

大话成像之 数字成像系统 32讲

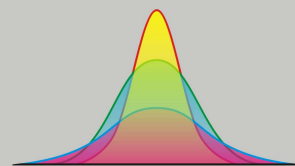
图像质量

Maver Jiang

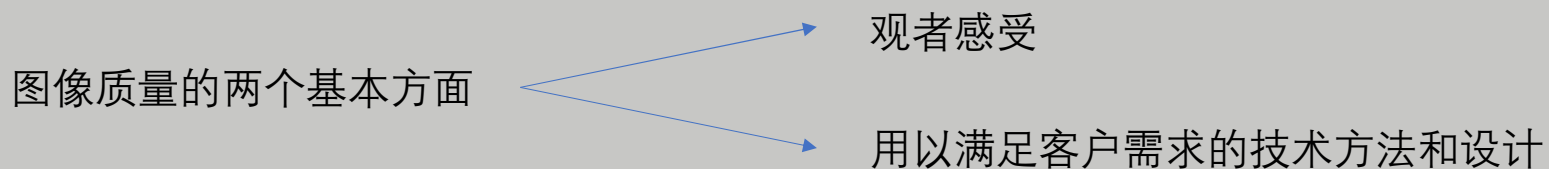
imaging algorithm specialist

staff image quality engineer

maver.jiang@gmail.com



什么是图像质量？



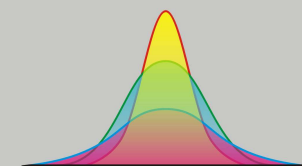
IQ 参数：锐度，噪声程度，色彩准确度，等等

Minkowski 和

$$Q = \left(\sum_{i=1}^N Q_i \right)^{1/n}$$

Minkowski 和 说明的两层问题

- 直接和与欧式和
- 单调性假设的问题



IQ参数的三种类型

系统性参数

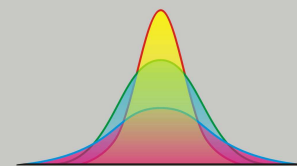
倾向性参数

审美性参数

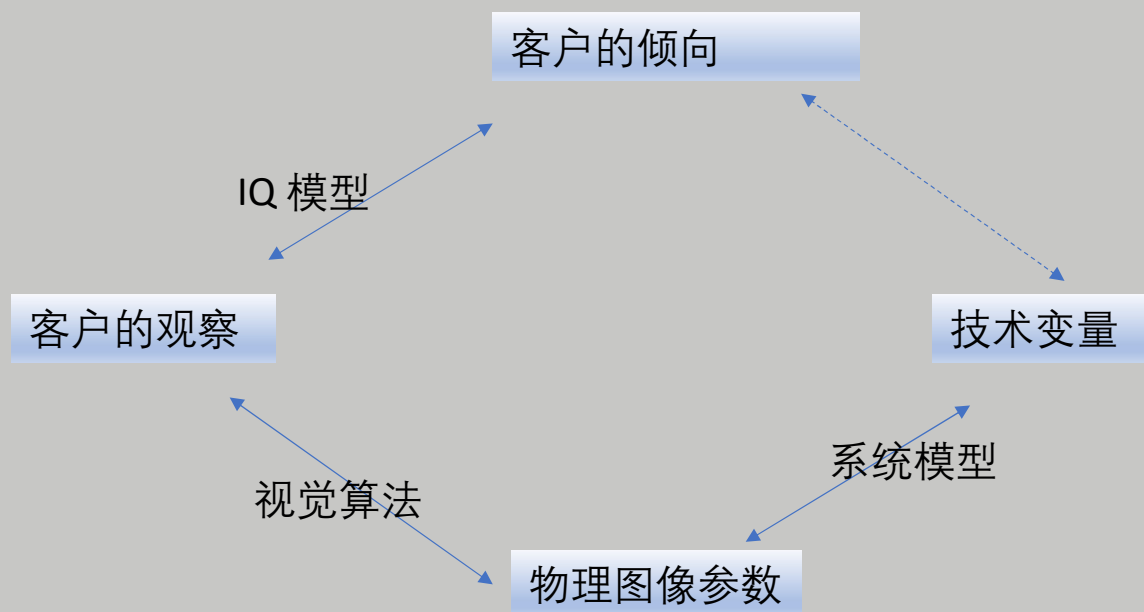


为什么评价图像质量？

目前成像工业的方法



IQ Circle：控制成像系统图像质量的过程



客户的观察：客户看到的 各种‘ness’

