

基于展开分解的无配对低光视频增强

汇报人：朱凌玉

香港城市大学在读博士生（导师：王诗淇）

新加坡南洋理工访问生（导师：林维斯）

汇报提纲

□ 汇报人简介

□ 低光视频增强

□ 研究总结与展望

汇报人简介



姓名：朱凌玉
1996-01-01

研究兴趣：

恶劣天气场景智能增强；人机协同图像视频编码压缩；
基于大模型图像视频质量评估

教育经历：

2014.09 – 2018.06，本科，武汉理工大学，武汉
2018.09 – 2019.06，硕士，香港科技大学，香港
2021.01 – 2025.01，博士，香港城市大学，香港

工作及交换经历：

2019.08 – 2021.01，香港城市大学，香港
2021.10 – 2022.10，鹏城实验室，深圳
2023.06 – 2024.01，北大信研院，杭州
2024.10 – 目前，新加坡南洋理工大学，新加坡

研究背景

研究场景需求



国土监控

通过提供全域智能化监控服务，帮助自然资源执法部门解决违章违建、非法资源采挖，及时综合执法等行业痛点，助力监...



森林防火监控

中国铁塔依托林区的铁塔站址，采用远距离+热成像监控摄像机，配合智能图像识别、GIS、热成像等技术可自动捕捉高温...



秸秆禁烧监控

依托涉农区域周边的铁塔站址，采用远距离可见光+热成像视频监控摄像机，通过人工智能、机器学习技术实现秸秆禁烧...



水利监控

在水利设施周边依托铁塔站址布设摄像机，利用智能分析技术，实现对各级河湖、水利工程的智能监管。

研究场景挑战

边端：恶劣气候影响

- 挑战1: 如何对抗天气影响?

大雨、大雪

暗光夜景

雾霾、沙尘暴



– 妨碍人类的视觉体验

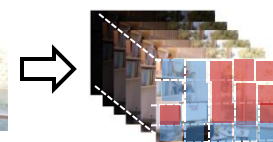
– 降低机器识别的性能

云端：存储、压缩、传输

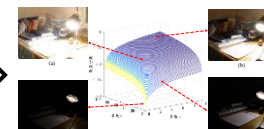
- 挑战2: 如何实现智能编码? 提升效率



视觉信号



任务驱动的
自适应码率分配



人机协同导向
适配优化

研究背景

研究场景需求

智能感知与分析

- 大量图像/视频数据 → 智能应用, 例如检测, 分割, 追踪等
- 实际不可控环境: 夜间



中国交通事故: 10% 与雨天/雾霾/夜间相关

森林防火
中国铁塔依托林区的铁塔站址, 采用远距离+热成像监控摄像机, 配合智能图像识别、GIS、热成像等技术可自动捕捉高温...

水利监控
在水利设施周边依托铁塔站址布设摄像机, 利用智能分析技术, 实现对各级河湖、水利工程的智能监管。

研究场景挑战

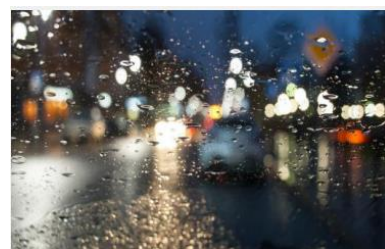
边端: 恶劣气候影响

- 挑战1: 如何对抗天气影响?

大雨、大雪

暗光夜景

雾霾、沙尘暴

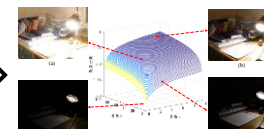
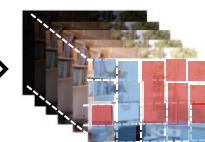


– 妨碍人类的视觉体验

– 降低机器识别的性能

云端: 存储、压缩、传输

- 挑战2: 如何更高效智能编码?



