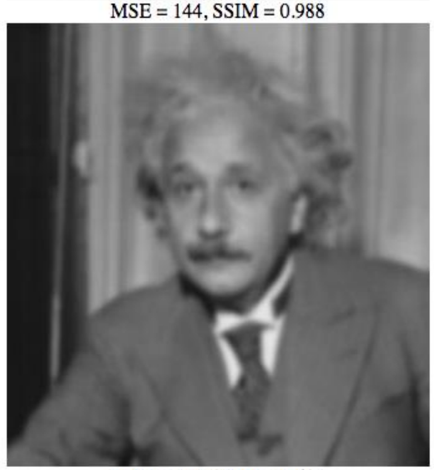
MSE = 144, SSIM = 0.988



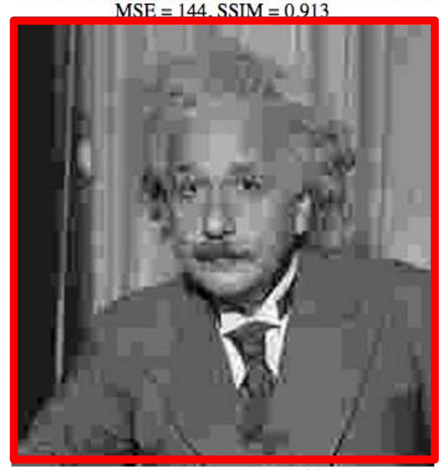
MSE = 144, SSIM = 0.913



MSE = 144, SSIM = 0.840



MSE = 144, SSIM = 0.694



MSE = 142, SSIM = 0.662

研究对象

自己生成 VS 公共数据集

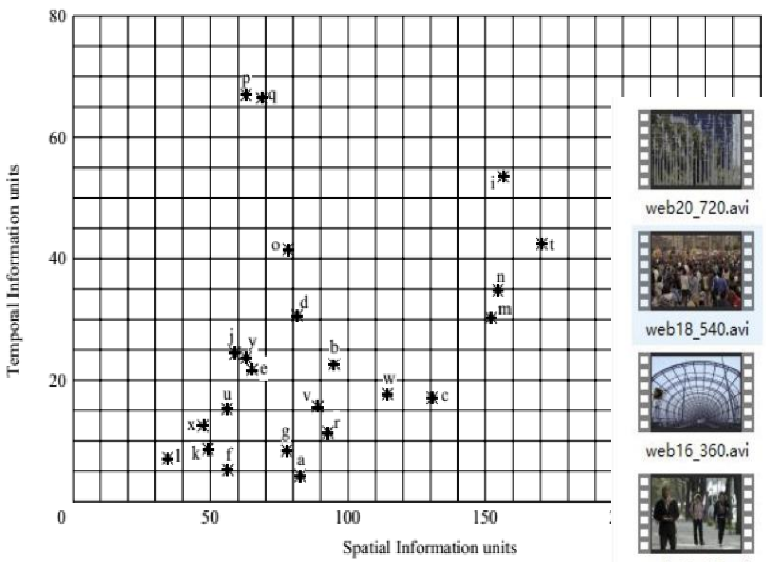
自己生成的数据：

- 针对x264、x265、openh264、VPX视频编码失真做研究
- 传输失真（主要研究时间质量） 600 Videos， 20 Observers
- 编码失真（主要研究空间质量）300 videos， 15 Observers

Database	Source Images	Distorted Images	Distortion Types	Image Type	Observers
TID2013	25	3000	24	color	971
TID2008	25	1700	17	color	838
CSIQ	30	866	6	color	35
LIVE	29	779	5	color	161
IVC	10	185	4	color	15
Toyama-MICT	14	168	2	color	16
A57	3	54	6	gray	7
WIQ	7	80	5	gray	60