客户的倾向：客户打分

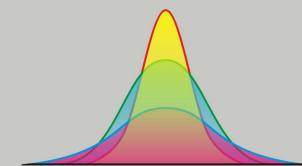
技术变量：我们调什么

物理图像参数：我们测什么

视觉算法：从图像中提炼出物理图像参数

系统模型：关联物理图像参数与技术变量

IQ 模型：经验或者统计的方法给IQ打分



客观评价

Tone transfer curve and OECF

Color difference and color encoding

Resolving power, acutance, and MTF

RMS noise, autocovariance, and NPS



各种图像质量组织研究

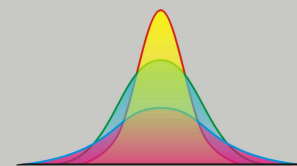
主观评价

Tone reproduction

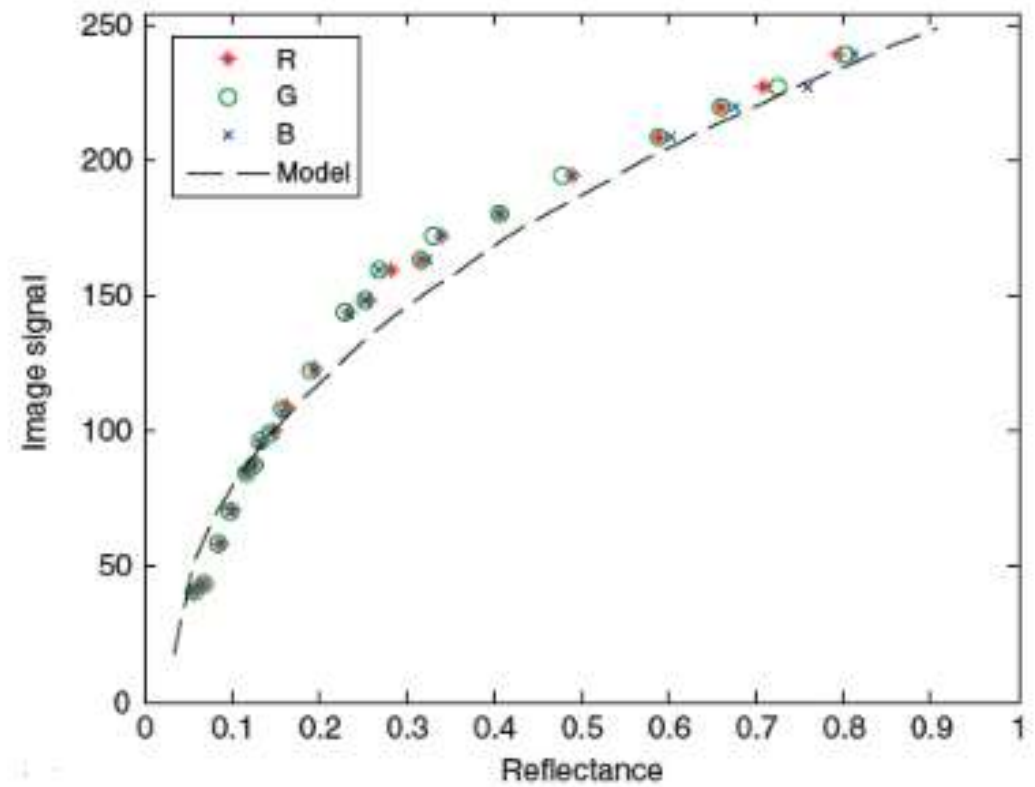
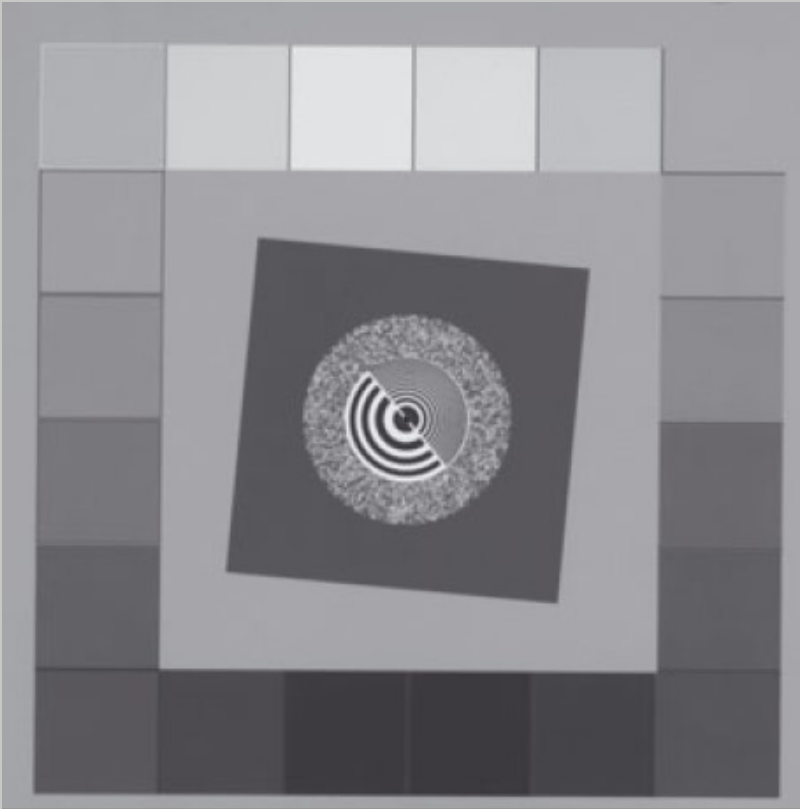
Color reproduction

