

# 1. PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) 峰值信噪比

## 1. 致谢

感谢 草飘灵sky (QQ 2550688560) 对该公式理解给予的指导以及资料提供!

## 2. 啰嗦的介绍 (可跳过)

评价图像处理结果是图像处理非常重要的一环, 因此我认为有必要弄清楚评价所采用的数学模型的公式来源。由于本人没有学习过数字图像处理和相关的课程, 因此没有自己弄清楚该公式的来源, 网络中的博客也大多只是对该公式的实现, 对公式来源没有做理解性的说明 (感觉应该是公式太简单, 没有必要说明 QAQ)。但作为一个从来没接触过数字图像处理的小白来说, 理解性的说明还是有必要的。

## 3. 个人理解

先贴出公式:

$$PSNR = 10 \log_{10} \left( \frac{(2^n - 1)^2}{MSE} \right)$$

$$MSE = \frac{1}{H * W} \sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W (X(i, j) - Y(i, j))^2$$

这里 MSE 就不做解释了, 大多数博客都有提到, 它是均方误差, 这个不难理解。重点是最后 PSNR 的这个公式。先看对数括号内的比值。这里的  $\frac{(2^n - 1)^2}{MSE}$ , 先看  $(2^n - 1)$ , 这里对应的值表示一个图像的最大像素值, 也就是幅值。这里公式整体实际上是在求信噪比。信噪比的定义如下 (图源自百度百科)

## SNR (信噪比 SIGNAL-NOISE RATIO)

[编辑](#)[讨论](#)

 本词条由“科普中国”科学百科词条编写与应用工作项目 审核。

信噪比 (SIGNAL NOISE RATIO, SNR or S/N), 即放大器的输出信号的功率, 与同时输出的噪声功率的比值, 常常用分贝数表示。设备的信噪比越高表明它产生的杂音越少。一般来说, 信噪比越大, 说明混在信号里的噪声越小, 声音回放的音质越高, 否则相反。

简单来说就是输出信号功率与噪声功率的比值，但在该词条下的图像信噪比项，如下图所示：

## 图像信噪比

编辑

信噪比是科学与工程领域常用的参数，也是常用的评价图像质量的重要指标之一 [2]。图象的信噪比应该等于信号与噪声的功率谱之比，但通常功率谱难以计算，有一种方法可以近似估计图象信噪比，即信号与噪声的方差之比。首先计算图象所有像素的局部方差，将局部方差的最大值认为是信号方差，最小值是噪声方差，求出它们的比值，再转成dB数，最后用经验公式修正。

如果是灰度图像的话， $SNR = (\text{洁净图片中的像素点的灰度值之和}) / \text{abs}(\text{噪声图片的灰度值之和} - \text{洁净图片中的灰度值之和})$  为该图像的信噪比。

在MR图像信噪比中，平均次数增加，可以增加信噪比，但也增回扫描时间；层厚增加，可以增加信噪比，但降低了垂直分辨力；FOV增加，可以增加信噪比，但降低了空间分辨力；相位编码增加，虽降低信噪比，但增加空间分辨力，扫描时间，伪影出现的机率；频率编码增加，降低信噪比，减少磁化伪影，增加空间分辨力；还有部分采集，并行采集技术的应用等等都会有影响的TR越短，信号越差，信噪比就差，但可以减少扫描时间；带宽变窄，信噪比增加。

其中“局部方差的最大值认为是信号方差，最小值是噪声方差，求出它们的比值”描述了上面这个比值的含义。这句话的后半部分“再转成dB数”则恰好对应了对数公式的来源。分贝的计算公式如下图所示（图片来自百度百科）

### 功率类的分贝定义

分贝是国家选定的非国际单位制单位, 是我国法定计量单位中的级差单位，表示为DB，其定义为：“两个同类功率量或可与功率类比的量之比值的常用对数乘以10 等于1时的级差”。同时，在中华人民共和国法定单位的补充说明中对“可与功率类比的量”加以了说明：“通常是指电流平方、电压平方、质点速度平方、声压平方、位移平方、速度平方、加速平方、力平方、振幅平方、场强和声能密度等”。根据分贝的定义，其数值的计算可以采用如下的计算公式：

$$N_{db} = 10 \lg \frac{P_i}{P_o}$$

上述的图例均为我在得到了 草飘灵sky 指点之后，总结时查询的资料。这里我以不知道比值表示信噪比，不知道信噪比是什么以及不知道对数运算表示分贝转换的角度说一下我认为有必要列出的疑问以及 草飘灵sky 的指导。

#### 1. 为什么使用对数运算？



因为实际应用中，这个比值的变化范围可能很大，而取对数可以减小他的单位，方便表示

#### 2. 为什么在比值中要取最大值？



你想啊，要算峰值(最大信噪比)，而噪声是白噪声，即噪声功率时不变的，分母不变，又想信噪比比值最大，那就只能分子最大了，分子最大就对应最大瞬时功率



就是衡量图像重建的效果吧



如果最大信噪比都不行，那重建效果肯定不好

对于取最大值这里，结合 草飘灵sky 的回答，我个人理解的是：如果抛开名称上的“峰值”以及百度百科上的定义，我认为这里用最大值可能是为了比较明显的表现出图像处理的结果。

以上就是我对 PSNR 公式的理解，再次感谢 草飘灵sky！