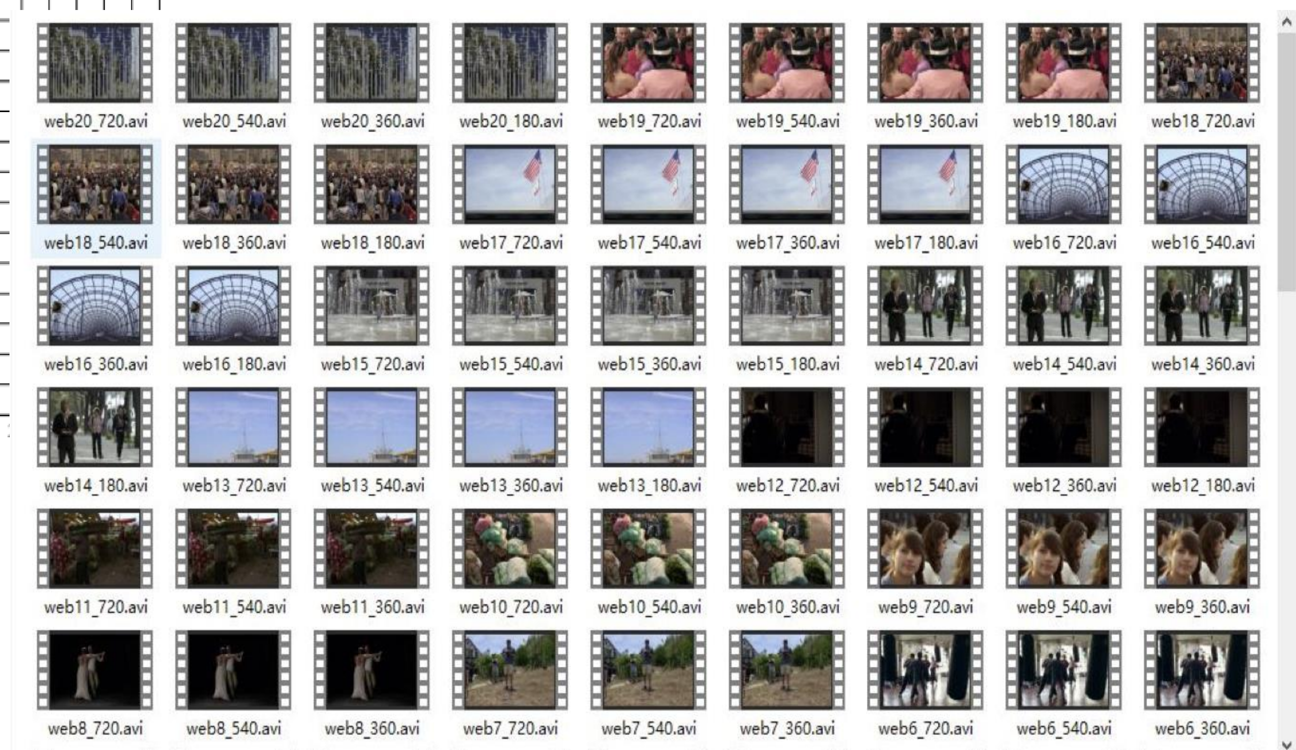
公开的库范围很广，包含各种失真，
针对性弱一些。

生成系统

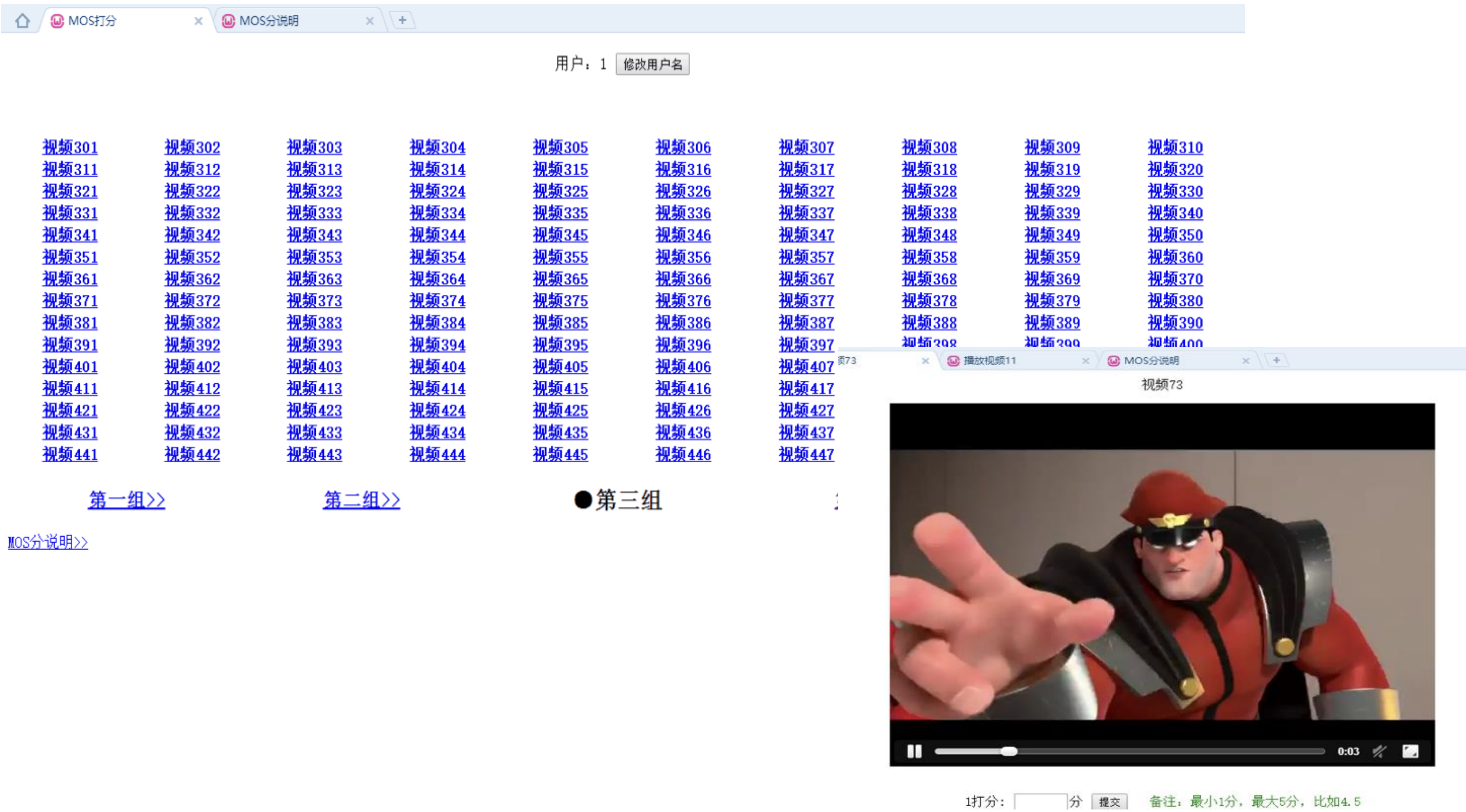


不同视频源的时空复杂度

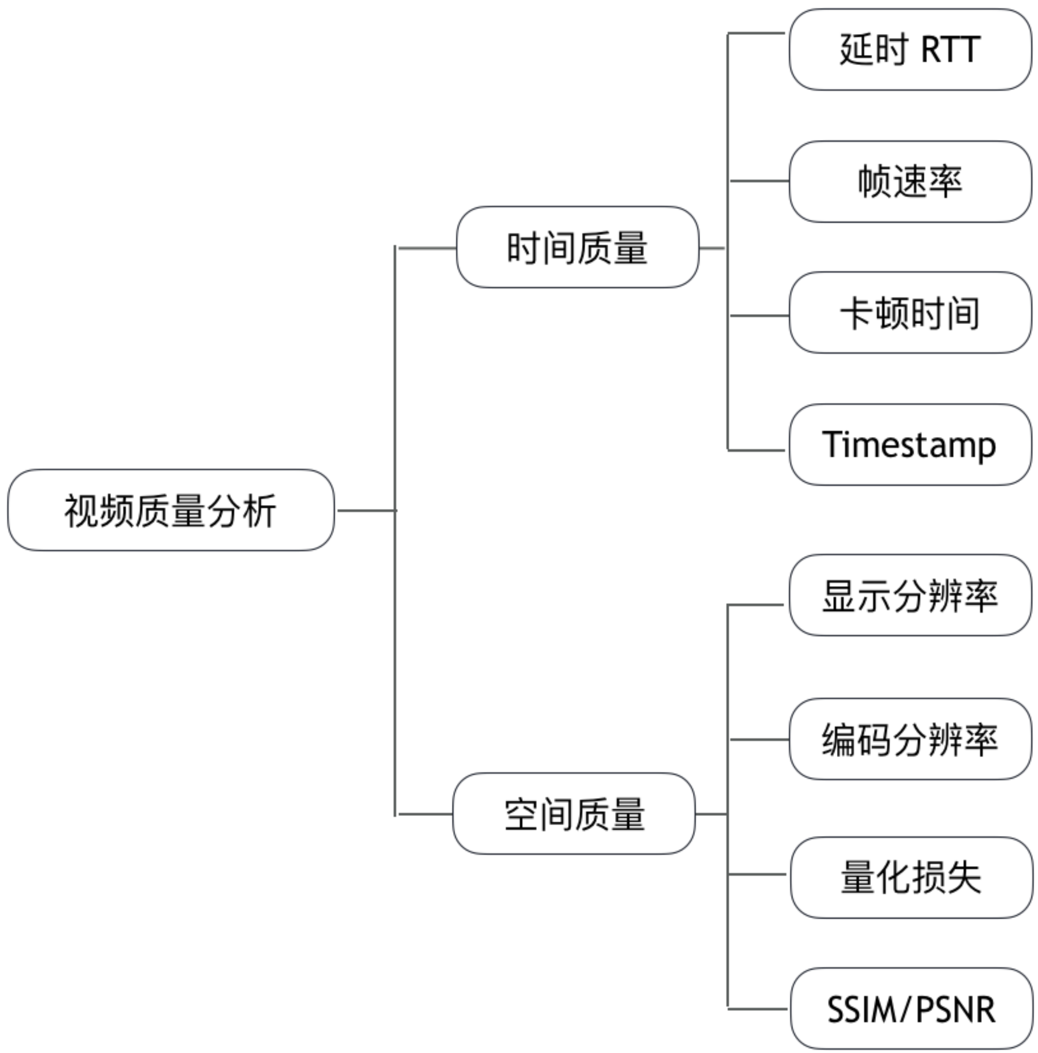
无损视频序列



众包打分系统

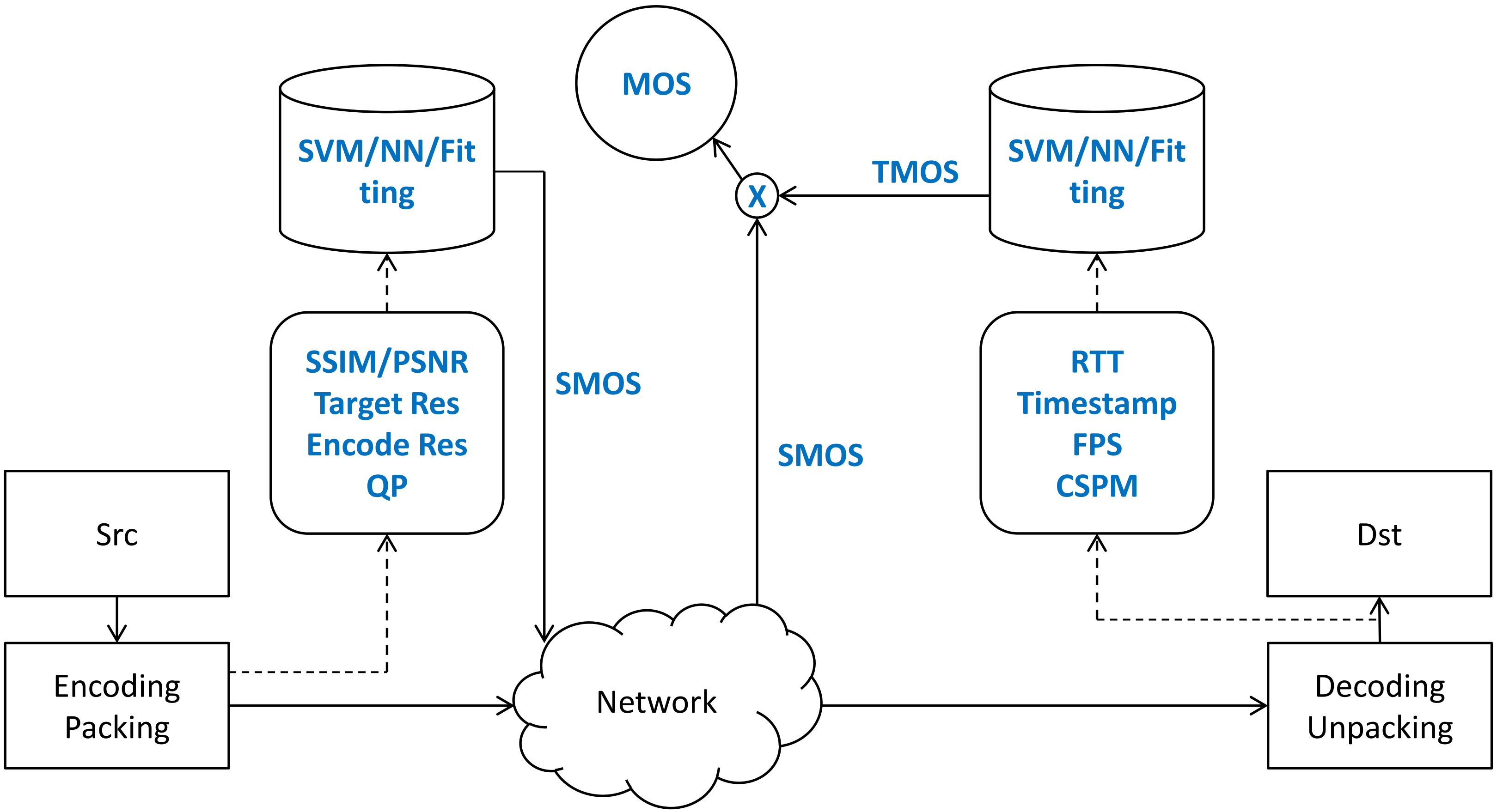

MOS打分
MOS分说明
用户：1
修改用户名
视频301 视频302 视频303 视频304 视频305 视频306 视频307 视频308 视频309 视频310
视频311 视频312 视频313 视频314 视频315 视频316 视频317 视频318 视频319 视频320
视频321 视频322 视频323 视频324 视频325 视频326 视频327 视频328 视频329 视频330
视频331 视频332 视频333 视频334 视频335 视频336 视频337 视频338 视频339 视频340
视频341 视频342 视频343 视频344 视频345 视频346 视频347 视频348 视频349 视频350
视频351 视频352 视频353 视频354 视频355 视频356 视频357 视频358 视频359 视频360
视频361 视频362 视频363 视频364 视频365 视频366 视频367 视频368 视频369 视频370
视频371 视频372 视频373 视频374 视频375 视频376 视频377 视频378 视频379 视频380
视频381 视频382 视频383 视频384 视频385 视频386 视频387 视频388 视频389 视频390
视频391 视频392 视频393 视频394 视频395 视频396 视频397
视频401 视频402 视频403 视频404 视频405 视频406 视频407
视频411 视频412 视频413 视频414 视频415 视频416 视频417
视频421 视频422 视频423 视频424 视频425 视频426 视频427
视频431 视频432 视频433 视频434 视频435 视频436 视频437
视频441 视频442 视频443 视频444 视频445 视频446 视频447
第一组>>
第二组>>
●第三组
MOS分说明>>
播放视频11
MOS分说明
视频73
0:03
1打分：
分
提交
备注：最小1分，最大5分，比如4.5

CEV 影响因子分析



视频质量分析
时间质量
延时 RTT
帧速率
卡顿时间
Timestamp
空间质量
显示分辨率
编码分辨率
量化损失
SSIM/PSNR

模型实现


MOS
SVM/NN/Fitting
TMOS
X
SVM/NN/Fitting
SSIM/PSNR
Target Res
Encode Res
QP
SMOS
SMOS
RTT
Timestamp
FPS
CSPM
Src
Dst
Encoding
Packing
Network
Decoding
Unpacking

分析时间质量TMOS

- RTT
- Play Timestamp
- Frame rate
- CSPM (Congest Seconds Per Minute)

Proposed TMOS Fitting Model

$$TMOS = 5 \times \frac{Fmos^{m9} \cdot RTTmos^{m10} \cdot Cmos^{m13}}{5^{m9+m10+m13}}, \qquad TMOS \in (1,5)$$