Spatial detail and sharpness

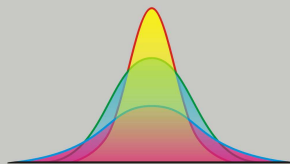
Image noise



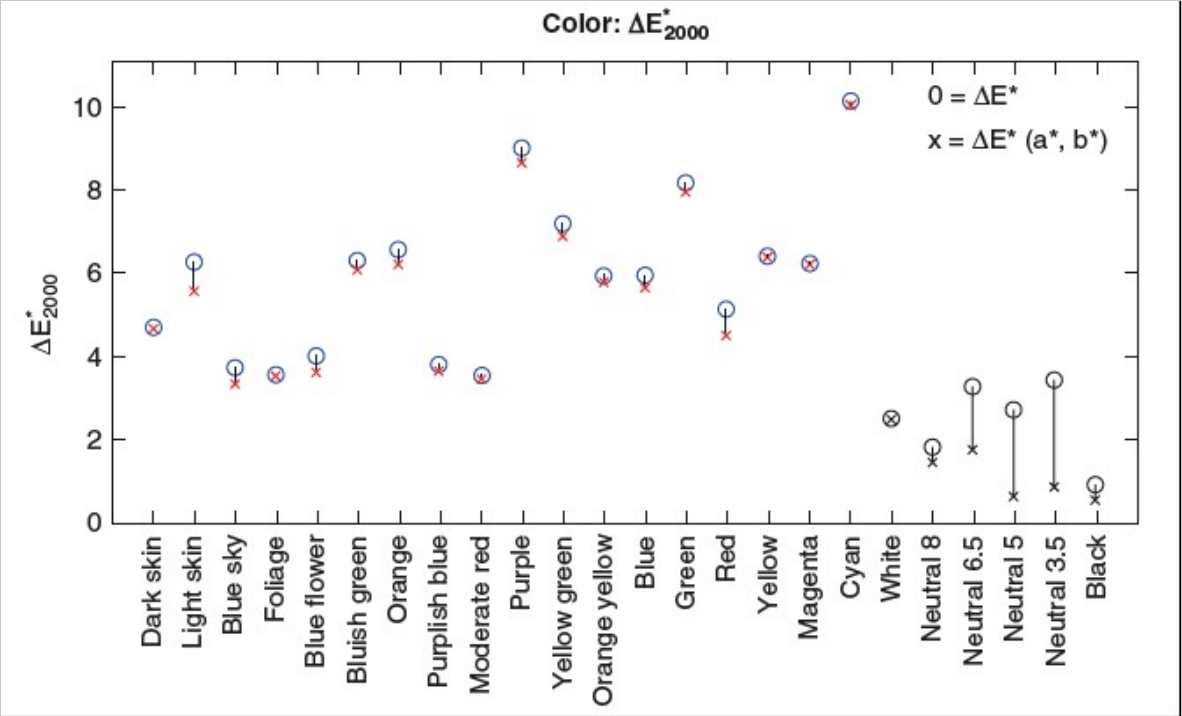
Tone Reproduction



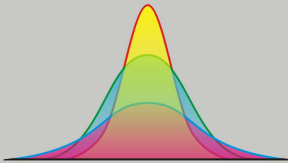
ISO 14524: Methods for Measuring OECF



色彩重建的准确性

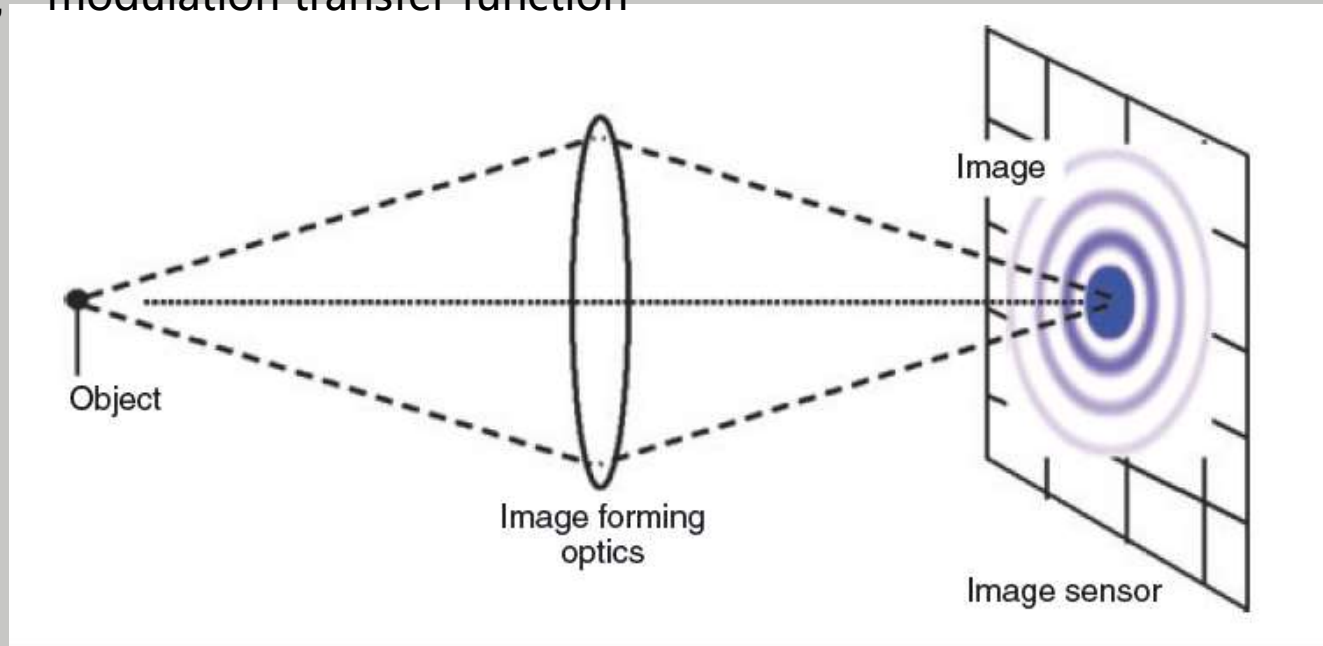


