



数字水印的性能评价



数字水印的性能评价

不可感知性

对载体的破坏程度



主观评价

客观评价



水印容量、可感知性、健壮性三者之间的平衡





透明性

透明性，也称不可感知性、不可见性或保真性，被用于标评价数字水印算法对载体感观质量的影响。

- ✓ 一般要求算法不显著影响载体的视听觉效果。即要求嵌入信息后，宿主数据的感观质量没有明显下降。
- ✓ 算法通常利用人类的感知系统的冗余来达到“透明”嵌入的效果。
- ✓ 人类视觉系统(Human Visual System , HVS)存在冗余。图像等数字水印和隐写算法正是利用了HVS的这一特点设计的。
- ✓ 图像视觉质量的下降程度与算法在其中嵌入的数据量成正比关系，算法嵌入的数据量大，图像视觉质量下降程度就大。

对水印算法性能的完整评价，不仅包括稳健性，还包括透明性等其他指标。



水印算法透明性评价方法

主观评价

客观评价



主观评价

- ✓ 由人来评价算法引入的图像质量的下降。
- ✓ 最常用的方法：平均意见分(Mean Opinion Score, MOS)。
MOS评价过程：组织人员参与评测，提供图像质量评分等级及其对应的描述，要求参评者独立地观测图像并根据描述给出评分，平均所有参评者打分所得即为图像的MOS分。



ITU-R Rec.500图像质量度量

等级级别	损 害	质 量
5	不可察觉	优
4	可察觉, 不让人厌烦	良
3	轻微地让人厌烦	中
2	让人厌烦	差
1	非常让人厌烦	极差



主观评价的优缺点

优点:

主观评价直接反映了人对图像质量的感受，准确性是其优点，适用评估成熟、稳定的水印算法。

缺点:

- ✓ 结果具有主观性，各次主观评价的差异可能较大。
- ✓ 为了降低评价结果的随机性，提高可信度，评价时需要大量的参评人员参与评价，单次评价过程开销大。



客观评价

- ✓ 通常以图像某类属性的“误差”度量原图和水印图的差异，以此作为图像质量的评价。
- ✓ 常用的图像客观评价指标：差分失真度量、相关性失真度量等。



客观失真度量

差分失真度量	
平均绝对差分	$AD = \frac{1}{XY} \sum_{x,y} p_{x,y} - \tilde{p}_{x,y} $
均方误差	$MSE = \frac{1}{XY} \sum_{x,y} (p_{x,y} - \tilde{p}_{x,y})^2$
L^p - 范数	$L^p = \left(\frac{1}{XY} \sum_{x,y} p_{x,y} - \tilde{p}_{x,y} ^p \right)^{1/p}$
拉普拉斯均方误差	$LMSE = \sum_{x,y} (\nabla^2 p_{x,y} - \nabla^2 \tilde{p}_{x,y})^2 / \sum_{x,y} (\nabla^2 p_{x,y})^2$
信噪比	$SNR = \sum_{x,y} p_{x,y}^2 / \sum_{x,y} (p_{x,y} - \tilde{p}_{x,y})^2$
峰值信噪比	$PSNR = XY \max_{x,y} p_{x,y}^2 / \sum_{x,y} (p_{x,y} - \tilde{p}_{x,y})^2$



客观失真度量

相关失真度量

归一化互相关	$NC = \sum_{x,y} p_{x,y} \tilde{p}_{x,y} / \sum_{x,y} p_{x,y}^2$
相关质量	$CQ = \sum_{x,y} p_{x,y} \tilde{p}_{x,y} / \sum_{x,y} p_{x,y}$



客观失真度量

其它

全局西格马信噪比

$$GSSNR = \sum_b \sigma_b^2 / \sum_b (\sigma_b - \tilde{\sigma}_b)^2$$

其中,

$$\sigma_b = \sqrt{\frac{1}{n_{\text{块}b}} \sum p_{x,y}^2 - \left(\frac{1}{n_{\text{块}b}} \sum p_{x,y} \right)^2}$$

直方图相似性

$$HS = \sum_{c=0}^{255} |f_I(c) - f_{\tilde{I}}(c)|$$



信噪比和峰值信噪比

信噪比:

- ✓ 信噪比(Signal Noise Ratio , SNR)
- ✓ 通常以分贝(dB)来表示。

峰值信噪比:

- ✓ 峰值信噪比(Peak Signal Noise Ratio , PSNR)。
- ✓ 通常以分贝(dB)来表示。



客观指标与主观评价不总一致?

PSNR(dB)	100% PSNR(dB)
23.1805	23.5164



客观评价的优缺点

优点:

- ✓ 客观评价方法不受主观因素干扰，可重复性强。
- ✓ 客观评价过程简单。
- ✓ 不需要额外组织人员参与。

缺点:

客观指标难以准确反映主观感受。