视觉信号

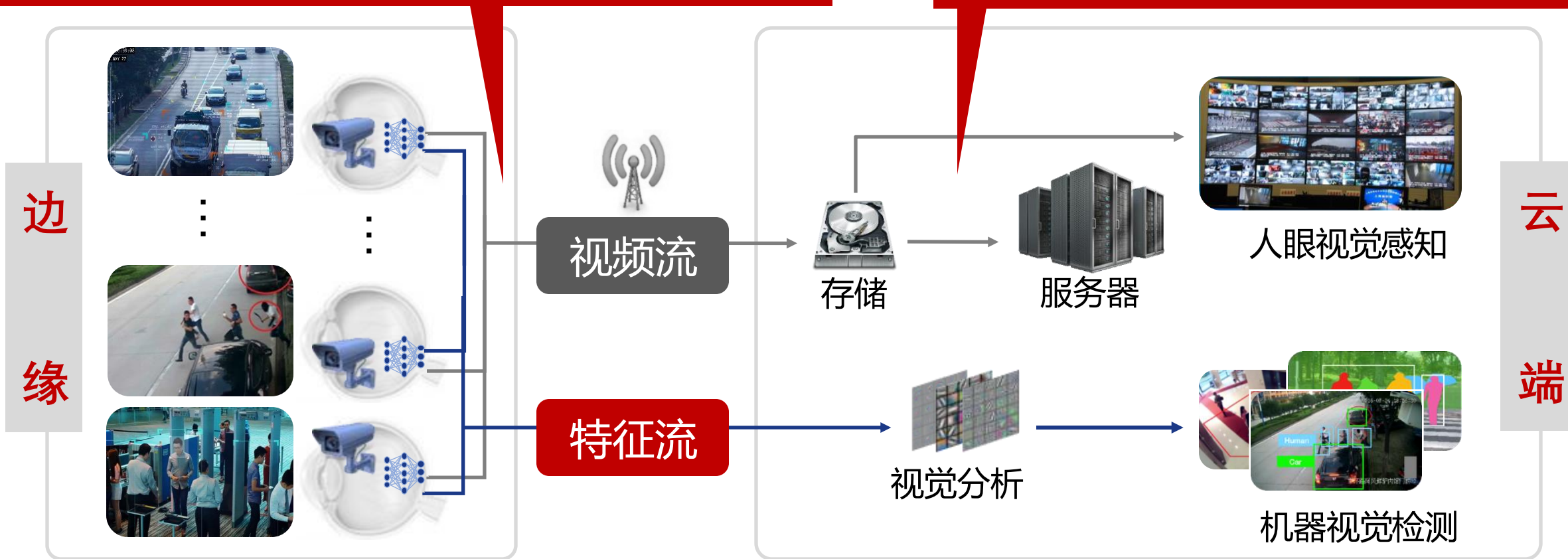
任务驱动的
自适应码率分配

人机协同导向
适配优化

研究瓶颈

利用人工智能技术, 解决边端硬件在极端气候下不足, 实现智能增强视频

设计人机协同框架, 解决码流紧致性与泛化性之间的矛盾



📍 智能视频增强研究

📍 智能视频编码研究

汇报提纲

□ 汇报人简介

□ **低光视频增强**

□ 研究总结与展望

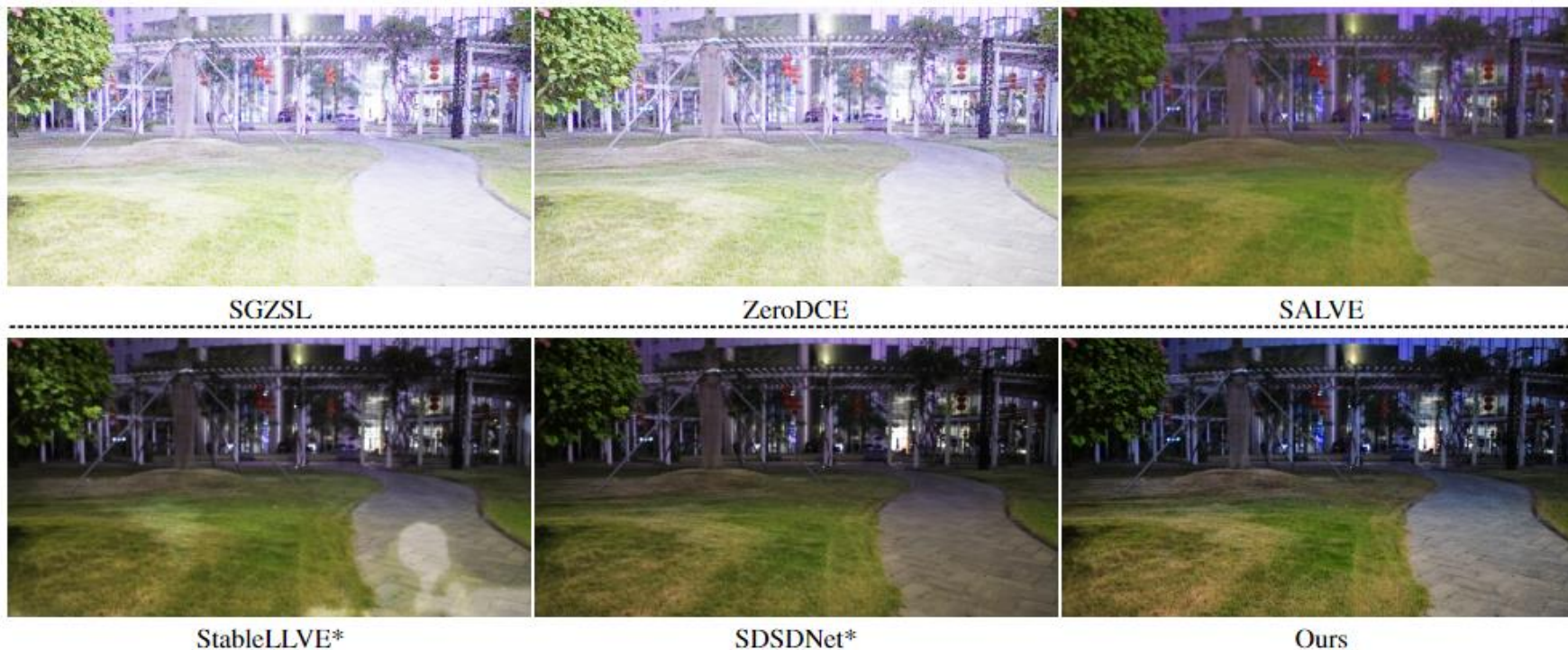
非配对视频增强优化

Unrolled Decomposed Unpaired Learning for Controllable Low-Light Video Enhancement