ISO17321 -1



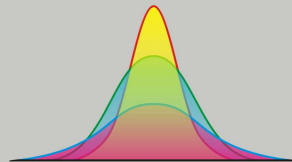
图像的细节重建

MTF, modulation transfer function



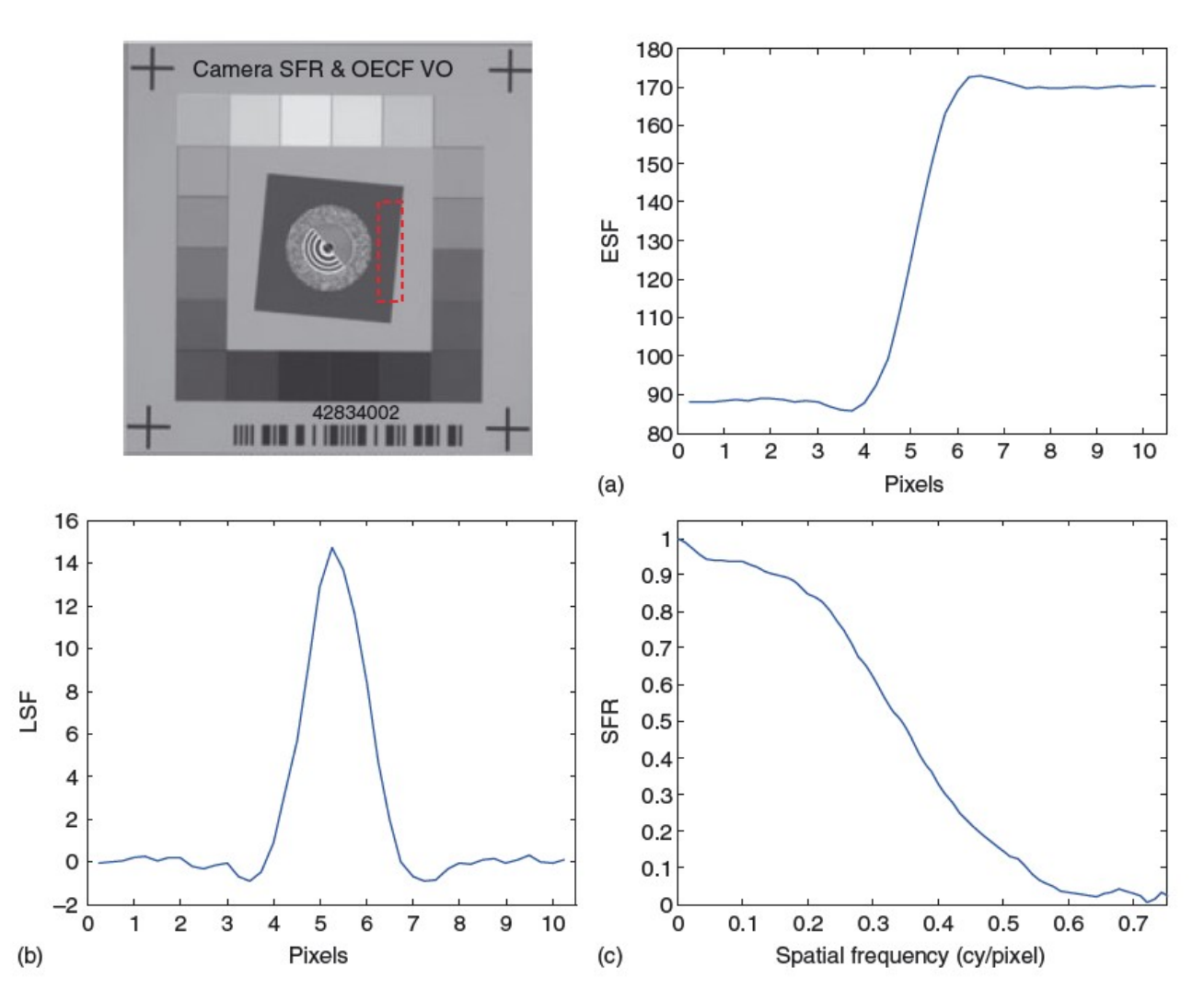
$$g(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} h(x - \tau_1, y - \tau_2) f(\tau_1, \tau_2) d\tau_1 d\tau_2$$

