

Revitalize Supervised Low-Light Image Enhancer: Learning Source-free Fast Scene Adaptation

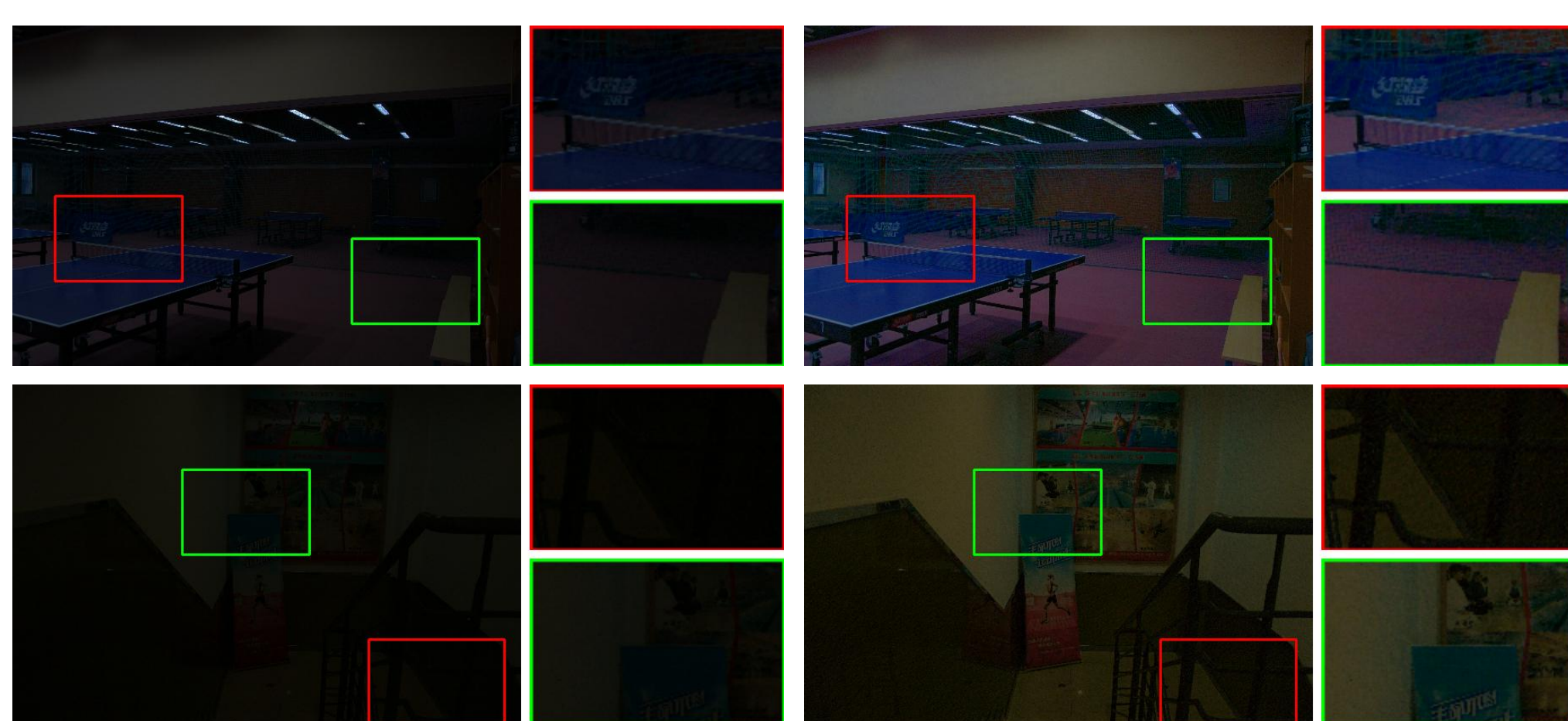
振兴有监督低光图像增强器：学习无源快速场景适应

王惜，郑权*

2025 International Conference on Intelligent Computing

✉ zhengquan@iscas.ac.cn, 15311328286

研究背景



目标域图像

Retinexformer增强结果

问题背景

在源域（例如LOLv2-synthetic数据集）上训练的有监督增强器（Retinexformer），难以有效增强来自目标域（例如LOLv2-real数据集）的图像。