Lingyu Zhu, Wenhan Yang, Baoliang Chen, Hanwei Zhu,

Zhangkai Ni, Qi Mao, and Shiqi Wang

ECCV 2024



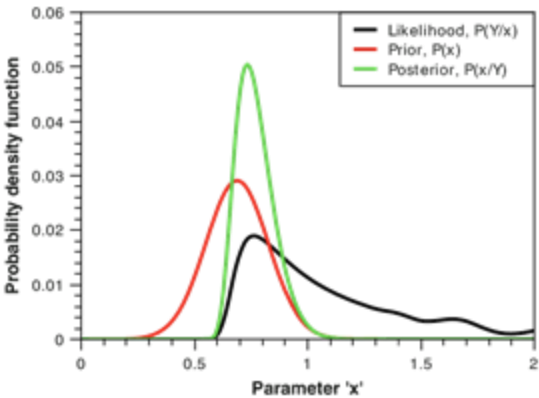
研究内容与创新点

研究难点：时域空域的降质因素错综复杂。空域噪声、亮度和对比度等因素的交错，以及时域一致性的需求高

研究内容

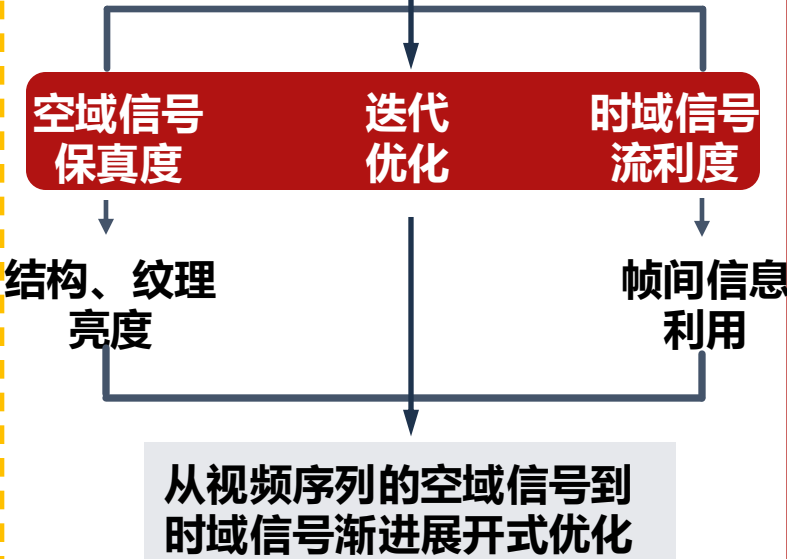
智能增强理论依据

基于最大后验概率 (MAP)
优化函数的低光增强模型



智能增强算法设计

研究内容分解



从视频序列的空域信号到
时域信号渐进展开式优化

优势：提升视频质量：自动检测和修复视频中的缺陷，提高视频的清晰度。
迭代优化：空域与时域分开添加约束，降低复杂度

创新点

- 不需要配对数据训练

A

