

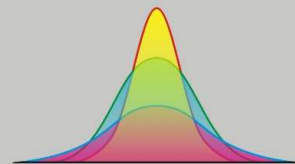
大话成像之

# 数字成像系统 32讲

空域去噪与频域去噪

Ming Yan

imaging algorithm engineer

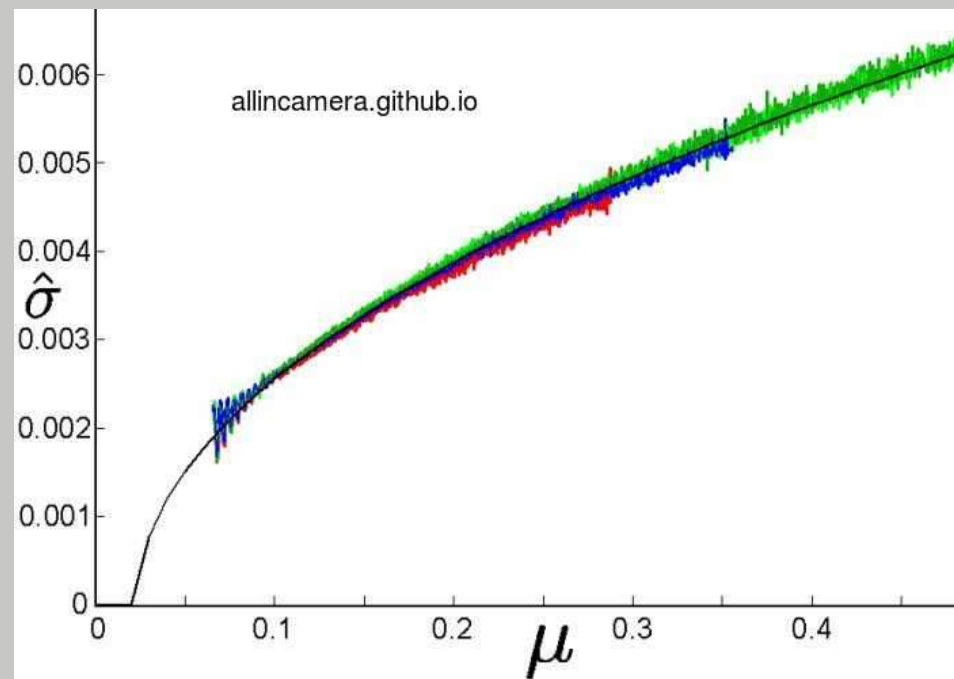
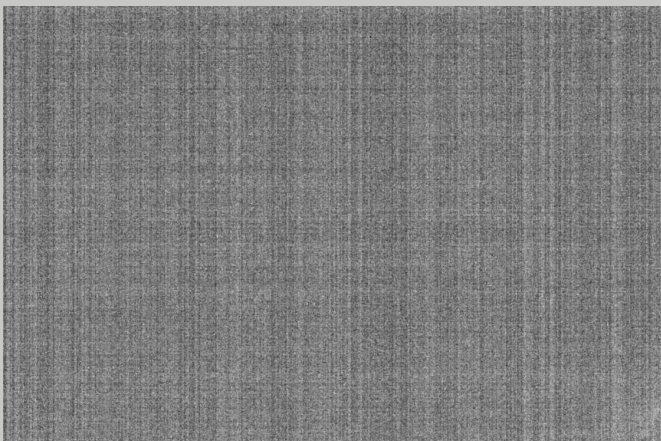


## 噪声类型：

1. 高斯噪声 （高斯+poission）

2. 椒盐噪声

3.FPN



空域降噪的定义：

$$i_{denoised}(x) = \frac{1}{\sum_{\text{all pixels } x'} w(x, x')} \sum_{\text{all pixels } x'} i_{noisy}(x') \cdot w(x, x')$$

思想核心：平均（加权）一些相似的像素，去得到噪声更小的像素值。

大部分空域降噪解决的问题都是：怎么计算两个像素的相似性权重。

根据此可以分为三类算法：

- (a) 局部的线性算法：高斯降噪
- (b) 局部的非线性算法：中值滤波、双边滤波(有些人将其单独列为:)
- (c) 非局部算法；

## 高斯降噪：（和像素值无关和距离有关）

$$i_{denoised}(x) = \frac{1}{\sum_{\text{all pixels } x'} w(x, x')} \sum_{\text{all pixels } x'} i_{noisy}(x') \cdot w(x, x')$$