$$Fmos = m5 \cdot F^2 + m6 \cdot F + m7$$

$$RTTmos = m3 \cdot \ln RTT + m4$$

$$Cmos = m11 \cdot CSPM + m12$$

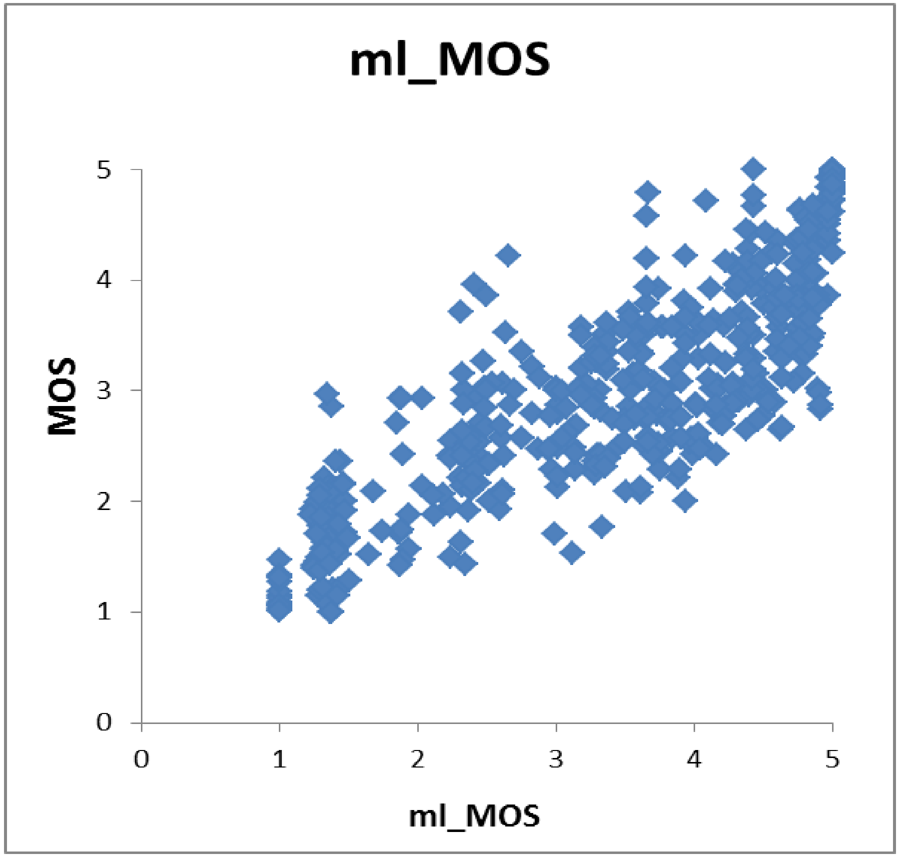
F 为帧率

RTT 为来回延迟

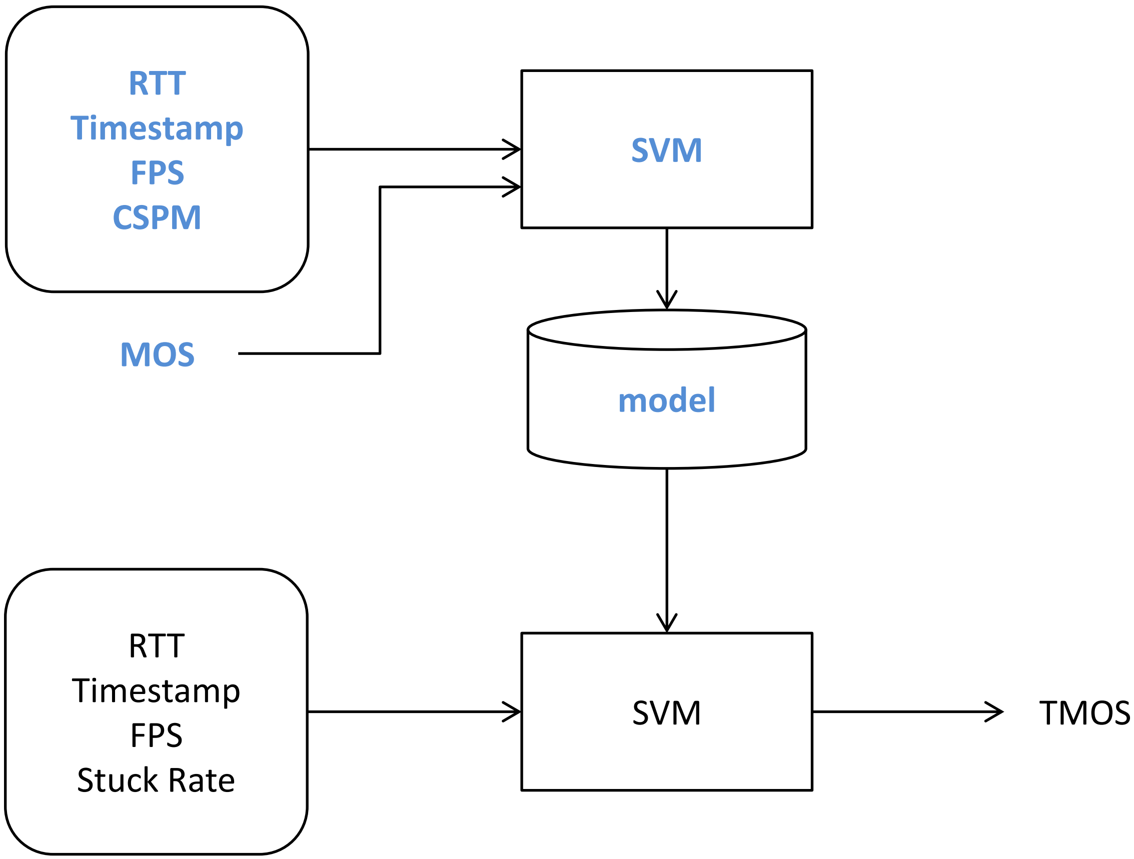
CSPM 为每分钟卡顿秒数

m3=-0.887, m4=8.9061, m5=-0.0048, m6=0.2907, m7=0.6651, m8=0.3, m9=0.5, m10=1, m11=-0.0667, m12=5, m13=0.5

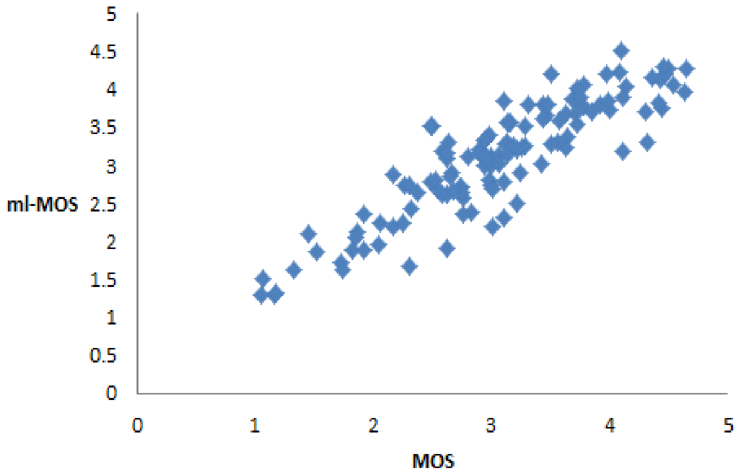
TMOS Fitting 模型效果评估（Pearson 0.86）

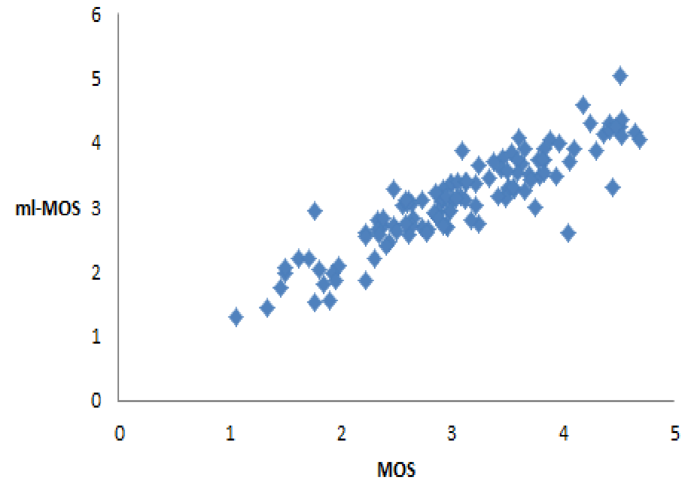


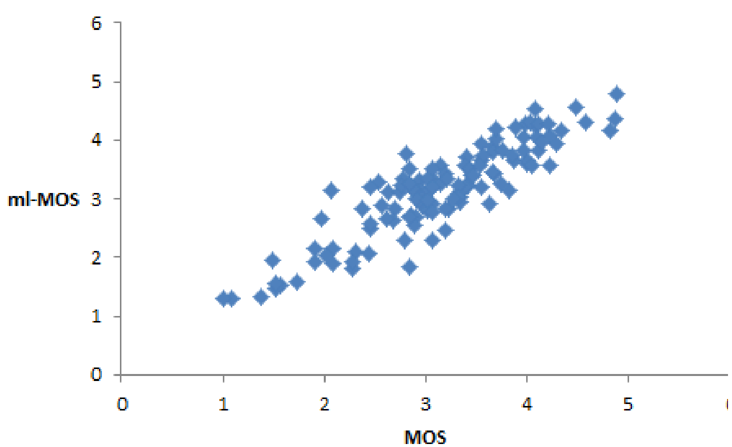
ML – Train by SVM

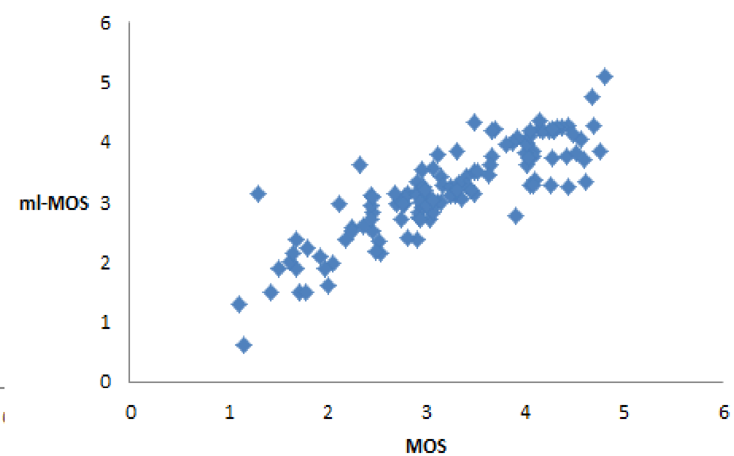


TMOS SVM效果评估(Pearson 0.93)









TMOS 效果评估

回归预测

- MOS相关系数 0.86
- 所需代码数量极少，速度快
- 需人工设定每个参数占比

可应用于现网质量跟踪

SVM建模

- MOS相关系数 0.93
- 代码量稍多
- 加载时训练模型时间较长

可应用于实验室测试评估

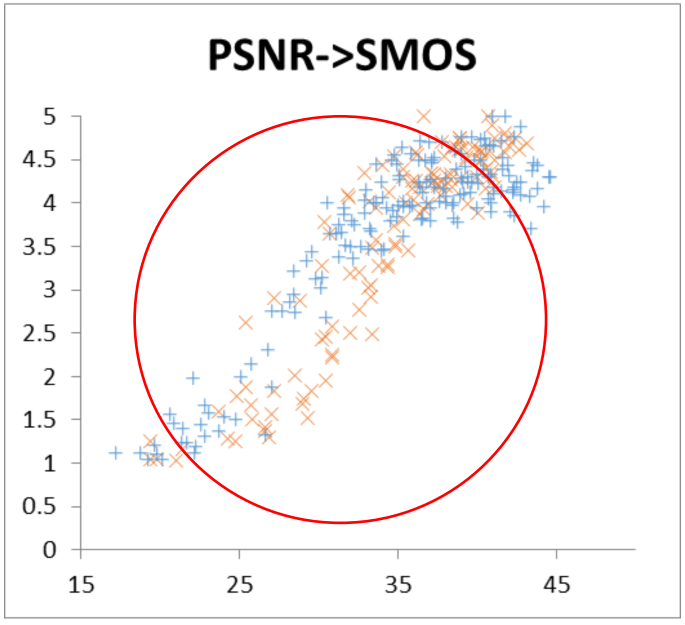
NN
神经网络

- MOS相关系数 0.88 （训练数据不足）
- 需大量数据
- 速度较慢

分析空间质量 SMOS

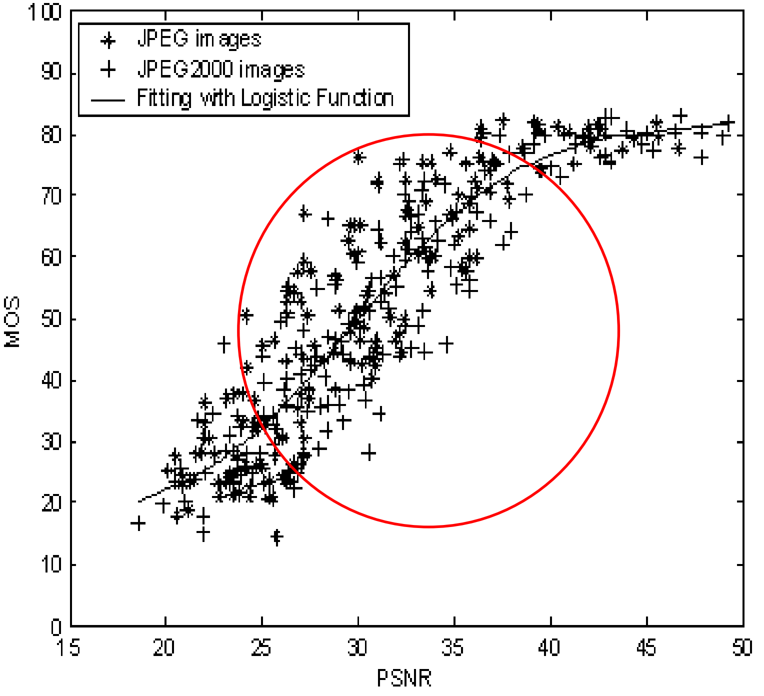
- PSNR/SSIM
- Encode QP
- Target Res
- Encode Res

PSNR to SMOS



Our data

蓝色为360p以下、棕色为360p以上视频



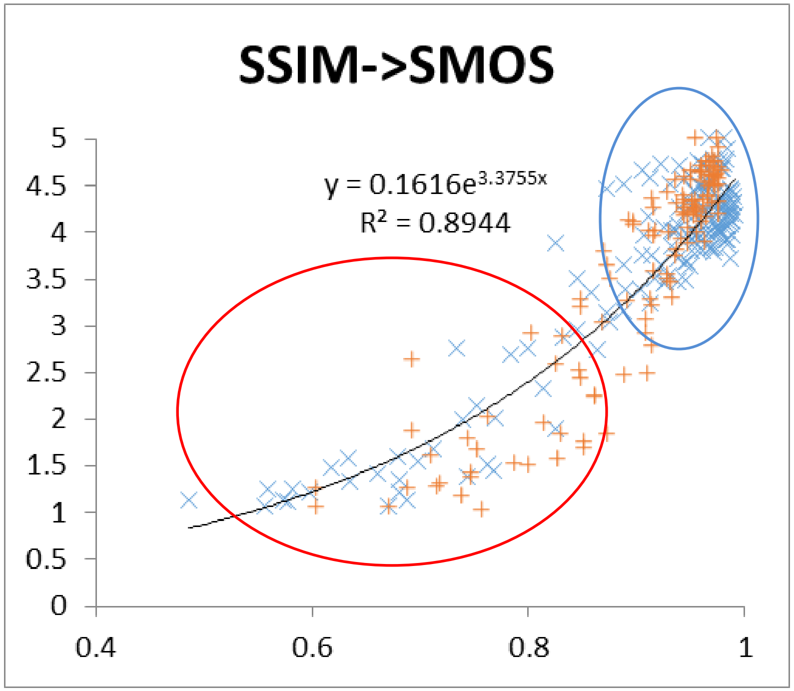
Lab for Image and Video Engineering (LIVE)