采用无参考策略，消除了对配对数据的需求。

- 引入质量评估模型优化

B

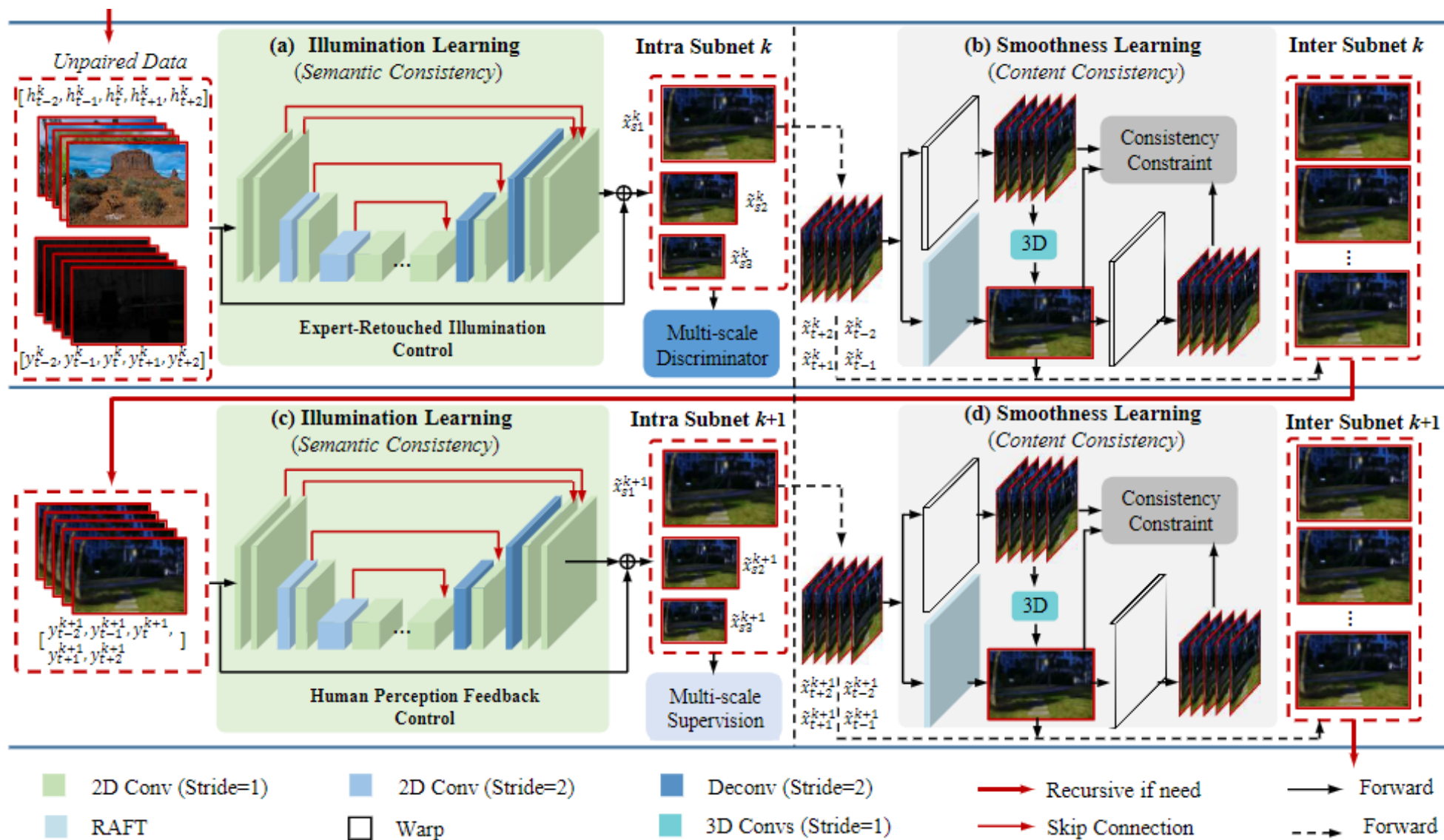
基于质量反馈进行监督，引入可控的人类感知反馈，以抑制过曝和欠曝。

- 引充分利用时间线索

B

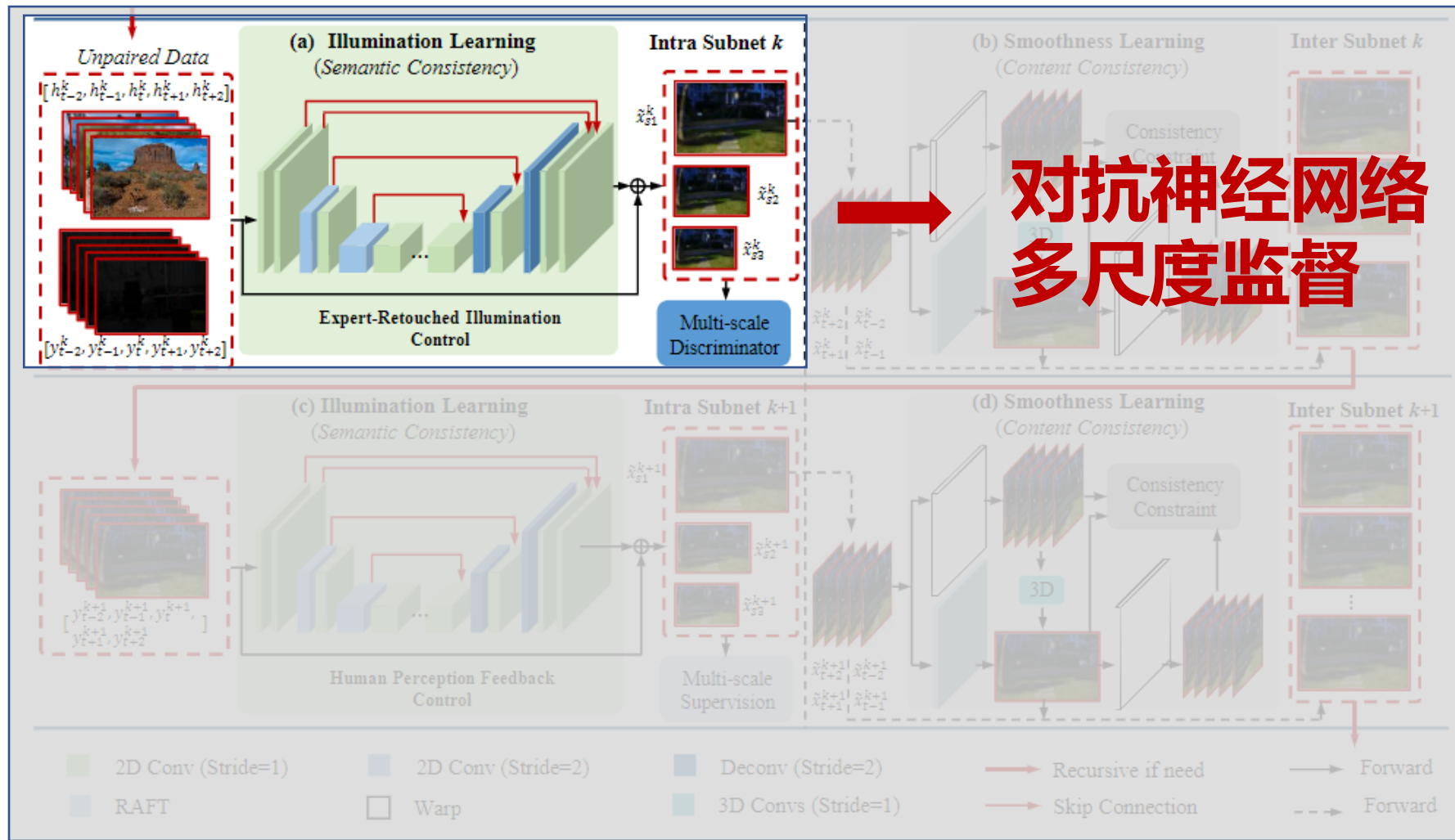
利用光流信息运动线索，以便时域间线索中学习估计当前帧纹理细节。

整体框架



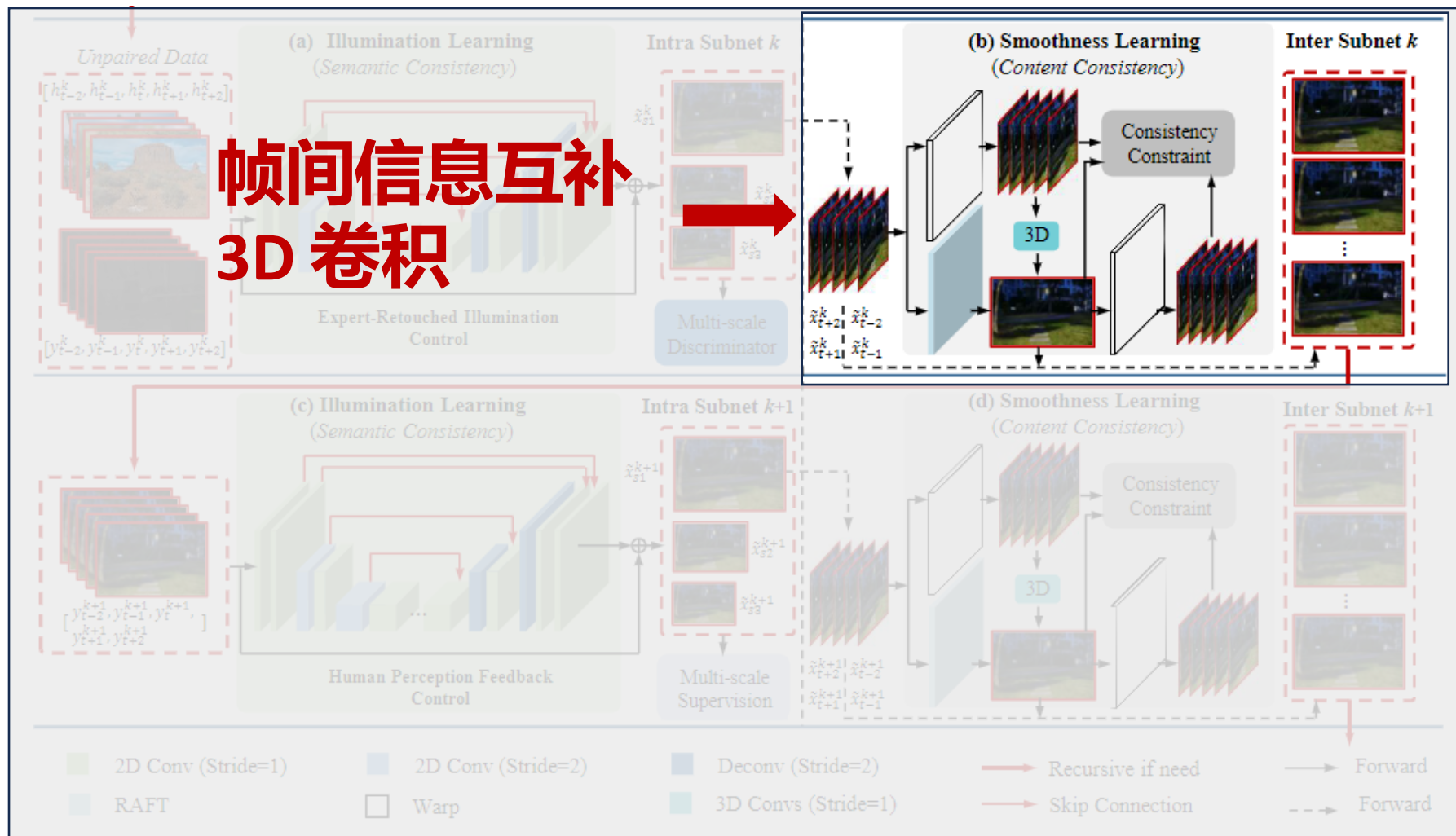
可迭代框架

□ 非配对空域亮度信号优化



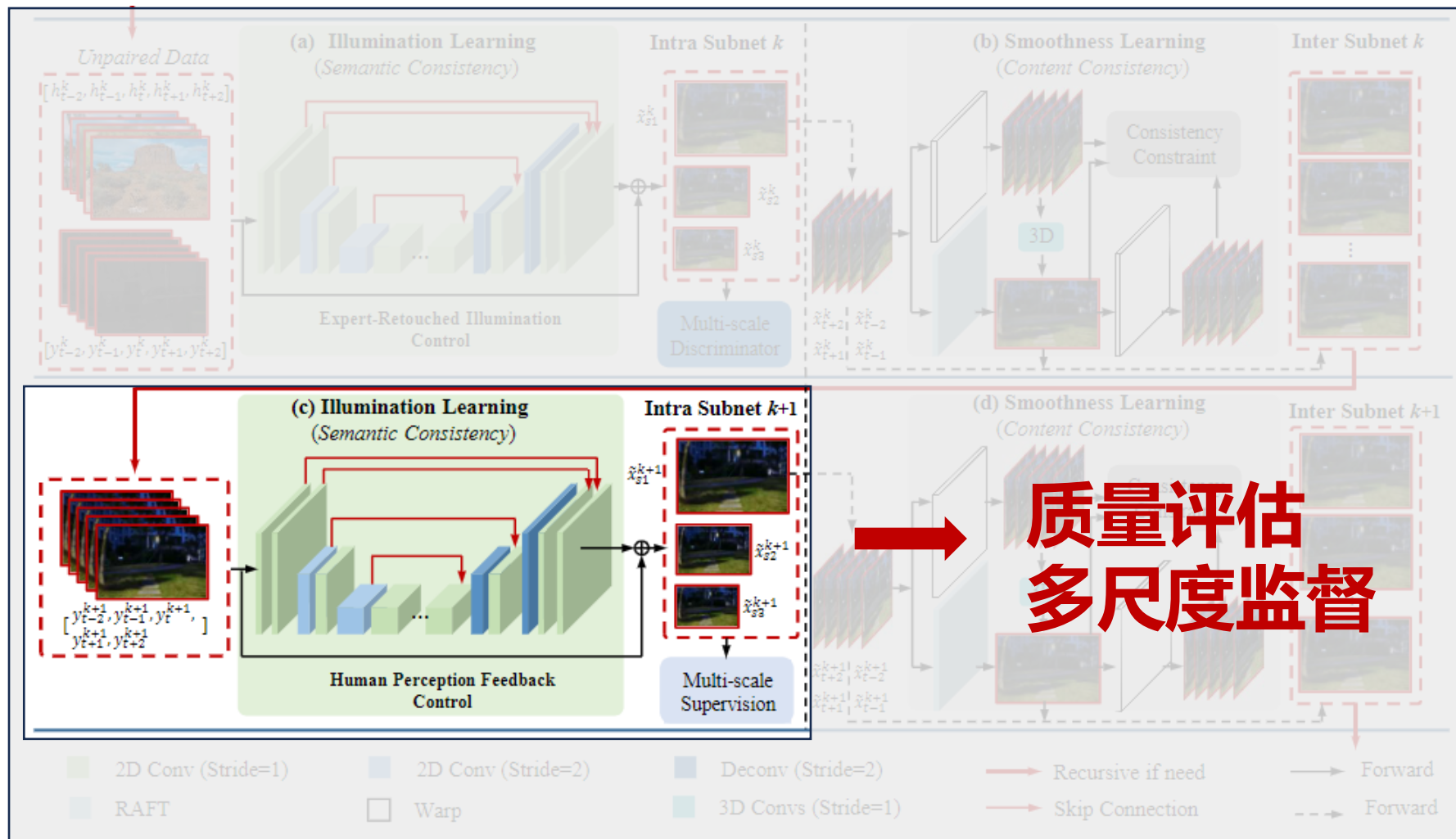
可迭代框架

□ 时域信号优化



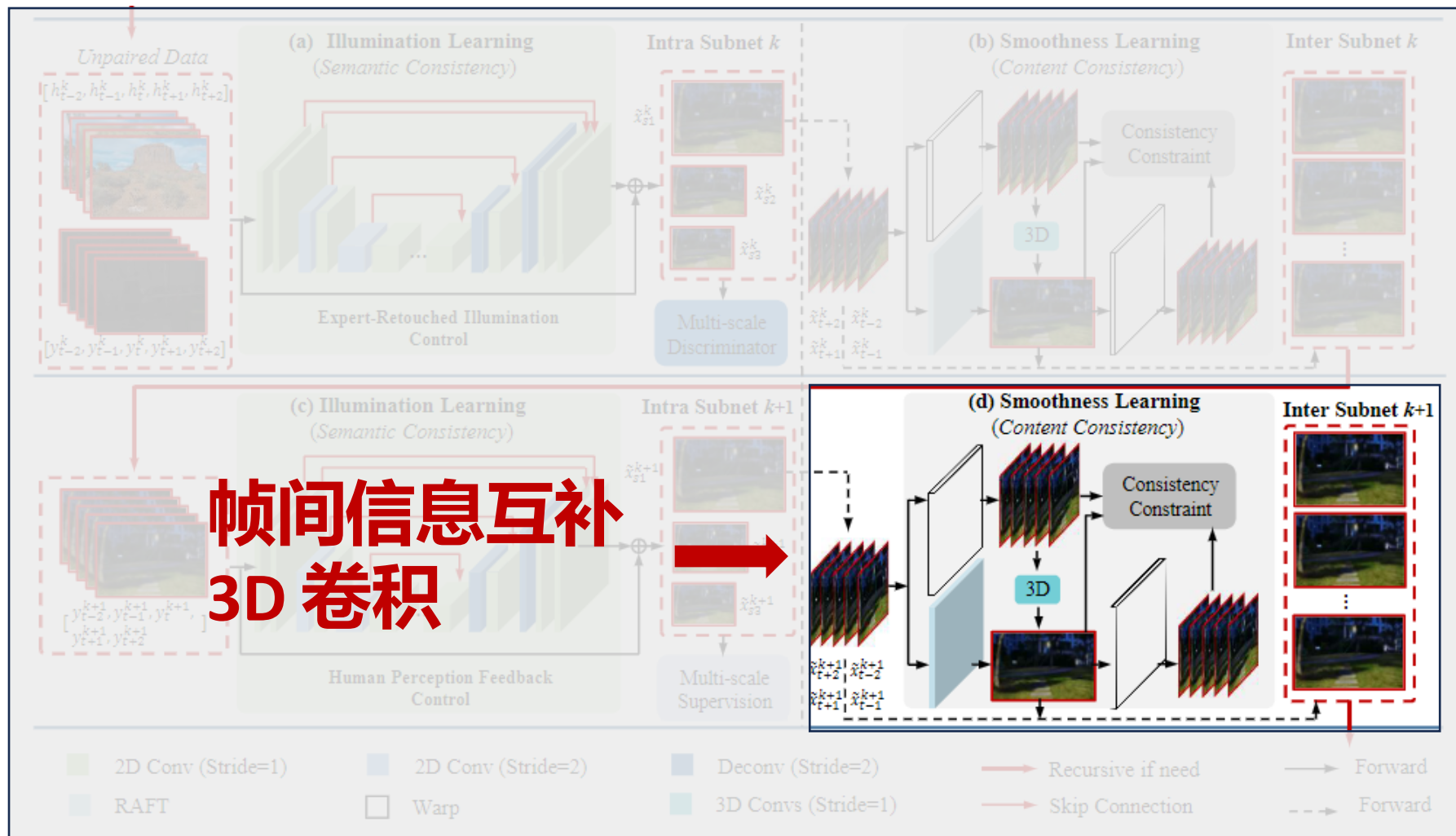
可迭代框架

□ 人眼感知可控空域优化



可迭代框架

□ 时域信号优化



实验结果