$$\text{MTF}(u, v) \equiv |H(u, v)| = \frac{G(u, v)}{F(u, v)}$$

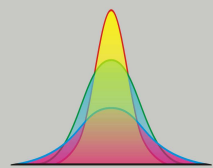


SFR, Spatial Frequency Response

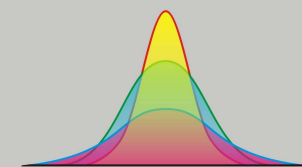
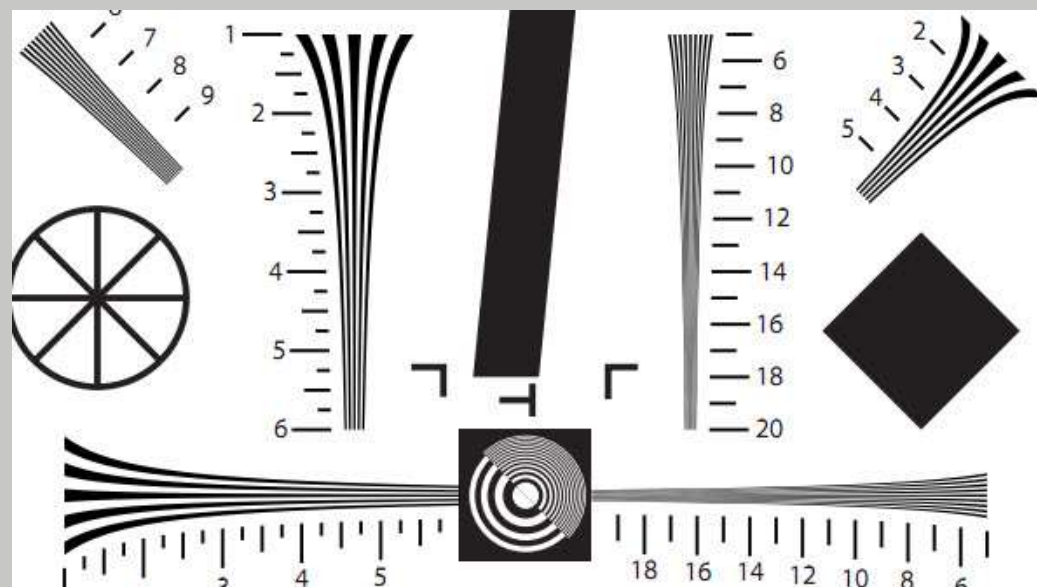
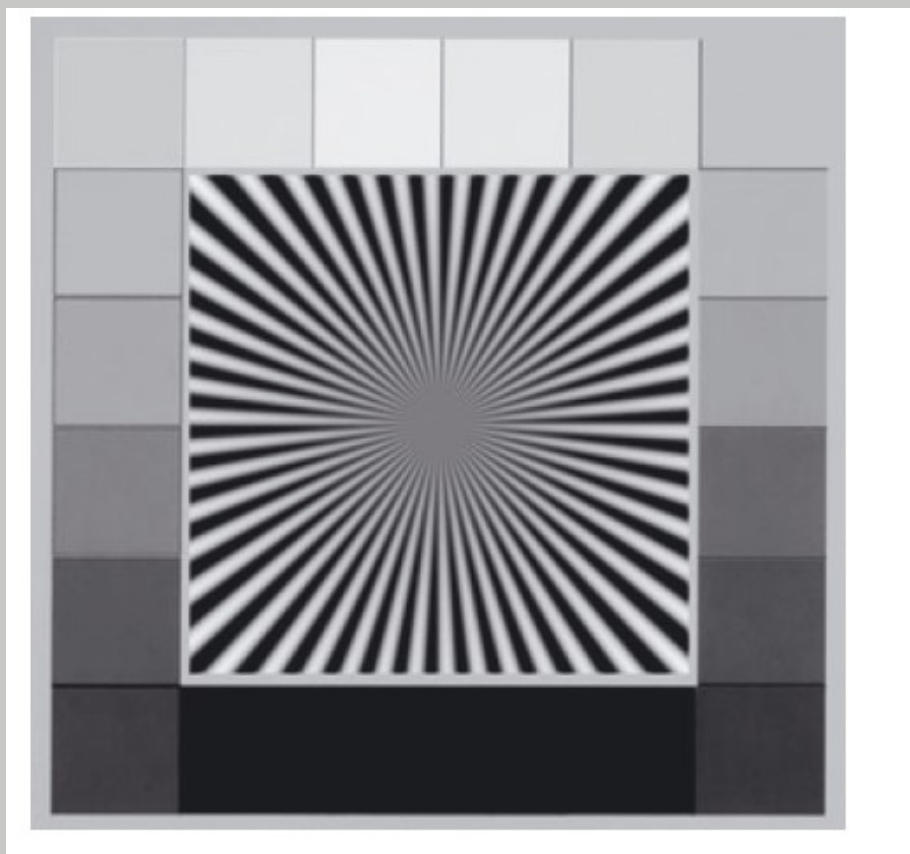
ESF 也就是Edge Profile
LSF 是Edge Profile 做微分
SFR是LSF的傅立叶变换
SFR 等同于MTF,
表示系统从低频到高频的解析能力



Iso12233



其他方法



图像的噪声

图像噪声的定义：图像中，不想要的像素间的变化

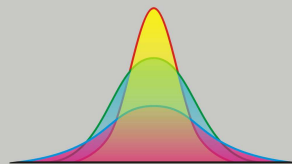
噪声评价方法

$$\sigma_d = \left[\frac{1}{MN - 1} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (d_{ij} - \mu_d)^2 \right]^{0.5}$$

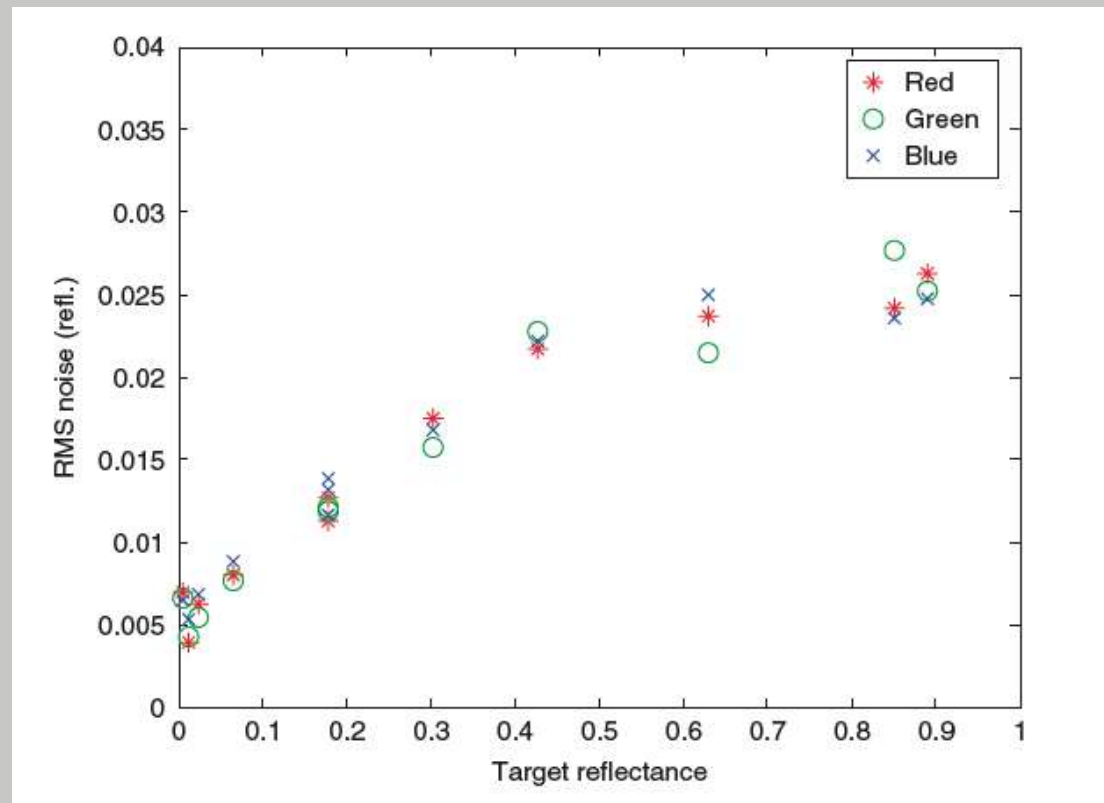
$$\text{where } \mu_d = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M d_{ij}.$$

