生成噪声文章二：源数据采样

商汤的文章，主要是直接**通过原始的有噪声数据来采样出复杂的噪声**，感觉挺巧妙的。

> Rethinking Noise Synthesis and Modeling in Raw Denoising，ICCV 2021，Yi Zhang，CUHK&商汤

Introduction

生成噪声分成两种：DNN-based 和 Physical-based。对于前者，神经网络很难对每个像素的噪声进行模拟准确，作者发现这一类方法虽然结果很好，但实际上都是因为数据集本身缺少正确的噪声标定。（没有理解）

Updated：这里的意思是原来 DNN-based 方法在比较 Physical-based 时，都是比较泊松-高斯分布，用的参数是相机给的参数，但是这个参数不准确。所以 DNN-based 比较时效果比 Physical-based 要好。具体可以见材料中 DNG-NoiseProfile 这个 PDF 文件。

> it is particularly hard for them to generate accurate values for each pixel in dense-prediction tasks

对于后者，有三个问题：

1. It is impossible to accurately extract and model all kinds of noise sources in the camera since every electronic component of the camera can be a noise source.
2. In most cases, modeling a noise source is based on inaccurate distributions since the natural distributions for most noise sources are unknown.
3. The real noise distributions vary dramatically in different cameras or lighting conditions, which makes physics-based methods laborious.

噪声建模

噪声的种类和以往内容是一样的，p 表示泊松分布的光子噪声，q 表示量化噪声，1 和 2 表示其他的噪声。其中 1 包括：dark current、fixed pattern、reset、flicker；2 包括：thermal、column fixed 等等。噪声可以进一步分为是否和信号相关。

$$D = (K_a(I + N_p + N_1) + N_2 + N_q)K_d,$$

$$(N_p + I) \sim \mathcal{P}(I),$$

$$D = \underbrace{K_d K_a (I + N_p)}_{\text{signal-dependent}} + \underbrace{K_d K_a N_1 + K_d N_2 + K_d N_q}_{\text{signal-independent}}.$$

信号相关的噪声，文章和以往没有区别，都是只考虑 shot noise，然后用不同亮场的均值-方差 pair 去计算出增益系数。

但是对于信号无光的噪声，文章有所区别。文章认为：这一部分噪声太多了，产生原因太多了，很难有合适的模型。文章的方法是直接【摆烂】，直接对去除信号相关的图片，进行随机采样！

$$B = K_d K_a N_1 + K_d N_2 + K_d N_q,$$
$$\hat{N}_{\text{independent}} \leftarrow \text{RandomSampling}(B),$$

这样在生成噪声时，信号相关的噪声通过泊松分布生成，其他的则是从事先处理好的图片（即去除了信号相关噪声）中**采样**。但是在事先处理中，如何去除信号相关的噪声？很简单：直接拍暗场图即可，此时只有信号无光的噪声。

$$\hat{D} = K_d K_a (I + \hat{N}_p) + \hat{N}_{independent},$$

采样方式

1. 简单采样

   随机选就可以了，效果在正常图片中已经可以，但暗光下的图不行。有两个原因：

   a) The above naive signal-independent noise sampling destroys their spatially-correlated characteristics (e.g. row noise, fix pattern noise), which become significant in low-light conditions.

   b) 量化前电压很高，比如为 32bit，但是要转换为数字信号时变为更低的 bit，比如为 14bit，此时破坏了实际的分布情况。

2. 考虑空间性

   这个就是针对上面的 a 而言，采样通过 patches 来采，并且也考虑了 Bayer 格式。

3. Hight-bit

   没看懂