University of Texas at Austin

PSNR 两个数据集分布规律比较一致

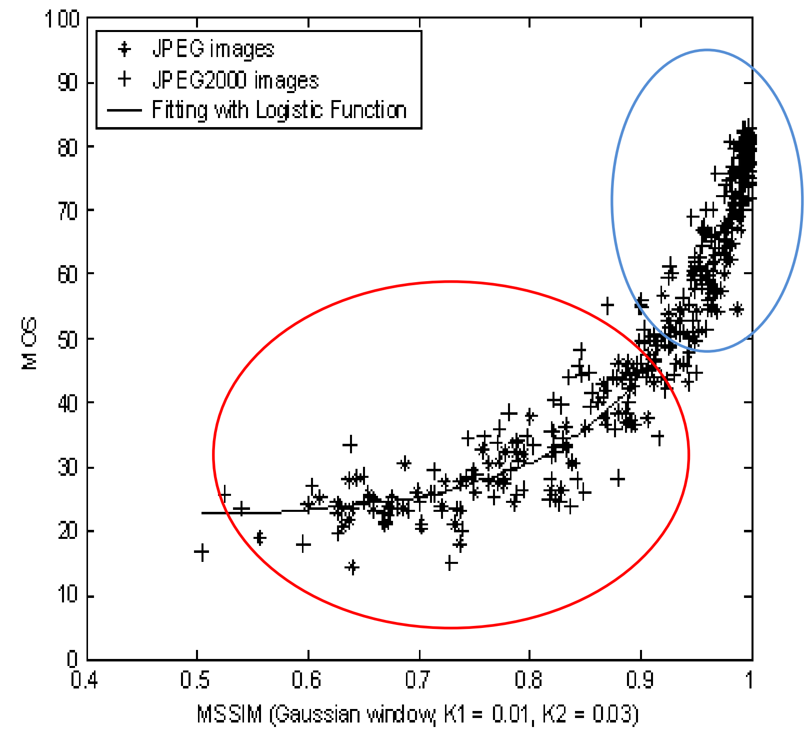
$$f(x) = \frac{L}{1 + e^{-k(x-x_0)}}$$

SSIM to SMOS



Our data

蓝色为360p以下、棕色为360p以上视频



Lab for Image and Video Engineering (LIVE)
University of Texas at Austin

SSIM 比较适合分辨适中及低质量的编码图像，高质量图像分辨能力偏低

Juphoon system software

SMOS几个实用的数据

SMOS	PSNR	SSIM
4.50	40.6	0.98
4.00	36.7	0.9485
3.00	30	0.8715
2.00	24.5	0.7625
1.50	22.15	0.685

* 不同视频源会有不同，更高分辨率的视频同样SMOS对应更高的PSNR和SSIM

PSNR VS SSIM

Video	PSNR	SSIM
Average	0.9351	0.9649
All Pearson	0.8960	0.9005
All Fit	0.9104	0.9126
Per Res Fit	**0.94569**	**0.94236**

$$Smos = L/(e^\wedge k*(a*psnr+b*rer+c)+d)+e$$

$$Smos = n5_i \cdot e^{n6_i * SSIM}$$

- 对于同一个视频源不同码率编码的质量评价SSIM比较准确（0.9351 VS 0.9649）
- 全局评价（有不同视频源） PSNR 和 SSIM 准确度差不多（0.8960 VS 0.9005）
- 按不同分辨率分类拟合能够提高评价准确度（0.94569 VS 0.94236）

* All data are PLCC(Pearson)

* rer: Resolution root

Video	PSNR	SSIM
180p-1 x264	0.92957	0.99124
180p-1 x265	0.89507	0.98096
180p-2 x264	0.93219	0.97743
180p-2 x265	0.93099	0.98918
180p-3 x264	0.89999	0.97610
180p-3 x265	0.84779	0.96665
180p-4 x264	0.90696	0.98375
180p-4 x265	0.91696	0.98347
360p-1 x264	0.98373	0.96854
360p-1 x265	0.97711	0.97686
360p-2 x264	0.95902	0.97133
360p-2 x265	0.93746	0.99218
360p-3 x264	0.90630	0.96961
360p-3 x265	0.83201	0.91705
360p-4 x264	0.99041	0.96004
360p-4 x265	0.94688	0.97349
720p-1 x264	0.94722	0.98469
720p-1 x265	0.92224	0.97748
720p-2 x264	0.95470	0.93365
720p-2 x265	0.96963	0.94442
720p-3 x264	0.96404	0.94488
720p-3 x265	0.93483	0.97016
1080p-1 x264	0.94849	0.92598
1080p-1 x265	0.95464	0.93126
1080p-2 x264	0.95660	0.96673
1080p-2 x265	0.90554	0.94717
1080p-3 x264	0.96706	0.93417
1080p-3 x265	0.96580	0.97968

Proposed SMOS Fitting Model

$$SMOS = 5 \times \frac{Smos^{n9} \cdot Remos^{n10}}{5^{n9+n10}}, \qquad TMOS \in (1,5)$$

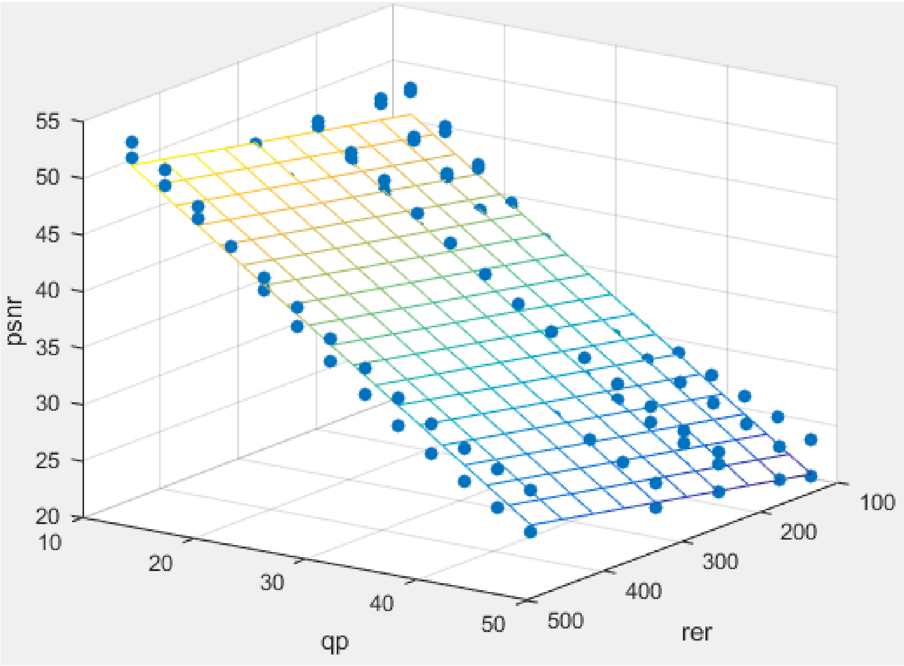
其中 Smos 算法3 档速度（3选一）

Almost No cost	$PSNR' = n1 \cdot QP + n2 + n3 * rer, \qquad PSNR' \sim PSNR$
Fast (*10ms/frame)	$Smos = L/(e\^{}k*(a*psnr + b*rer + c) + d) + e$
Slow (*20ms/frame)	$Smos = n5_i \cdot e^{n6_i * SSIM}$

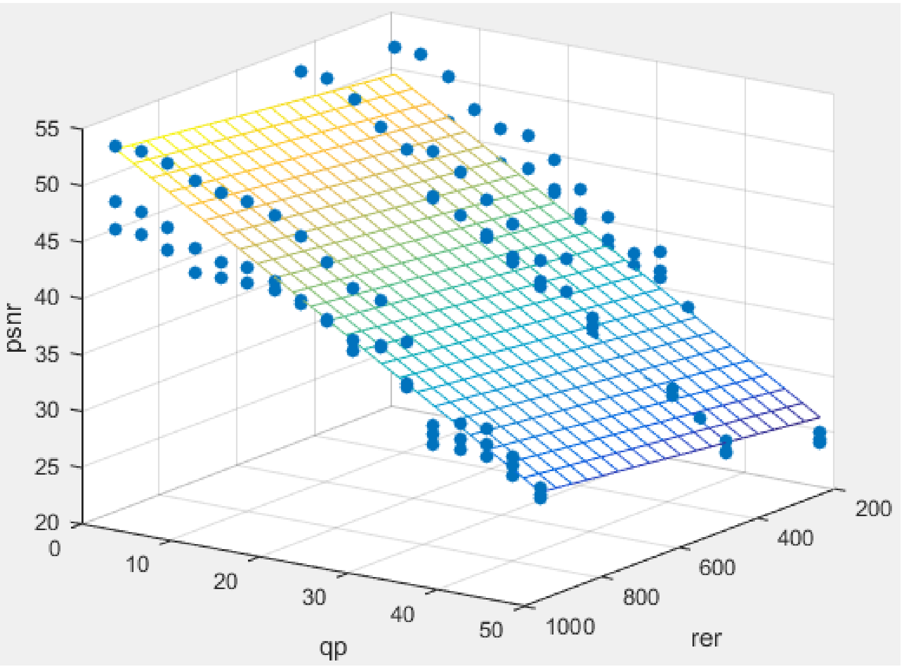
$$Remos = n7 * \ln\left(\frac{TargetRes}{EncodeRes}\right) + n8, \qquad Remos \in (1,5)$$

* 数量级参考，不同分辨率、平台速度不同

From QP/rer to PSNR



X264 (PLCC 0.987)

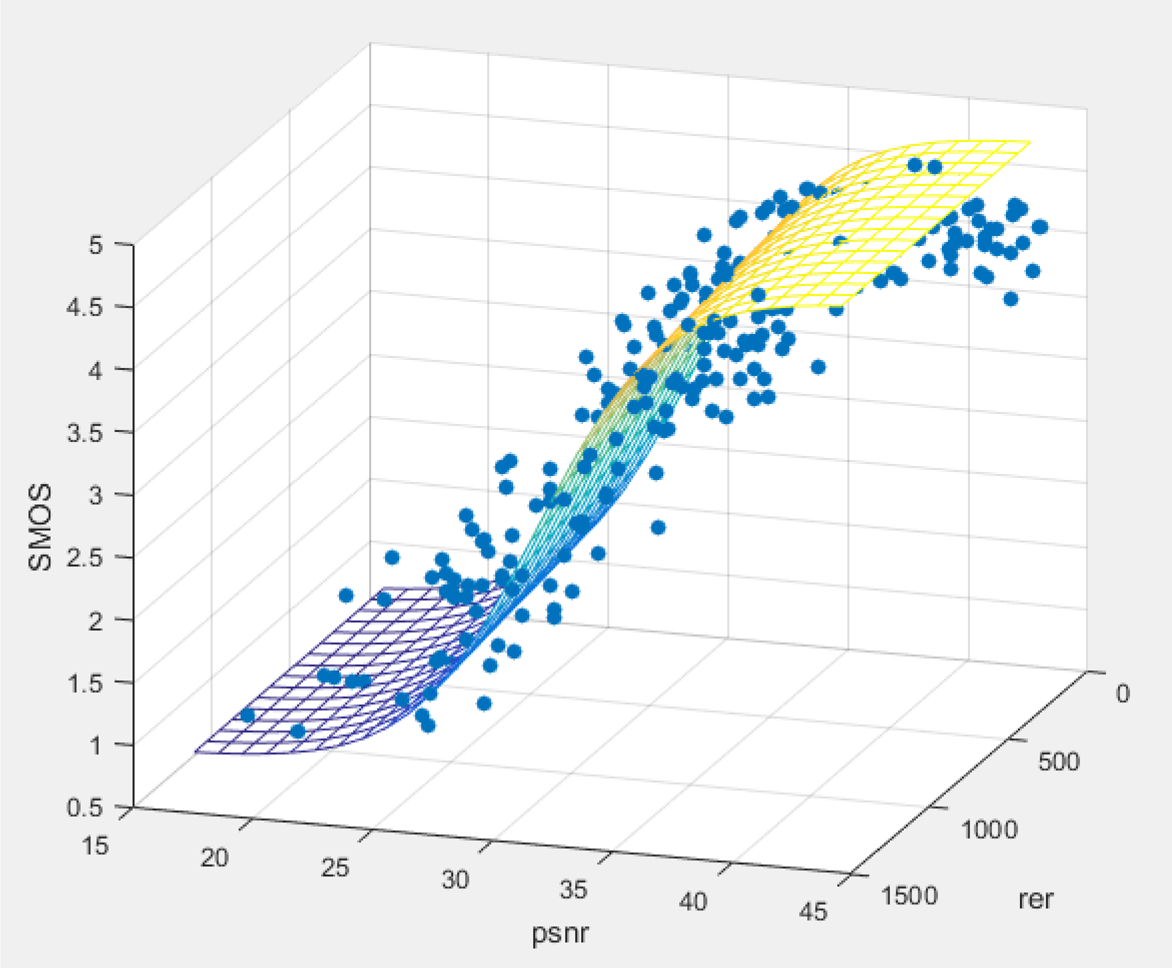


openh264 (PLCC 0.939)