研究动机

基于Transformer与Mamba等大规模架构的有监督低光图像增强方法在训练数据同分布场景中展现出优越的增强效果，但在增强训练数据分布外的新场景低光图像时仍然存在明显困难。

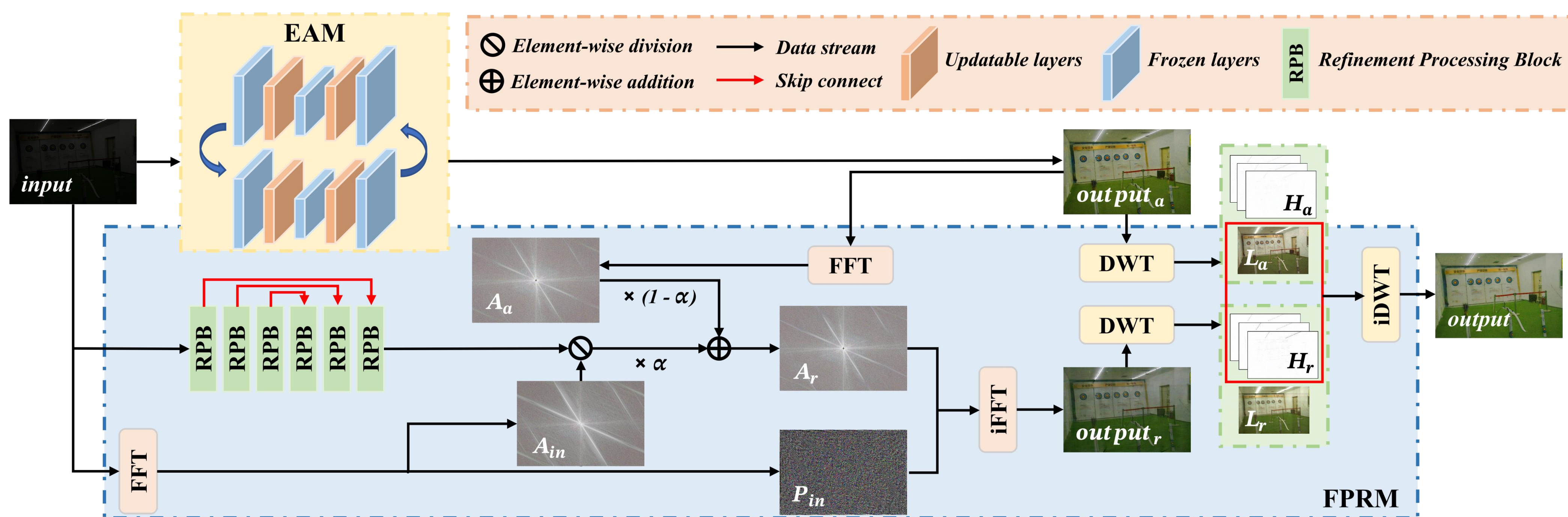
关键挑战

- 如何利用预训练的有监督增强器实现新场景数据的快速适应？
- 如何优化增强图像的细节表现以提升视觉效果？
- 如何在不依赖标注数据的情况下有效地优化所提出的框架？