对 $n \times m$ 像素区域， d 是像素值

σ_d, μ_d 分别是标准差与均值

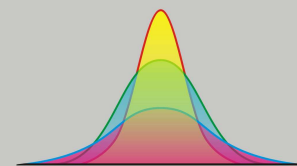


rms noise level

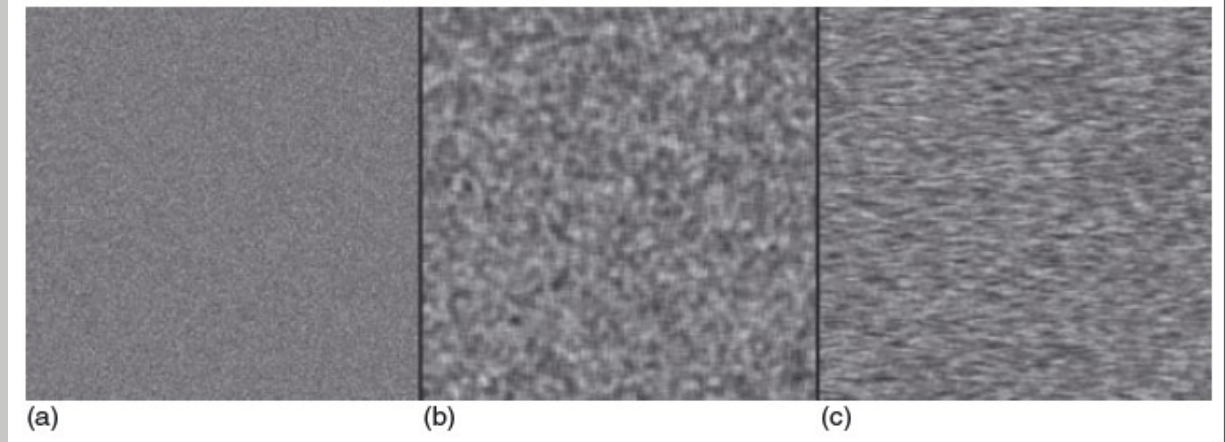


噪声模型

$$\sigma^2 = a_0 + a_1\mu + a_2\mu^2 ;$$



噪声的空间特性



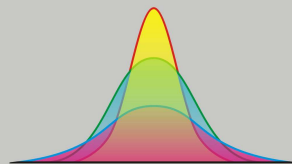
$$\text{cdd}(t, s) = E[(d(x, y) - \mu_d)(d(x + t, y + s) - \mu_d)]$$

ACF

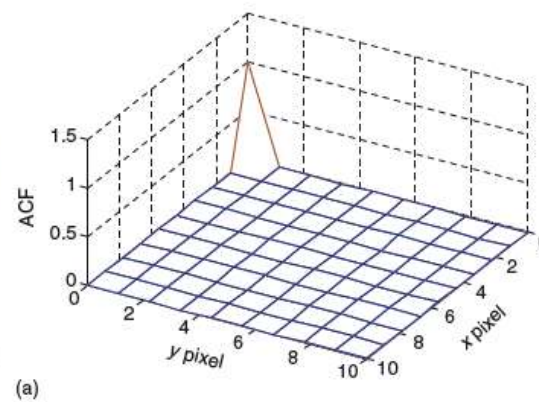
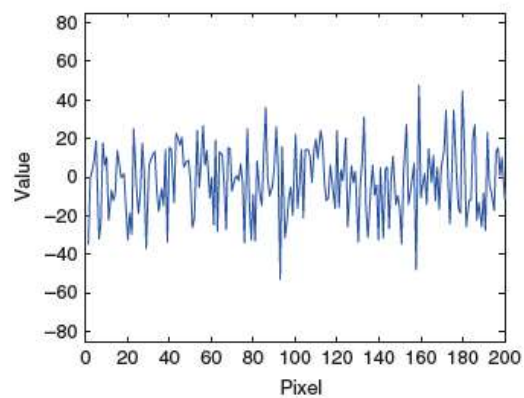
$$C_{k,l} = \frac{1}{(MN - 1)} \sum_{i=1}^{M-k} \sum_{j=1}^{N-l} (d_{i,j} - m_d)(d_{i+k,j+l} - m_d)$$

$$m_d = \frac{1}{(MN)} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N d_{i,j}$$