上图为不同视频的H.264编码的 PSNR 和 均值 QP 关系

注：不同编码器的QP和PSNR关系会有所不同，需根据实际情况调整

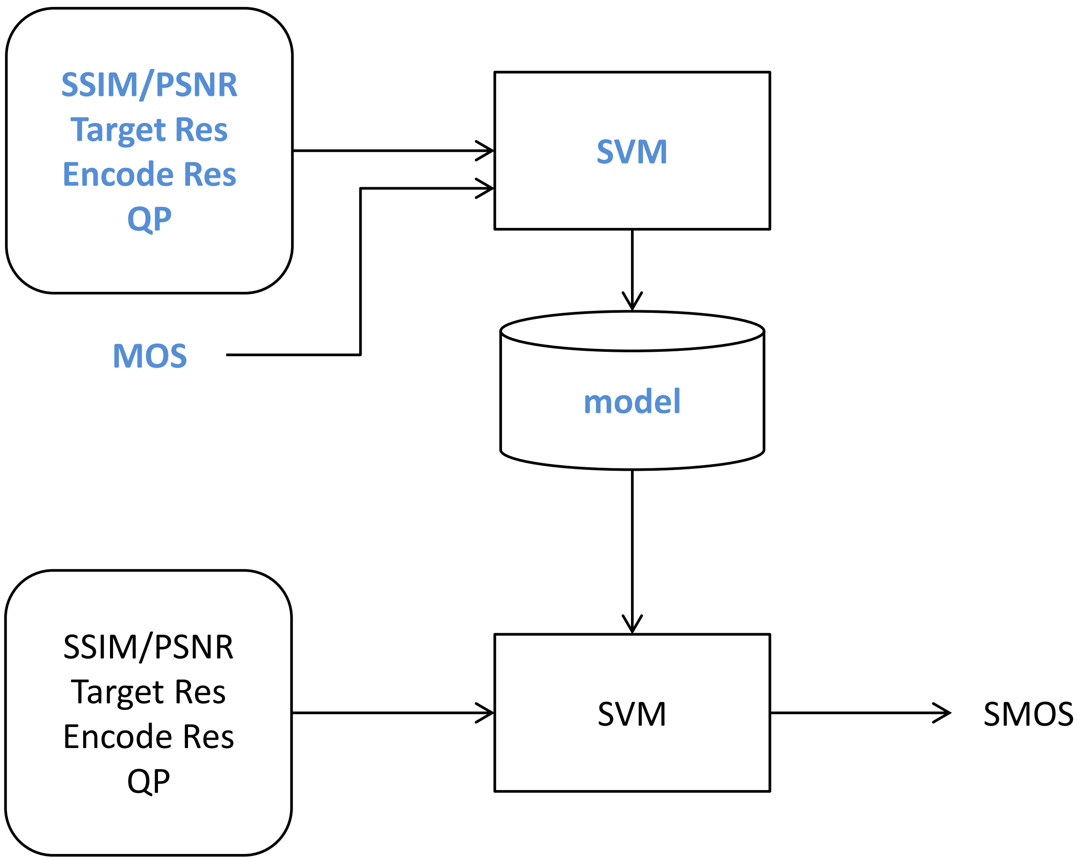
From PSNR/rer to SMOS



PLCC 0.94569

Juphoon
system software

ML – Train by SVM

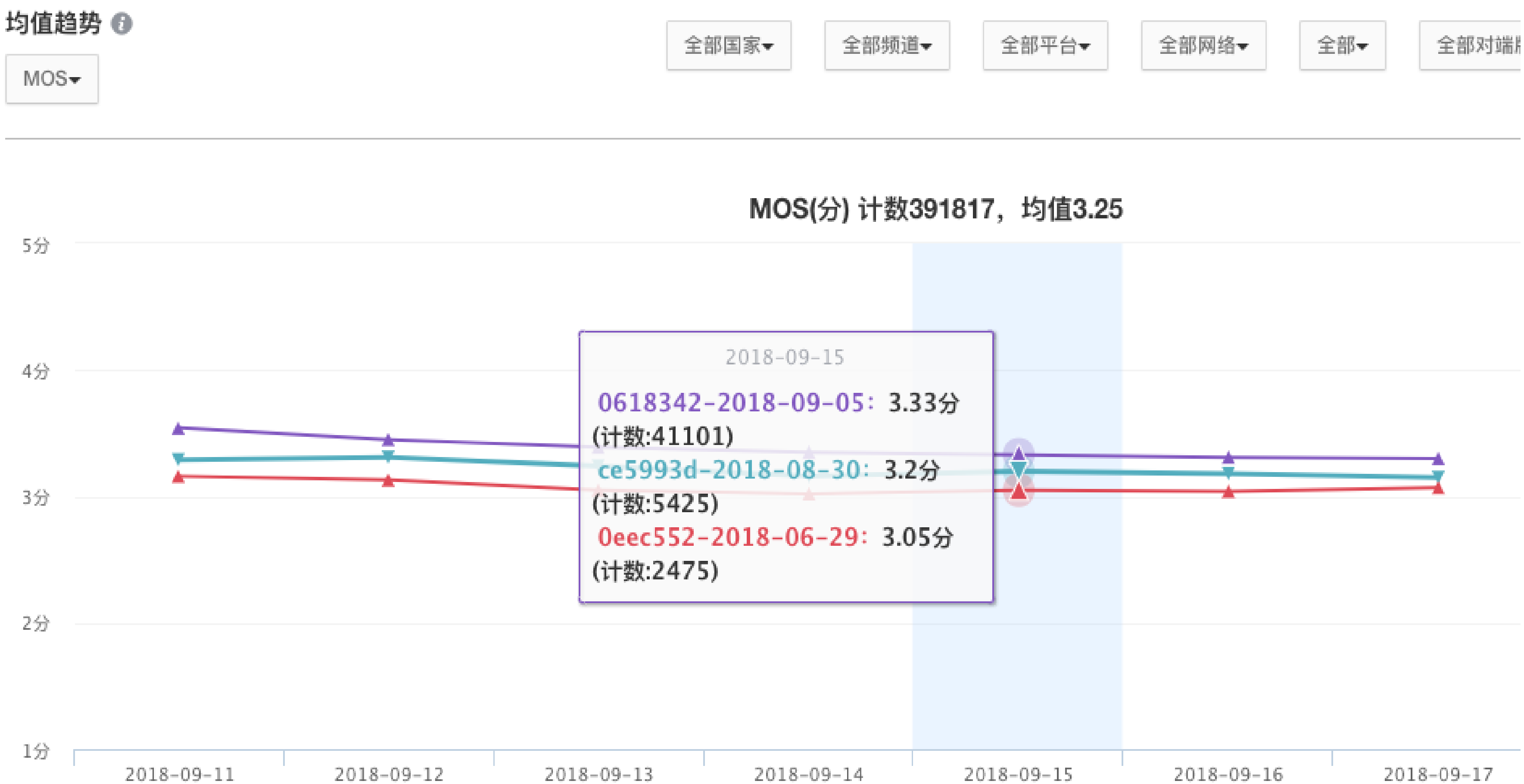


Proposed CEV MOS

$$MOS = 5 * \frac{TMOS^{a} * SMOS^{b}}{5^{a+b}}$$

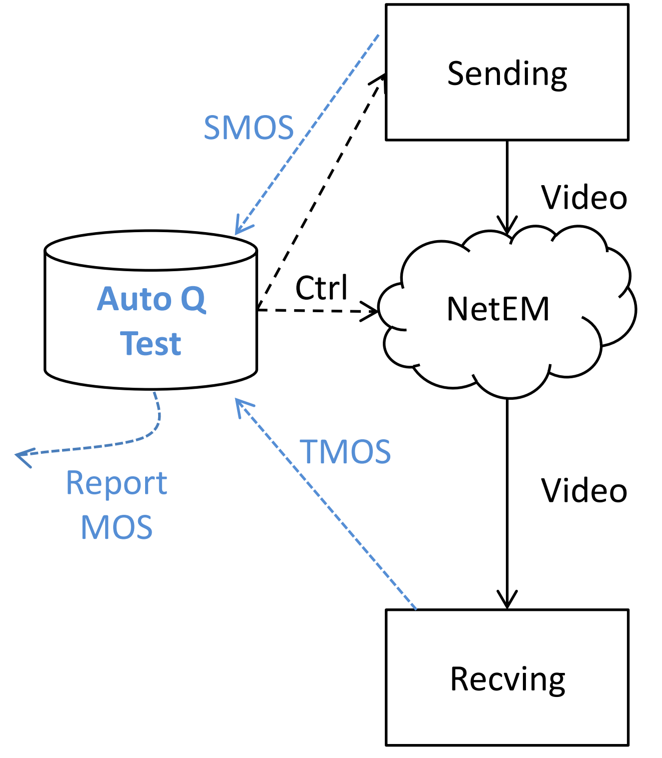
$a = 0.6, \qquad \mathrm{b} = 0.4$

现网应用：实时通话质量统计



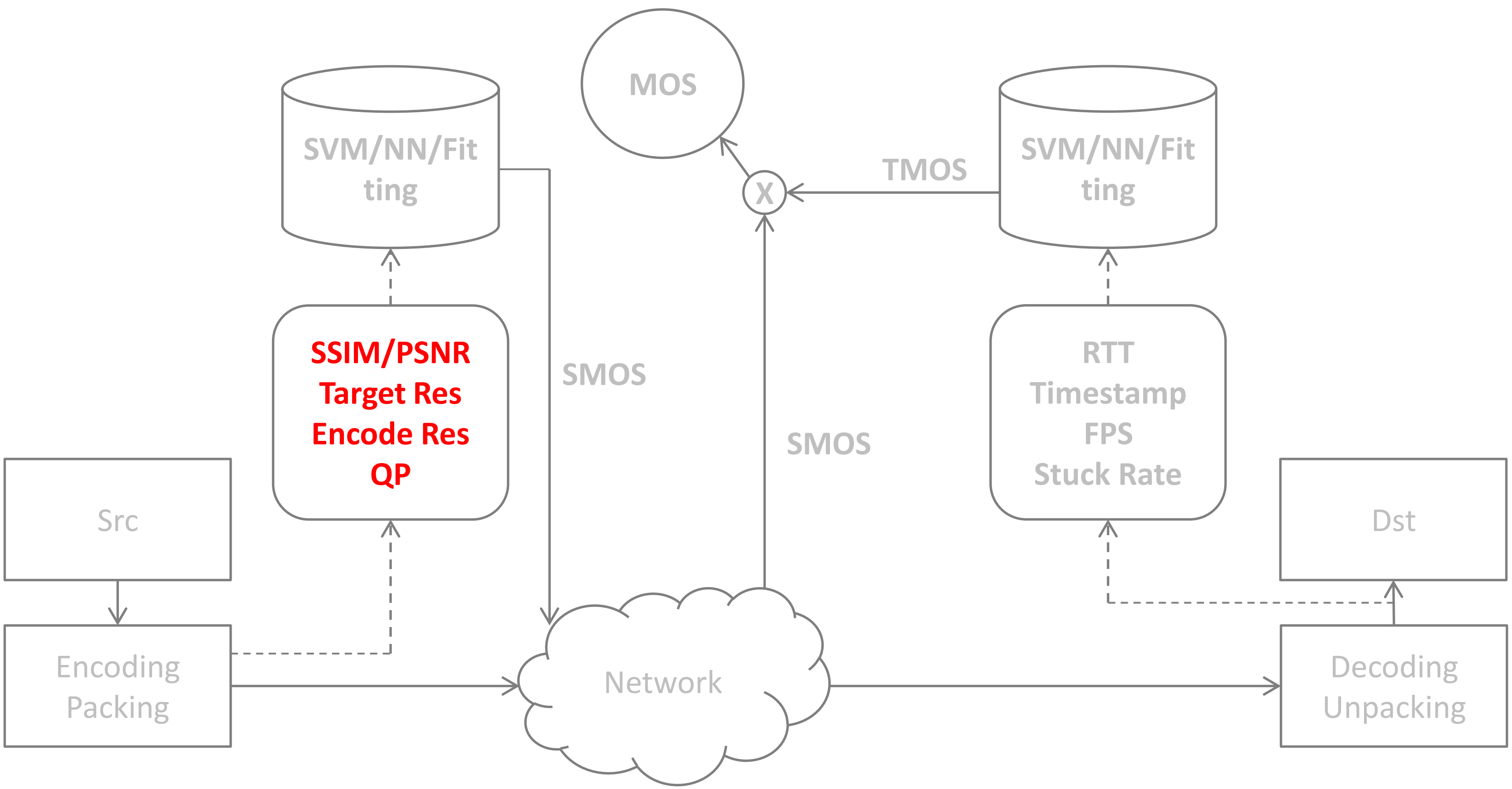
实验室应用：MOS自动评估测试

ScriptName	NetworkCondition	MOS				
2.1.8_P8_720p_bw1000k_shipin_test		v4.01	v4.01	v4.02-200	v4.02-221	v5.00
Average	[60~140] Delay=90ms jitter=30ms loss=0% Bandwidth=2000Kbps Buffer=1000 aggregation=0%	4.69	4.74	4.72	4.69	4.74
2.1.8_P8_180p_normalwifi_shipin_test						
Average	[0~60] Delay=30ms jitter=10ms loss=1% Bandwidth=800Kbps Buffer=1000 aggregation=10%	4.89	4.92	4.89	4.89	4.84
Average	[60~140] Delay=60ms jitter=30ms loss=3% Bandwidth=700Kbps Buffer=1000 aggregation=10%	4.72	4.64	4.72	4.77	4.77
Average	[140~200] Delay=100ms jitter=80ms loss=2% Bandwidth=500Kbps Buffer=1000 aggregation=10%	4.59	4.39	4.42	4.69	4.54
2.1.8_P8_180p_unstable3G_shipin_test						