研究方法

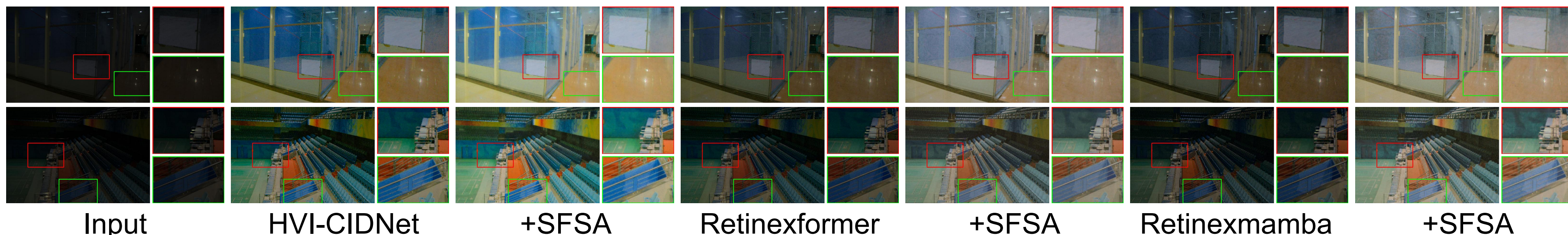
解决方案

- **无源快速场景适应框架**：即插即用，基于域自适应机制使预训练有监督增强器获得快速场景适应能力；
- **有效适应模块**：通过协同孪生网络和有效适应策略，将在成对数据集（源域）上训练的有监督模型快速适应至新场景无标注数据（目标域）；
- **频域先验引导的细节优化模块**：在傅里叶频域对输入图像进行亮度增强，提取高频细节分量后与有效适应模块输出的近似分量融合，优化增强结果的细节表现；
- **无监督目标函数**：融合物理先验与伪标签引导的联合优化约束。



实验结果

三种大规模有监督方法应用所提出框架（SFSA）前后的定性比较结果



Input

HVI-CIDNet

+SFSA

Retinexformer

+SFSA

Retinexmamba

+SFSA

与其他场景适应性良好的低光图像增强方法的定量比较结果

Methods	Learning Strategies	LOLv2-real				LSRW-Nikon				DICM	MEF	NPE	NASA	DarkFace
		PSNR↑	SSIM↑	BRISQUE↓	NIQE↓	PSNR↑	SSIM↑	BRISQUE↓	NIQE↓	NIQE↓	NIQE↓	NIQE↓	NIQE↓	NIQE↓
RRDNet [6]	ZSL	13.912	0.550	27.538	7.788	13.517	0.392	25.718	3.857	3.598	3.491	4.061	3.700	3.302
Zero-DCE++ [5]		18.464	0.686	34.386	8.033	15.660	0.457	23.762	3.652	3.551	3.440	4.006	3.746	3.366
RUAS [2]	UL	15.326	0.673	17.000	6.533	12.145	0.476	43.966	5.357	7.292	5.427	7.067	11.363	4.631
SCI [3]		17.253	0.615	33.748	8.255	15.266	0.413	19.282	3.900	4.046	3.681	4.141	4.013	3.516
CONE [23]		18.594	0.683	35.641	7.799	14.636	0.447	23.537	3.764	3.932	3.534	4.375	4.202	3.392
EnlightenGAN [1]		18.640	0.728	18.536	5.089	15.924	0.453	19.711	3.525	3.566	3.221	4.117	3.615	2.591
BL [21]	FSA	12.891	0.482	22.600	7.481	13.433	0.386	29.702	4.369	4.911	3.785	5.182	4.660	3.645
HVI-CIDNet+SFSA	Ours	18.475	0.808	13.194	4.191	16.537	0.480	14.357	3.939	3.570	3.178	4.125	3.659	2.619
Retinexmamba+SFSA		19.607	0.796	19.253	4.405	16.298	0.471	15.384	3.838	3.484	3.302	3.897	3.520	2.401
Retinexformer+SFSA		20.835	0.806	16.501	4.507	16.043	0.471	16.001	3.865	3.450	3.388	3.975	3.582	2.717

结果分析

- **定性比较结果**：源域有监督增强器在目标域图像上出现明显性能退化，经SFSA适应后，增强质量显著提升；
- **定量比较结果**：本方法（+SFSA）在多个真实场景数据集上表现出优异的性能。