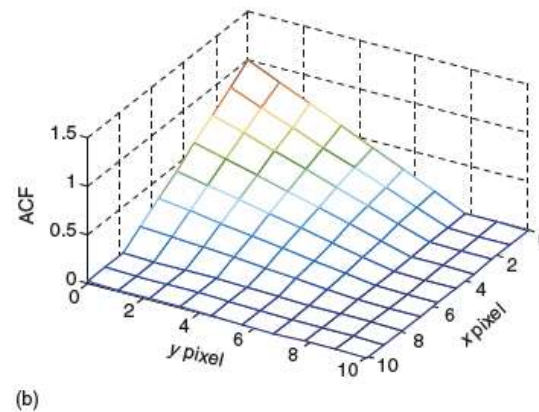
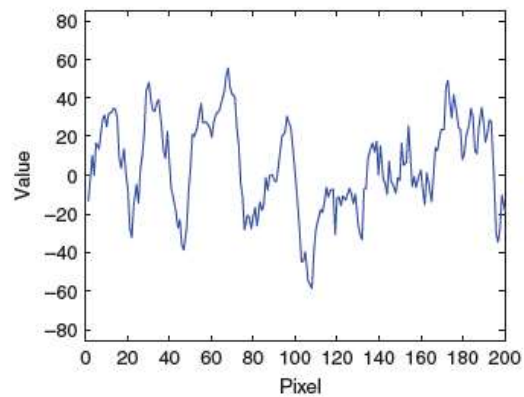
$d_{i,j}, i = 1, \dots, N, j = 1, \dots, M$



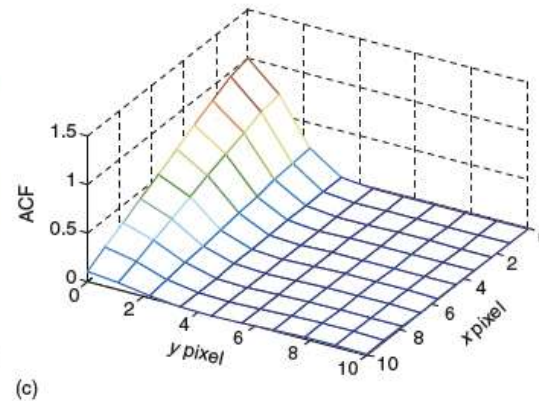
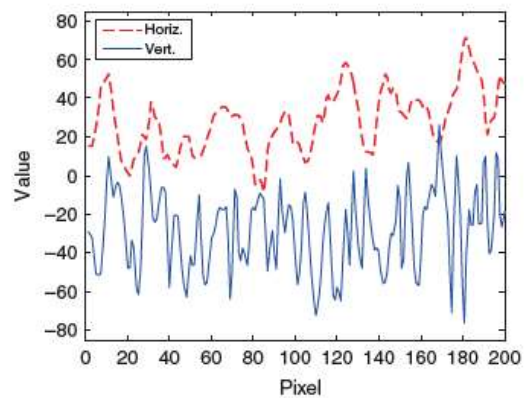
三种类型空间噪声的ACF



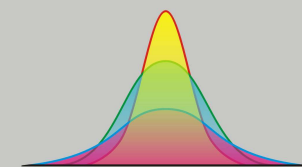
(a)



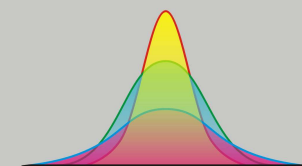
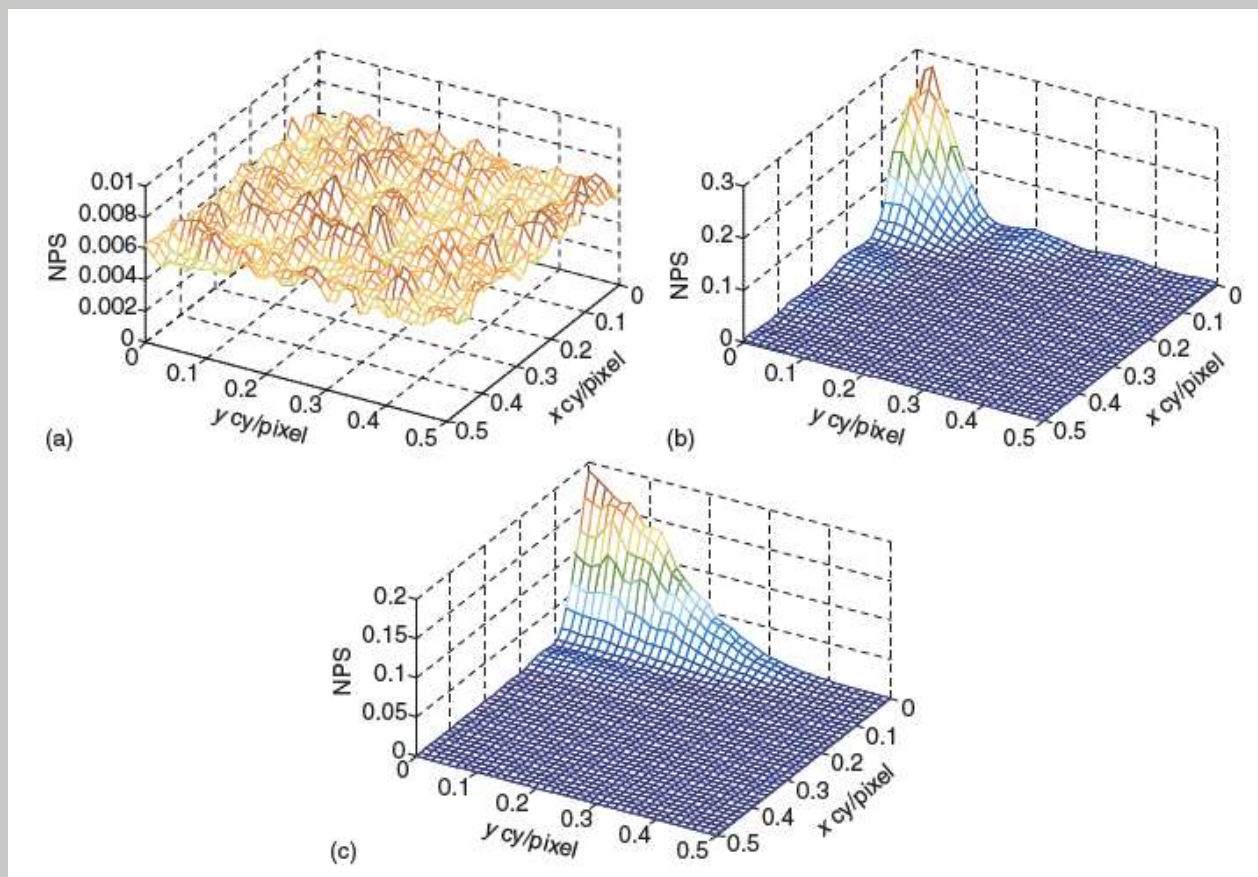
(b)