Average	[0~80] Delay=100ms jitter=60ms loss=20% Bandwidth=2000Kbps Buffer=1000 aggregation=20%	4.29	4.29	4.39	4.39	4.62
Average	[80~140] Delay=200ms jitter=100ms loss=15% Bandwidth=300Kbps Buffer=1000 aggregation=85%	4.23	4.03	4.19	3.98	3.43
Average	[140~200] Delay=150ms jitter=30ms loss=0% Bandwidth=1000Kbps Buffer=1000 aggregation=10%	4.59	4.62	4.59	4.59	4.64
2.1.8_P8_180p_unstablewifi_shipin_test						
Average	[0~60] Delay=50ms jitter=10ms loss=1% Bandwidth=1000Kbps Buffer=1000 aggregation=10%	4.47	4.59	4.49	4.47	4.69
Average	[60~140] Delay=60ms jitter=30ms loss=10% Bandwidth=200Kbps Buffer=1000 aggregation=70%	3.21	3.94	3.47	3.41	3.17
Average	[140~200] Delay=30ms jitter=10ms loss=0% Bandwidth=2000Kbps Buffer=1000 aggregation=10%	4.72	4.74	4.77	4.69	4.67
Average	[200~260] Delay=150ms jitter=150ms loss=12% Bandwidth=500Kbps Buffer=1000 aggregation=75%	4.39	4.42	4.47	4.32	4.02



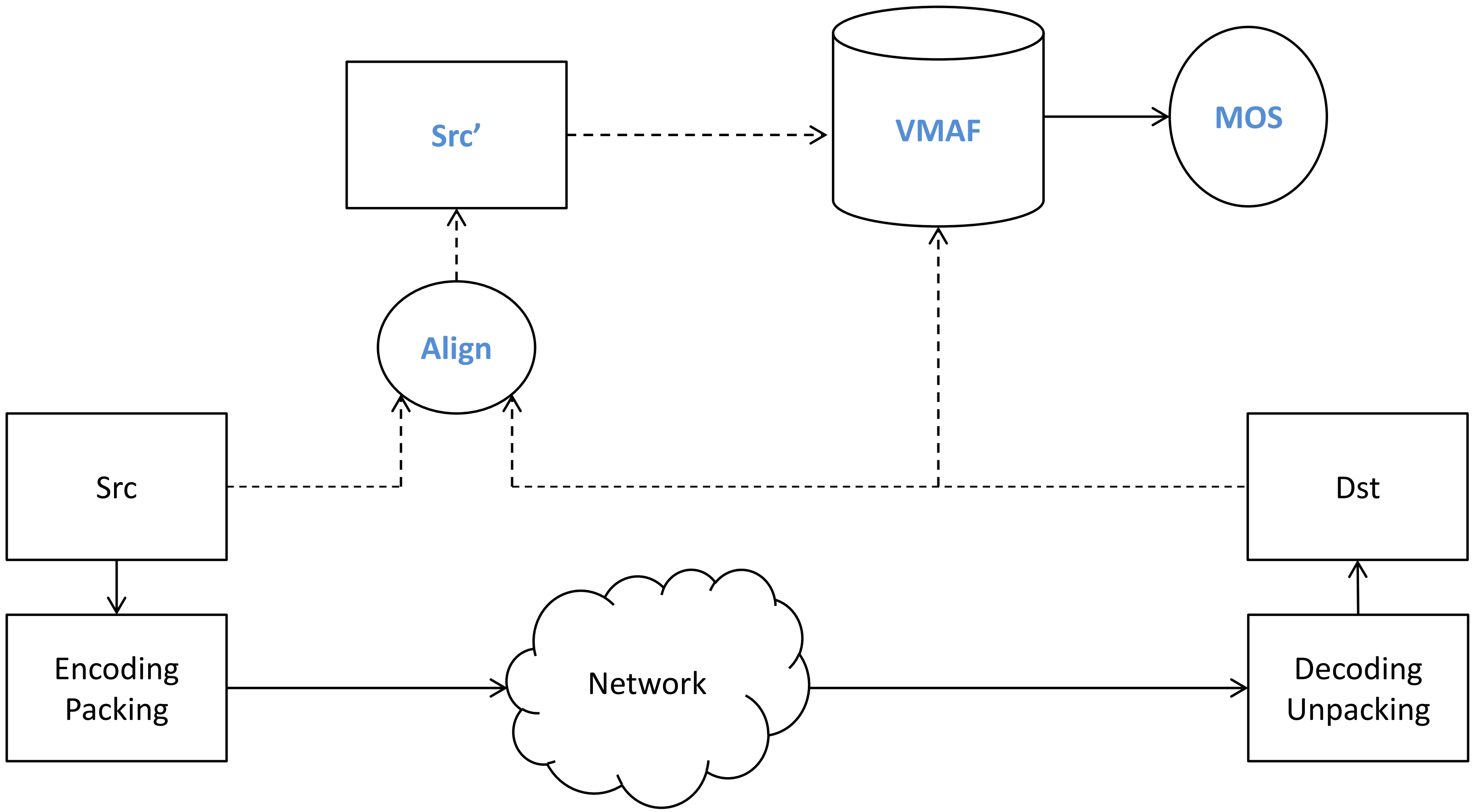
CEV 的缺点

- 依赖编码器，不同编码器需要重新训练（调参）
- 不是端对端，无法对第三方系统做打分



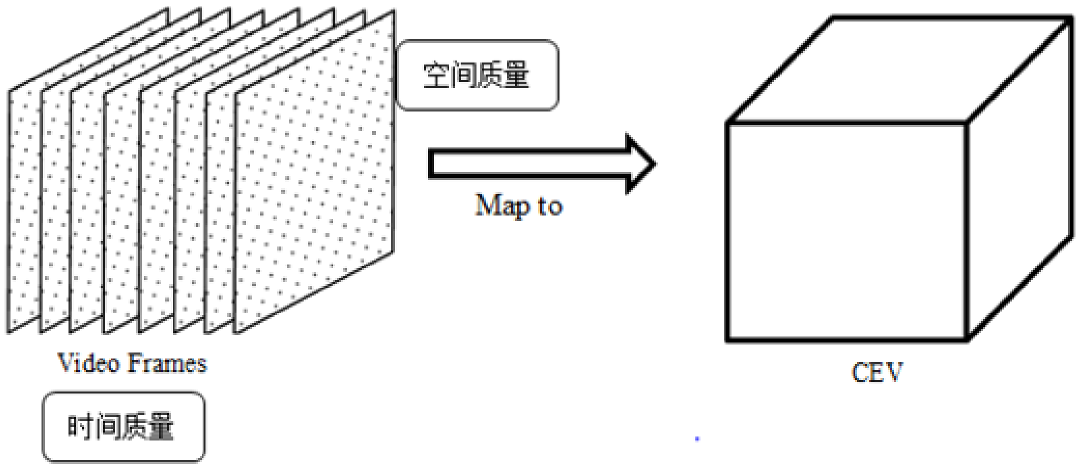
Juphoon system software

再讨论实时视频的端到端MOS评分



Part2：动机

- 能否使用CEV应用到优化编码策略，寻找视频质量甜点（基于感知编码）？

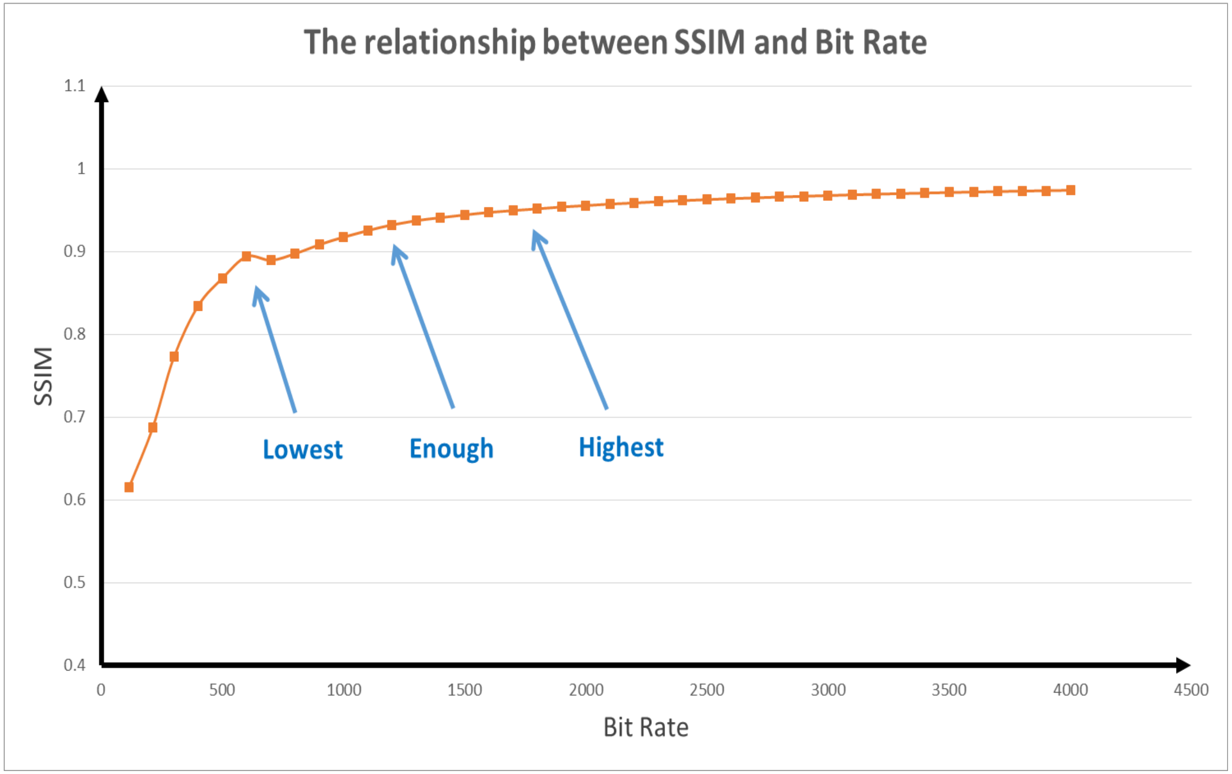


什么是甜点?

