

技術 ～2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024

Denoise

教師なし

BM3D (TIP07)
非DNN filter。今もなお広く使われる

DIP (CVPR18)
Noisy画像に更にNoiseを加えた画像を元に戻すようにCNNを学習

Noise2Noise (ICML18)
同一被写体の2枚のNoisy画像で学習

Noise2Void (CVPR19)
Noise2Self (CVPR18)
周囲の画素のみで画素値を予測するDNNでペア画像無し学習

Noise2Same (NeurIPS20)
一般的なDNNをMaskingでペア画像無し学習

Self2Self (CVPR20)
Dropoutを活用

Neighbor2Neighbor (CVPR21)
neighbor subsamplingで1枚から2枚のnoisy pairを作成

Noise2Info (ICCV23)
Noise2Sameにノイズ量推定を導入

Denoiserに特化した進化

教師あり

TNRD (TPAMI16)
MLPを用いたdenoising

DnCNN (TIP17)
CNN denoiserの火付け役

FFDNet (TIP18)
ノイズ強度mapを入力し、様々なノイズ強度に対応

MWCNN (CVPR18)
wavelet変換を使って精度改善

CBDNet (CVPR19)
FFDNetのノイズ強度mapをモデル内部で推定

UPI (CVPR19)
ISPを考慮したリアルなNoiseを合成し学習

CycleISP (CVPR20)
UPIより更にリアルなNoiseをCycle modelで生成

MIRNet (ECCV20)
Attentionや多段階のFusionで汎用的に使えるモデルに

MPRNet (CVPR21)
多段階に予測

HINet (CVPR21)
部分的な正規化で精度改善

NAFNet (ECCV22)
Activationの代わりにdot productを活用

GShift-Net (ICCV23)
video restoration

CGNet (TMLR24)
global特徴の抽出を工夫

KBNet (arXiv23)
dot productを更に活用

汎用的に使えるモデル

CNNベース

SwinIR (ICCV21W)
Swinを画像復元に改良

Restormer (CVPR22)
UFormer (CVPR22)

FFFormer (CVPR23)
FFTを活用

ViTベース

MAXIM (CVPR22)
MLPベース

BIPNet (CVPR22)
deformable convを活用

Diffusionベース

DiffIR (ICCV23)
Diffusionでも軽量化を実現

HI-Diff (NeurIPS24)

ALGNet (arXiv24)
Mamba(SSM)を活用することでSOTA精度達成

Deblur

教師なし

L. Xu et al (CVPR13)
FastMotion Deblurring (SIGGRAPH09)
Iterativeなblur kernel推定がスタンダード

J. Sun et al (CVPR15)
CNNによるblur kernelの予測

S. Nah et al (CVPR17)
Multi-Scale入力のCNNで直接画像を出力

SRN-DeblurNet (CVPR18)
Multi-Scale入力を再帰処理して改善

DeblurGAN (CVPR18)
GANベース

DeblurGANv2 (ICCV19)
GANのdecoderにFPNを採用

DBGAN (CVPR20)
blur除去・付与の2種類のGANを活用

M. Suin et al (CVPR20)
cross-attnやadaptive filter

汎用モデル構造やシンプル化

教師あり

DNN置き換え、タスクに特化した学習の発展

モデル構造の工夫・複雑化

マルチタスク化(ISP欄に記載) 新規な推論方法

Enhancement

教師なし

NPE (TIP13)
Retinex理論に基づくのが主流

LIME (TIP16)
環境光map推定の最適化計算を工夫、非DNN

Retinex理論 (画素値 = 物体の反射率 × 環境光) をベースにした手法。特にLow-lightな環境を大きくEnhance

教師あり

RetinexNet (BMVC18)
反射率、環境光mapをCNNで推定

KinD (ACMM19)
RetinexNetに対してLoss関数などを工夫

DBRN (CVPR20)
再帰的な処理をうまく活用し、半教師あり学習

IAT (BMVC22)
gamma変換など明な変換で軽量かつ高精度

可逆なflow modelに条件付け

SNR-Aware (CVPR22)
ノイズ強度に応じた処理

LLFormer (AAAI23)
Axisごとに処理することで高精度かつ軽量

Diffusionベース

Diff-Retinex (ICCV23)
Retinex理論 × Diffusion

DiffLL (SIGGRAPHAsia23)
Wavelet変換 × Diffusion

明るさの追求 & 微調整 (リタッチ)

HDRNet (SIGGRAPH17)
画素値に掛ける値を粗く求め、バイラテラルグリッドでupsample

DPE (CVPR18)
GANで非Pairデータで学習

UPE (CVPR19)
HDRNetのLoss関数を工夫

3DLUT (TPAMI20)
tone curveを決める3D look up tableを生成

A3DLUT (ICCV21)
画素ごとに異なる3DLUTを使用

AdaInt (CVPR22)
LUTのgrid間隔を学習ベースで可変に

教師無し & ZeroShotの改善

LUTベース手法による高速 & 高精細な調整

Diffusionの活用。ただし後処理による明るさ調整が必要な場合多い

ISP

教師なし

FlexISP (ToG14)
多くの研究ではISPのパラメータをモジュールごとに最適化していたが、全体最適化を実施

L³ (TIP17)
ISPを3つの関数で表現しそれらを全体最適化

古典ISPの最適化

教師あり

SID (CVPR18)
1つのCNNでISPを表現

DiffProxy (SIGGRAPH19)
ISPの挙動を模倣するCNNを学習し、それを使ってISPのハイパラを学習

Hardware-in-the-loop (CVPR20)
進化アルゴリズムでISPパラメータを最適化

PyNet (CVPR20)
複数回の学習を行うことで1つのCNNで古典ISP並の精度を達成

CameraNet (TIP21)
ISPのタスクを2つに分けて、別々に学習

Deep-FlexISP (CVPRW22)
3つに分割することで更に学習しやすさの改善

DNF (CVPR23)
2つのタスクに分割 & 情報をフィードバック

DynamicISP (ICCV23)
ISPパラメータの動的制御で認識精度改善

PQDynamicISP (arXiv24)
ISPパラメータの動的かつLocal制御で画質改善

DA-CLIP (ICLR24)
画質を学習したCLIPを使った条件付きDiffusion

AutoDIR (arXiv24)
画像を解析して必要な処理をかける

InstructIR (arXiv24)
指示に応じた処理をかける

汎用的な形式のマルチタスク画像復元

IPT (CVPR21)
共有の中間層とタスクごとのHead,Tail

AirNet (CVPR22)
Head,Tailも共有

IDR (CVPR23)
タスクではなく、PCAで条件付け

PromptGIP (arXiv23)
画像で行ってほしいタスクを表現

古典ISP関数を用いた画像認識の高精度化

CNN ISPの分割とそれに伴う肥大化

ISPの軽量化 (MicroISP, SYENet)

ISPの動向

古典ISPの関数ごとの改善・全体最適化

CNN ISPの登場