传统

深度学习

无监督

有监督、
自监督

Method	Outdoor				Indoor			
	PSNR↑	SSIM↑	warp↓	MABD ↓	PSNR↑	SSIM ↑	warp↓	MABD ↓
BIMEF [48]	18.51	0.5572	3.15	1.54	17.91	0.6468	3.15	1.89
Dong [11]	13.86	0.3575	10.16	4.93	20.55	0.4965	8.77	5.27
LIME [16]	9.75	0.2783	16.83	8.35	14.92	0.4252	16.45	10.55
MF [13]	14.99	0.4113	8.06	3.89	20.65	0.5620	6.63	3.98
MR [19]	8.10	0.2805	20.12	8.93	10.25	0.4244	22.05	11.26
NPE [42]	12.08	0.3399	14.90	6.69	16.72	0.4664	12.65	6.34
SRIE [14]	21.89	0.6288	2.74	1.42	15.78	0.6294	2.75	1.81
EnlightenGAN [18]	18.63	0.5399	4.49	2.52	19.59	0.5874	3.37	2.48
RUAS [29]	11.83	0.4000	3.42	2.14	20.54	0.6071	2.31	3.13
SCI [31]	17.35	0.4651	3.53	1.87	13.69	0.6189	0.77	0.84
ZeroDCE [15]	6.54	0.2081	20.80	9.05	13.27	0.4631	16.41	8.68
CLIP-LIT [27]	20.88	0.5872	3.36	1.85	19.08	0.4582	11.75	6.72
SGZSL [51]	6.09	0.1899	19.47	8.48	14.38	0.4793	12.34	6.89
MBLLVEN* [30]	16.38	0.5573	4.76	2.03	23.78	0.7845	0.79	1.90
DRVNet* [7]	17.39	0.6656	1.41	0.57	26.11	0.8518	0.45	1.20
StableLLVE* [50]	20.10	0.7510	4.84	1.73	24.76	0.8369	1.63	1.73
SDSDNet* [41]	24.30	0.7445	0.95	0.47	27.03	0.7788	1.74	2.03
PSENet** [37]	11.75	0.3541	10.00	4.81	17.79	0.5459	7.84	5.10
SALVE** [2]	18.72	0.5888	1.09	0.48	17.09	0.7215	0.94	0.64
Ours	23.94	0.7446	0.24	0.21	22.41	0.7368	0.41	1.05