(c)



NPS噪声功率谱----ACF做傅里叶变换

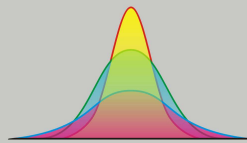
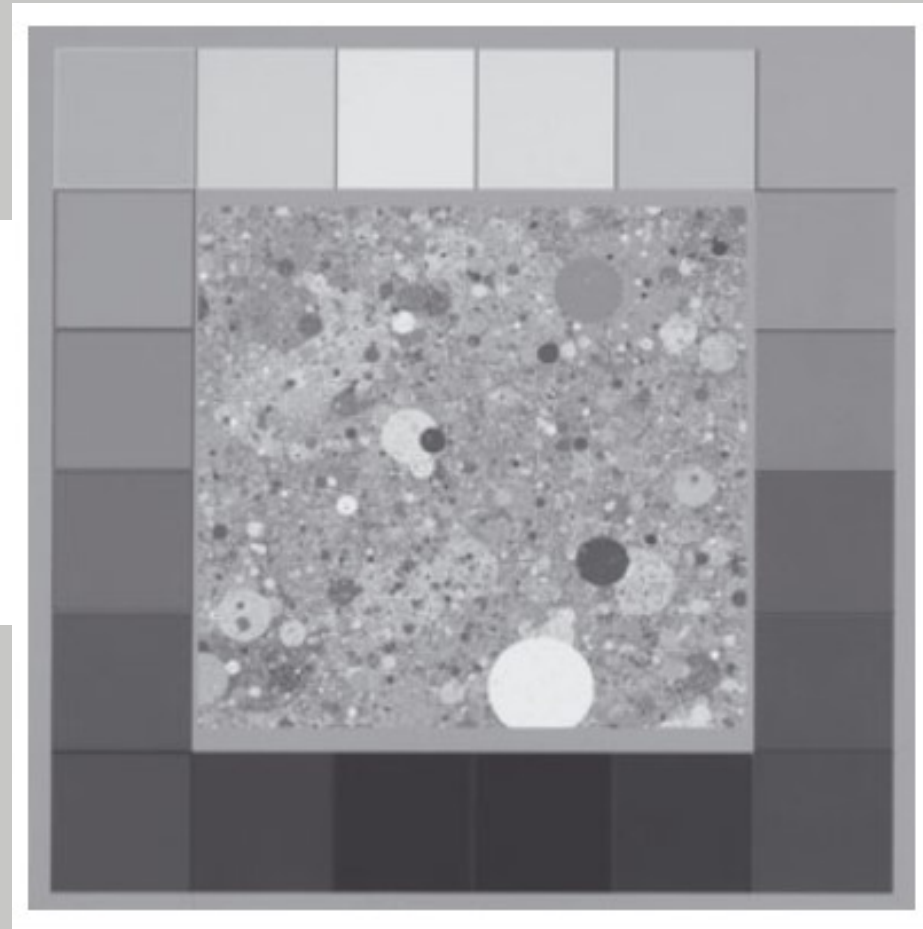
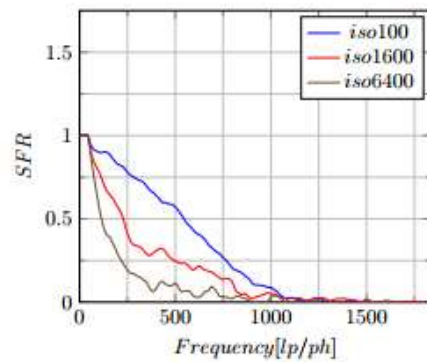
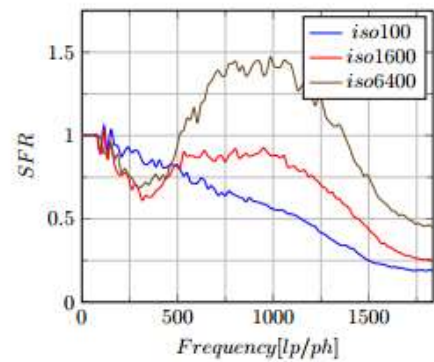
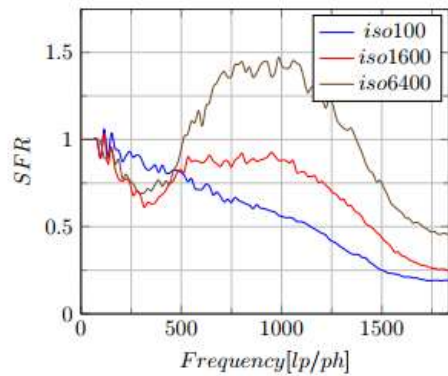


NPS计算MTF-----枯叶图

$$Sf(u, v) = MTF^2(u, v)Sg(u, v)$$

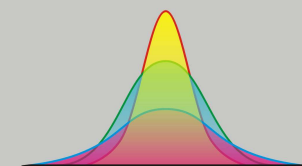
Sg 是输入信号的NPS

Sf 是输出信号的NPS



THANKS

本课程由 Maver Jiang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
32. 画质调优