Frame Size/Frame Rate	Target Bitrate (VOD, kbps)	Min Bitrate (50%)	Max Bitrate (145%)
320x240p @ 24,25,30	150	75	218
640x360p @ 24,25,30	276	138	400
640x480p @ 24,25,30	512 (LQ), 750 (MQ)	256 (LQ) 375 (MQ)	742 (LQ) 1088 (MQ)
1280x720p @ 24,25,30	1024	512	1485
1280x720p @ 50,60	1800	900	2610
1920x1080p @ 24,25,30	1800	900	2610
1920x1080p @ 50,60	3000	1500	4350
2560x1440p @ 24,25,30	6000	3000	8700
2560x1440p @ 50,60	9000	4500	13050
3840x2160p @ 24,25,30	12000	6000	17400
3840x2160p @ 50,60	18000	9000	26100

https://developers.google.com/media/vp9/settings/vod/
Recommended VOD bitrates

SMOS – 编码空间质量



BPP	CIF size Subjective quality
0.098	Lowest
0.195	Enough
0.296	Highest

SMOS – 分辨率、帧率关系

- 帧率 – 影响编码 intra reference
- 分辨率 – 影响编码 inter reference

$$SMOS = m_1 \ln BPP_x + \ m_2 = m_1 \ln \frac{Br\left(\frac{R}{R_{base}}\right)^{0.33}}{RF(m_3F + m_4)} + \ m_2$$