$$w(x, x') = \exp\left(-\frac{\|x' - x\|^2}{2\sigma^2}\right)$$

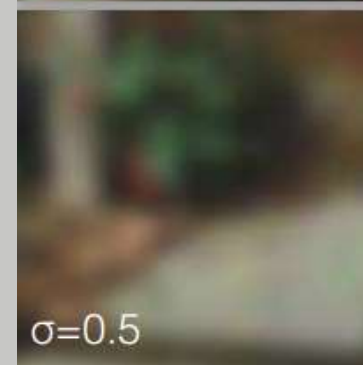
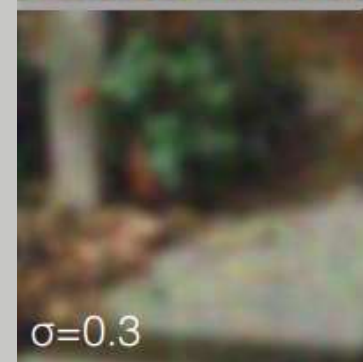
sigma=0.5 ;

3	6	9
15	18	20
21	35	0

0.0113	0.0838	0.0113
0.0838	0.6193	0.0838
0.0113	0.0838	0.0113

sigma=0.3 ;

0.0000	0.0038	0.0000
0.0038	0.9847	0.0038
0.0000	0.0038	0.0000



## 双边滤波：

$$w(x, x') = \exp\left(-\frac{\|x' - x\|^2}{2\sigma^2}\right) \cdot \exp\left(-\frac{\|i_{noisy}(x') - i(x')\|^2}{2\sigma_i^2}\right)$$

spatial distance                      distance of intensities



大边缘保留住了，但是小细节被抹平了，因此双边滤波有时在学术上都是属于smooth 领域。

3	6	9
15	18	20
21	35	0

sigma=0.5 ;

0.0113	0.0838	0.0113
0.0838	0.6193	0.0838
0.0113	0.0838	0.0113

sigma\_i=0.8;

$\exp(-(3-18)^2 ./ (2 * \sigma_i^2))$

非局部算法：

$$w(x, x') = \exp \left( - \frac{\|W(i_{noisy}, x') - W(i_{noisy}, x)\|^2}{2\sigma^2} \right)$$

思想：根据图像块的相似性来计算像素的相似性权重。

注：非局部并不是指的图像块加权求和，而是指的是求得权重时采用图像块。



13	15	100	80	30
6	3	6	9	8
8	15	18	20	23
13	21	35	0	22
3	3	3	3	21

$$w = - \exp((3-13)^2 + (15-6)^2 + (100-9)^2 + (6-15)^2 + (3-18)^2 + (6-20)^2 + (8-21)^2 + (15-35)^2 + (18-0)^2) / (2 * \sigma^2)$$

## 频域降噪：

傅里叶降噪；

小波 降噪；

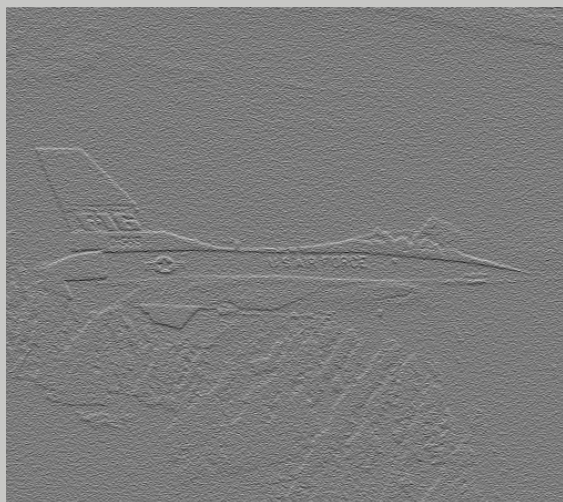
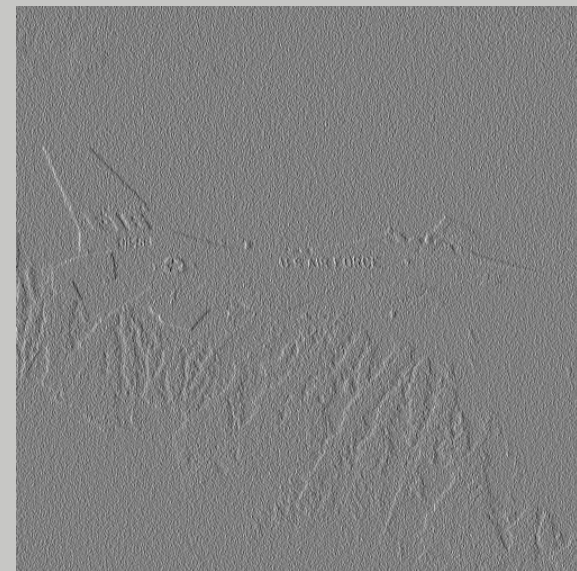
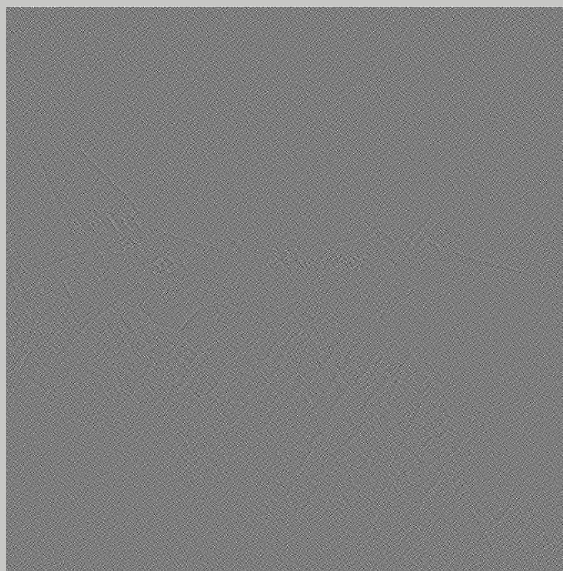
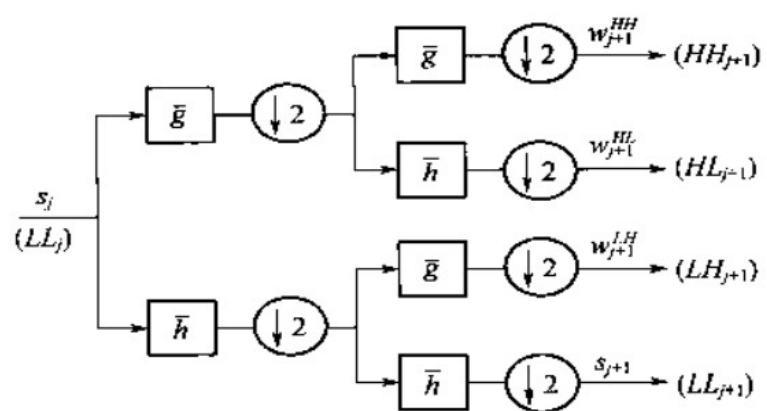
DCT 降噪；