实验结果



NPE



EnlightenGAN



RUAS



SGZSL



ZeroDCE



SALVE



StableLLVE*



SDSDNet*

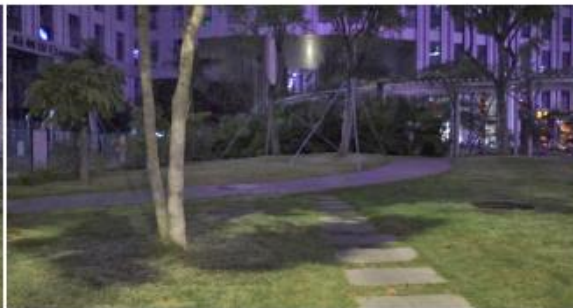


Ours

实验结果



Enhanced frame (RUAS)



Warped frame



Residual map



Enhanced frame (SDSDNet*)



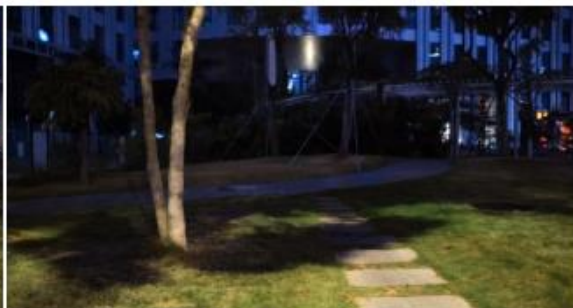
Warped frame



Residual map



Enhanced frame (Ours)



Warped frame



Residual map

汇报提纲

□ 汇报人简介

□ 低光视频增强

□ 研究总结与展望

研究总结及未来展望

研究总结

在低光视频增强过程中，空域与时域的信号降质因素复杂交错，带来了新的挑战。

通过探索帧内帧间数据驱动的视觉感知模型，提供个性化解决方案的同时，开发出更为通用的数据建模方法，实现技术模块化，提升了低光视频的增强效果。

未来展望

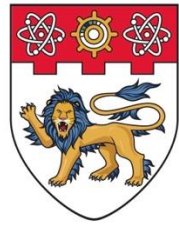
- 新方法的尝试：生成式方法结合提升感知质量，大语言视觉模型指令增强
- 新数据的扩展：多模态数据融合互补提升性能，光场，点云，事件相机等
- 新思路的探索：极端恶劣场景下编码压缩与增强结合，显著提升检测、分割和追踪等



学术主页



项目主页



**NANYANG
TECHNOLOGICAL
UNIVERSITY**
SINGAPORE



中山大學
SUN YAT-SEN UNIVERSITY



香港城市大學
City University of Hong Kong

谢谢!

邮箱: lingyzhu-c@my.cityu.edu.hk

附录

- ① **Lingyu Zhu**, Wenhan Yang, Baoliang Chen, Hanwei Zhu, Zhangkai Ni, Qi Mao, Shiqi Wang: Unrolled Decomposed Unpaired Learning for Controllable Low-Light Video Enhancement, ECCV, 2024.
- ② **Lingyu Zhu**, Binzhe Li, Riyu Lu, Peilin Chen, Qi Mao, Zhao Wang, Wenhan Yang, Shiqi Wang: Learned Image Compression for Both Humans and Machines via Dynamic Adaptation, ICIP, 2024.
- ③ **Lingyu Zhu**, Wenhan Yang, Baoliang Chen, Hanwei Zhu, Xiandong Meng Shiqi Wang: Temporally Consistent Enhancement of Low-light Videos via Spatial-Temporal Compatible Learning, IJCV, 2024.
- ④ Baoliang Chen*, **Lingyu Zhu***, Hanwei Zhu, Wenhan Yang, Linqi Song, Shiqi Wang: Gap-Closing Matters: Perceptual Quality Evaluation and Optimization of Low-Light Image Enhancement, TMM, 2023. (*Co-first Author)
- ⑤ **Lingyu Zhu**, Wenhan Yang, Baoliang Chen, Fangbo Lu, Shiqi Wang: Enlightening Low-light Images with Dynamic Guidance for Context Enrichment, TCSVT, 2022