$$BPP_x = \left(\frac{Br}{RF}\right) alpha = BPP_{base}\ alpha$$

$$alpha = \frac{\left(\frac{R}{R_{base}}\right)^{0.33}}{m_3F + m_4}$$

规模法则 - 杰弗里·韦斯特（Geoffrey West）

Scaling Law

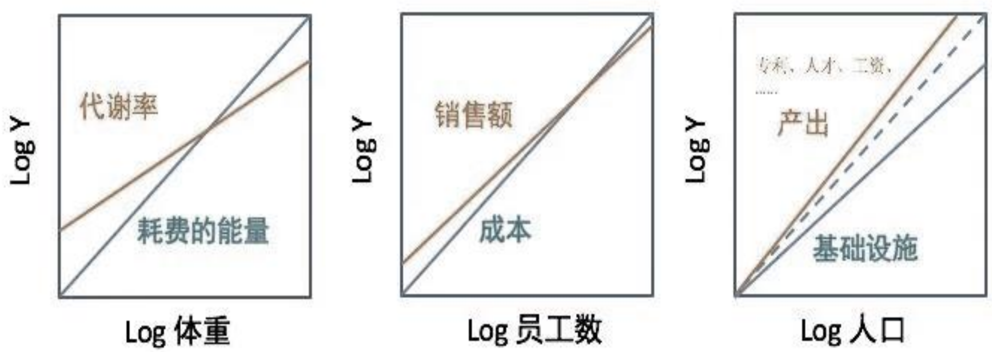
$$Y \sim X^{\alpha}$$

系统	生命体	公司	城市
规模尺度	体重	员工数	人口
获取的能量	代谢率	销售额	产出
消耗的能量	身体维护	成本	基础设施

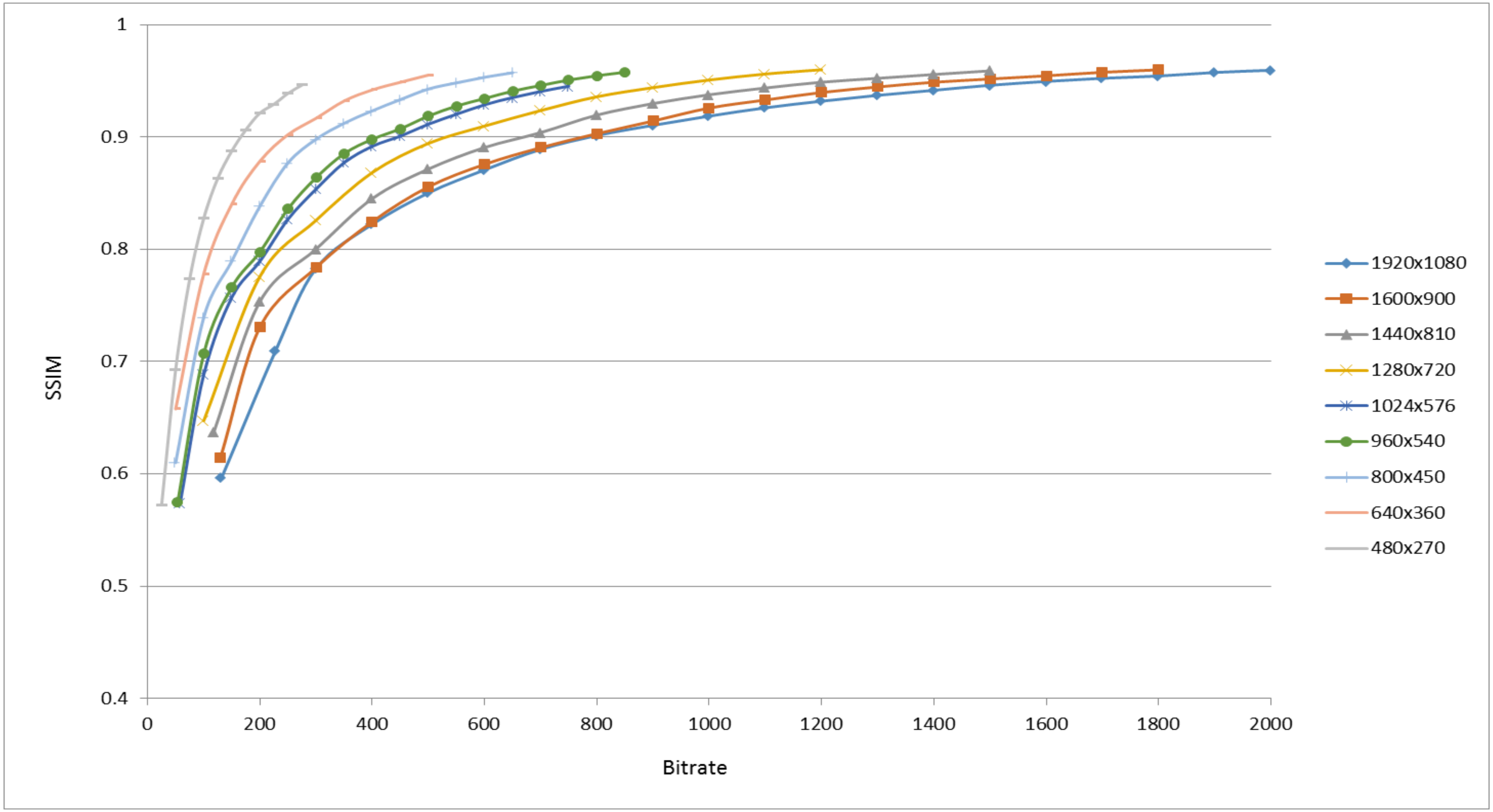
代谢率~体重$^{3/4}$
消耗的能量~体重

销售额~员工数$^{0.9}$
成本支出~员工数

产出~人口$^{1.15}$
基础设施~人口$^{0.85}$

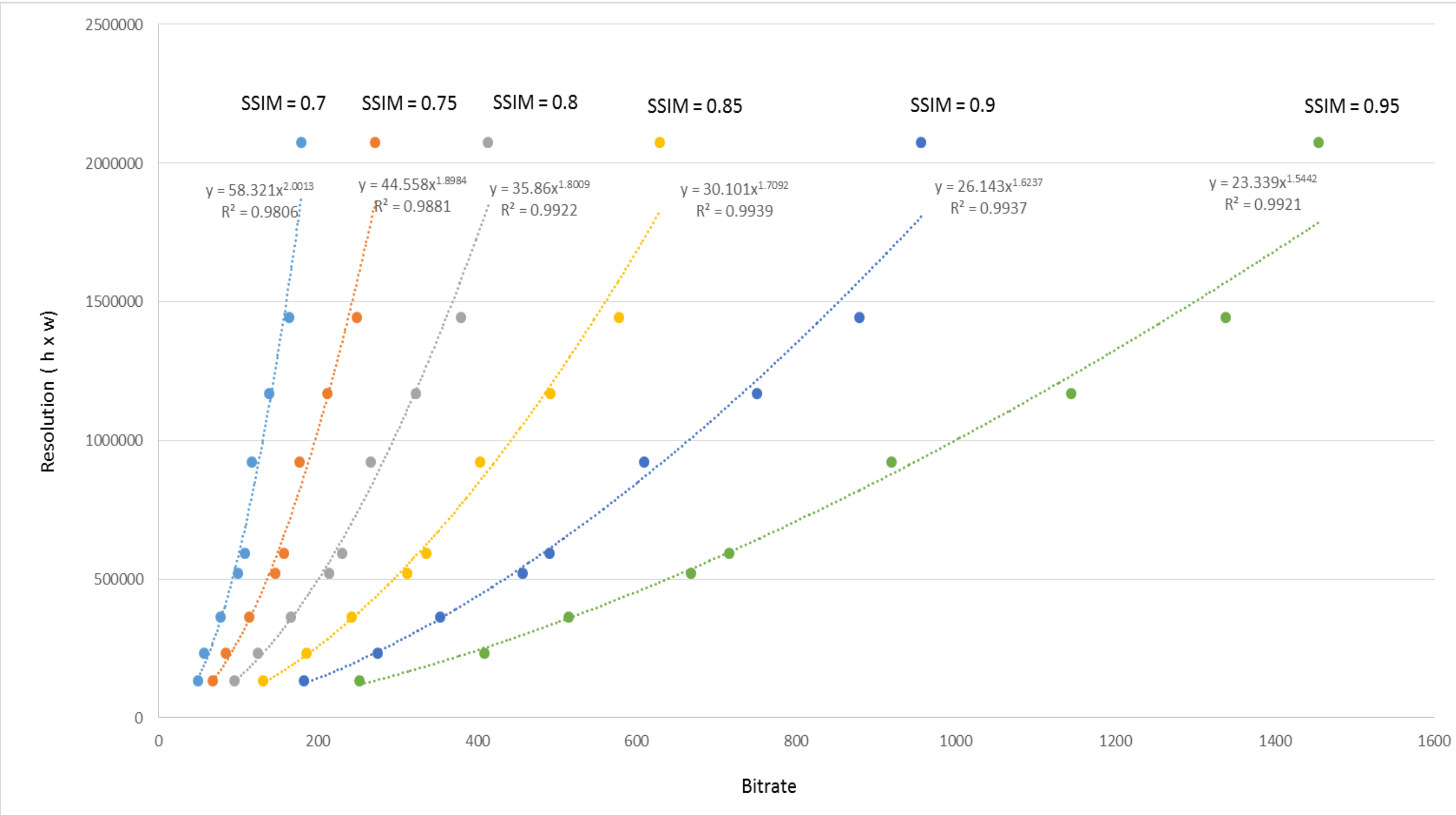


计算SSIM – 不同分辨率和编码码率



Juphoon
system software

SMOS – 分辨率的规模法则



应用规模法则

$$\frac{R_n}{R_m} = \left(\frac{BPP_n}{BPP_m}\right)^{\mathrm{x}}$$

- x 取值1.5~3
- x 越大编码器越适合高分辨率

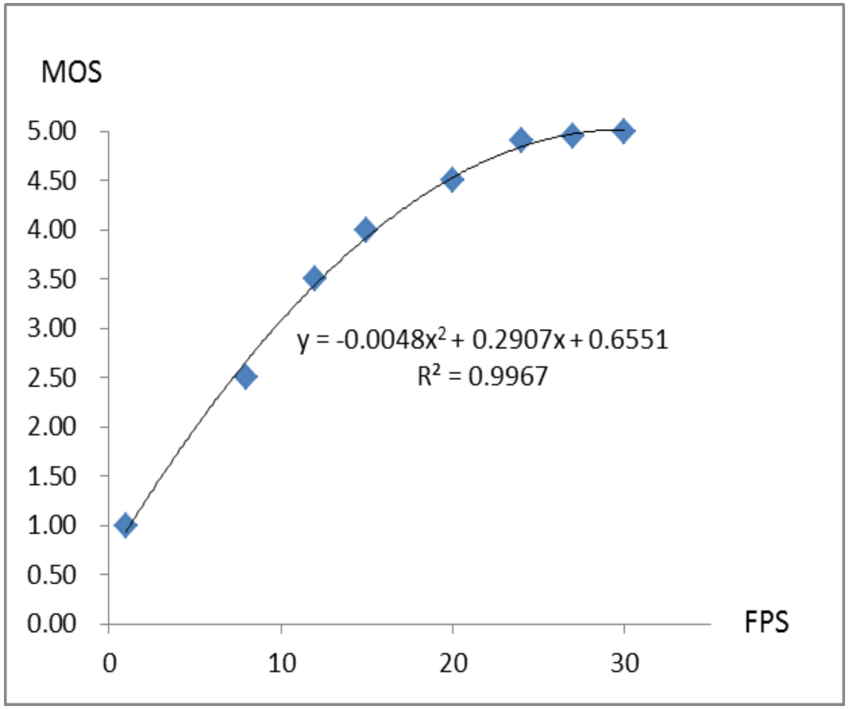
Openh264 编码举例

Resolution R_x (Height*Width)	**Lowest BPP**	**Enough BPP**	**Highest BPP**
100000(baseline)	0.098	0.195	0.296
200000	0.0796	0.1584	0.2404
300000	0.0705	0.1402	0.2129
400000	0.0647	0.1287	0.1953
500000	0.0605	0.1203	0.1826
600000	0.0573	0.1139	0.1729
700000	0.0547	0.1088	0.1651
800000	0.0525	0.1045	0.1586
900000	0.0507	0.1009	0.1531

$$BPP_x = BPP_{base}\left(\frac{R_x}{R_{base}}\right)^{0.33}$$

- 不同编码器参数不一样
- 不同场景也不一样（适用于有一定时空复杂度的视频）

TMOS -- 编码时间质量



$$TMOS = m_5F^2 + m_6F + m_7$$

F is frame-rate, $m_5 = -0.0048$, $m_6 = 0.2907$, $m_7 = 0.6651$.

CEV MOS - 编码总体质量

$$CEV \ = SMOS^{\alpha} * TMOS$$

$$CEV = \left[m_1 \ln \frac{Br\left(\frac{R}{R_{base}}\right)^{0.33}}{RF(m_3F + m_4)} + \ m_2 \right]^{\alpha} (m_5F^2 + \ m_6F + m_7)$$

$$0.296 > BPP = \frac{Br\left(\frac{R}{R_{base}}\right)^{0.33}}{RF(m_3F + m_4)} > 0.02$$

Juphoon
system software

求导 – 求极值

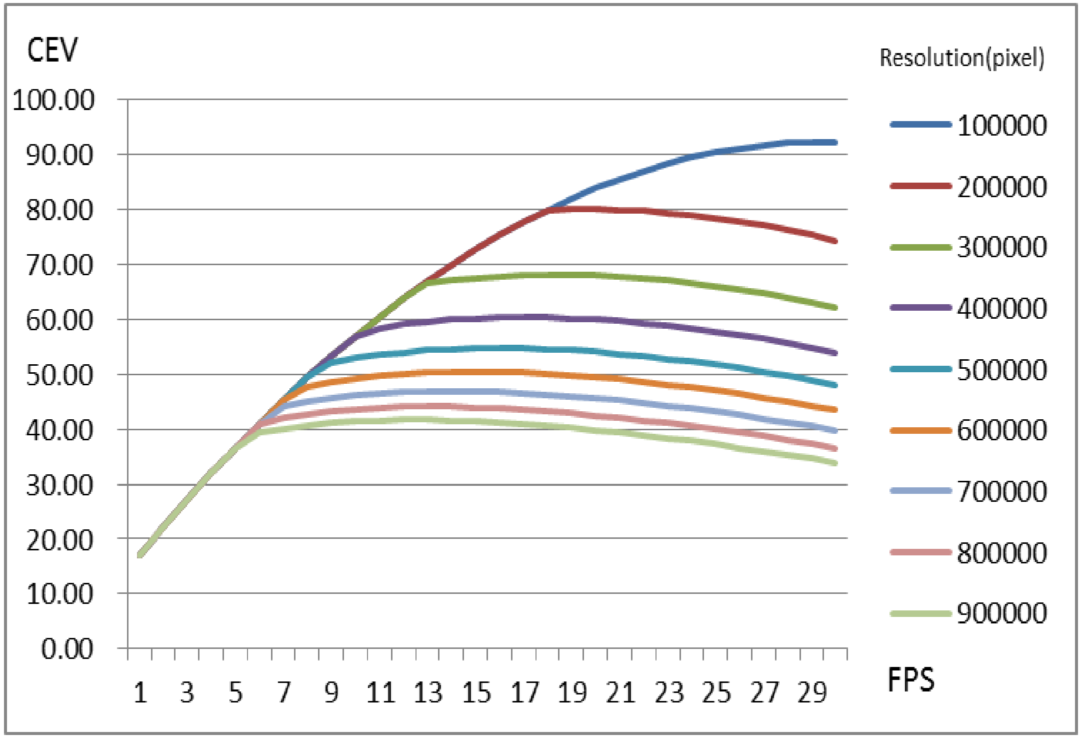
$$\frac{dCEV}{dF} = \alpha\left[m_1 \ln\frac{Br\left(\frac{R}{R_{base}}\right)^{0.33}}{R*F(F*m_3+m_4)} + \ m_2\right]^{\alpha-1} \frac{-m_1(2m_3+m_4)}{F(m_3F+m_4)}(m_5F^2 + \ m_6F + m_7) + \left[m_1 \ln\frac{Br\left(\frac{R}{R_{base}}\right)^{0.33}}{R*F(F*m_3+m_4)} + \ m_2\right]^{\alpha} (2m_5F + \ m_6) = 0$$

求解

$$Br = \frac{e^{\left[\alpha\frac{(2m_3+m_4)\left(m_5F^2+m_6F+m_7\right)}{F(m_3F+m_4)(2m_5F+m_6)}-\frac{m_2}{m_1}\right]}}{\left(\frac{R}{R_{base}}\right)^{0.33}} RF(m_3F+m_4)$$

$$0.296 > e^{\left[\alpha\frac{(2m_3+m_4)\left(m_5F^2+m_6F+m_7\right)}{F(m_3F+m_4)(2m_5F+m_6)}-\frac{m_2}{m_1}\right]} = BPP = \frac{Br\left(\frac{R}{R_{base}}\right)^{0.33}}{RF(m_3F+m_4)} > 0.02$$

举例：应用甜点模型



- 给定800kbps带宽，求解不同分辨率下最佳帧率
- 基线值，编码器不同、视频复杂度不同时需要调整

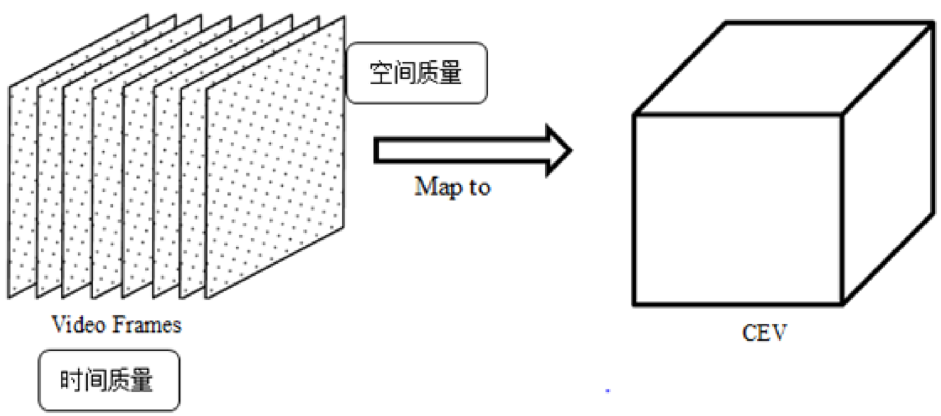
Resolution	Video sequence sample	AVC kbps	best frame-rate choice						
			avgFPS	Obser1	Obser2	Obser3	Obser4	Obser5	CEV
176*144	ANSI_SRC_3inrow	10	6.33	5	4	9	8	10	2
		30	6.50	9	7	5	6	8	4
	ANSI_SRC_boblec	20	7.67	10	5	9	9	10	3
		50	8.50	13	9	8	8	5	8
	CBC_SRC_LePoint	40	3.67	3	3	4	3	3	6
		80	7.83	7	7	8	6	7	12
	ANSI_SRC_washdc	100	17.00	16	18	15	15	20	18
		150	21.17	21	24	18	25	20	19
352*288	Sign_Irene	50	7.67	12	6	8	9	9	2
		100	11.67	15	10	12	12	15	6
	ANSI_SRC_5row1	150	11.33	14	13	10	10	8	13
		350	20.33	17	25	10	25	25	20
	FlamingoHilton	300	16.50	8	11	22	22	22	14
		500	22.00	14	24	25	25	25	19
	Cheerleaders	400	17.00	13	15	20	20	18	16
		200	7.33	6	6	6	7	7	12
640*480	Redflower	100	10.67	14	15	10	8	10	7
		200	13.33	18	24	10	8	10	10
	BetesPasBetes	500	15.00	17	25	10	15	10	13
		400	12.67	14	20	10	10	10	12
	CaesarsPalace	600	17.67	16	25	20	15	15	15
		1200	23.00	23	25	18	25	25	22
	ITU_SRC_Football	700	21.67	18	25	25	25	22	15
		1400	25.00	25	25	25	25	25	25
720*576	itur625_30mobileandcalendar	300	13.50	18	15	12	12	12	12
		600	18.67	25	25	18	15	12	17
	itur625_15flowergarden	1000	22.33	25	25	20	25	18	21
		1800	24.17	25	25	20	25	25	25
1280*720	FighterPilot	600	13.33	15	15	15	15	15	5
		400	13.50	15	15	15	12	15	9
	ducks_take_off	1500	9.83	7	8	10	10	10	14
		1800	11.67	9	10	13	11	13	14
Pearson coefficient				0.833	0.895	0.871	0.946	0.899	**0.874**

对比测试：CEV预测的配置跟人工调校优化配置一致

Juphoon system software

总结

- CEV 是一种有效的质量评估模型
- 可用于实时视频通信质量评价
- 也可用于质量甜点算法模型设计



Thank you

Juphoon system software

LiveVideoStack 音视频技术社区

CSDN