思想核心：利用信号在空间上的连续性，将图像信号变换到频率域，在频率域将信号和噪声分开，进而对信号降噪。





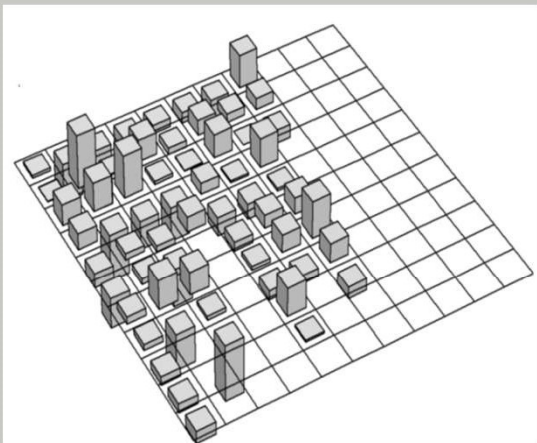
## 小波降噪：



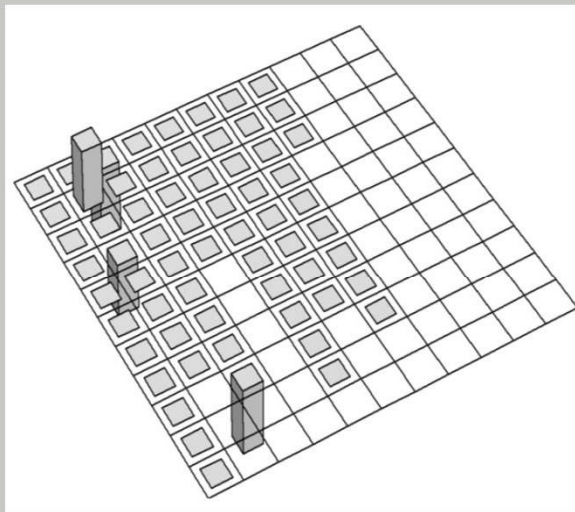
结论：在小波域，噪声的小波系数相对较小。

所以经常采用将较小的小波系数丢掉的方法降噪，因此小波降噪经常成为小波收缩。

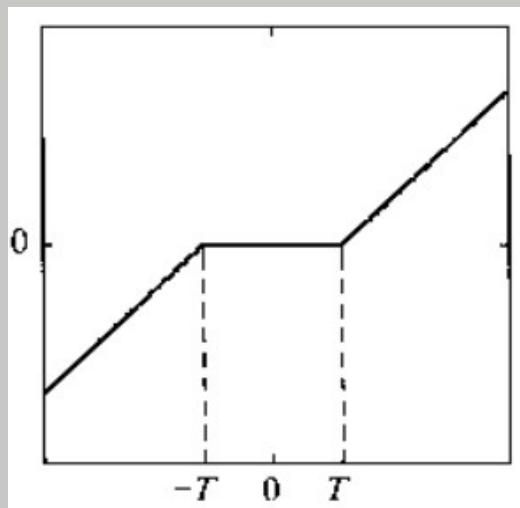




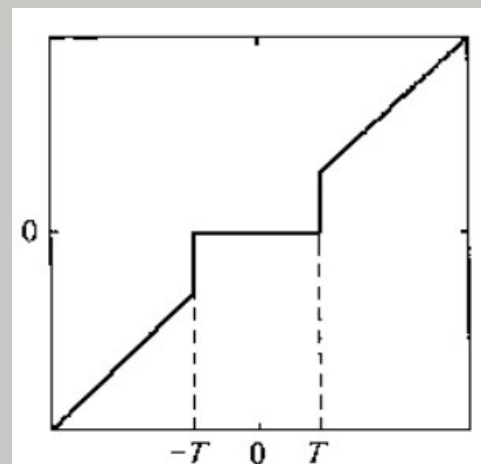
软收缩



硬收缩

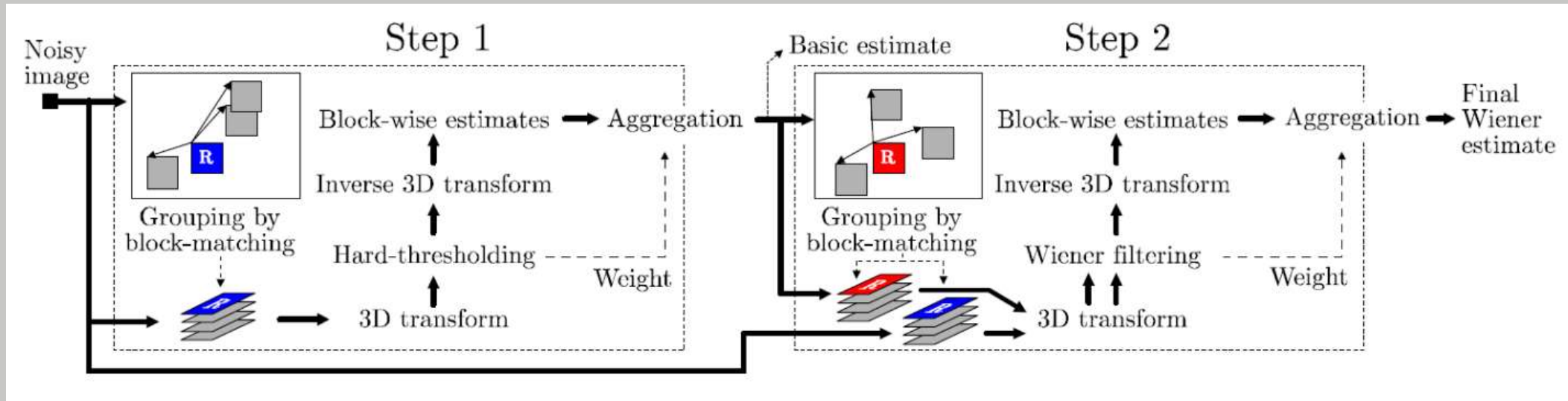


$$T_{\text{soft}}(y) = \begin{cases} 0, & |y| < T \\ \text{sgn}(y)(|y| - T), & |y| \geq T \end{cases}$$



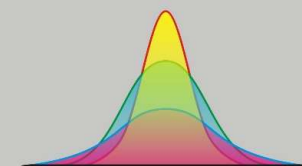
$$T_{\text{hard}}(y) = \begin{cases} 0, & |y| < T \\ y, & |y| \geq T \end{cases}$$

## BM3D :



# THANKS

本课程由 Ming Yan 提供



# 大话成像之 数字成像系统 32 讲

## 内容目录

1. 数字成像系统介绍
2. CMOS image sensor基础
3. 光学基础
4. 颜色科学基础
5. ISP 信号处理基础
6. 3A概述
7. 黑电平与线性化
8. Green Imbalance
9. 坏点消除
10. Vignetting与Color shading
11. SNR 与Raw Denoise
12. Dynamic Range与Tone Mapping
13. MTF与Demosaic
14. 色彩空间与色彩重建
15. Color Correction Matrix与3D LUT
16. Gamma与对比度增强
17. Sharpening
18. Color Space Conversion
19. 空域去噪
20. 时域去噪
21. Color Aberrance Correction and Depurple
22. ISP 的统计信息
23. 自动曝光
24. 自动白平衡
25. 自动对焦
26. 闪光灯
27. HDR
28. Exif 和DNG
29. Encoder
30. 图像防抖
31. 图像质量评价工具与方法
32. 画质调优

