

《基于运动信息加权的视频质量评价》

提交时间：2025 年 11 月 26 号晚 8 点前

1. 实验目的

- ✓ 理解视频质量评价（Video Quality Assessment, VQA）的基本概念；
- ✓ 掌握光流（Optical Flow）在视频分析中的应用原理；
- ✓ 了解运动信息在视觉感知中的“掩蔽效应”；
- ✓ 学习如何基于运动强度对图像质量指标（如 SSIM）进行加权。
- ✓ 为下一章的学习提供预备知识

2. 实验原理

2.1 视频质量评价的基本思想：视频质量评价通常先计算参考视频和失真视频中对应帧的加权相似度（例如，借助 SSIM 等指标）。然后，再基于每一帧在整个视频序列中所占的比重，也即人眼的视觉资源分配的差异性，通过加权的方式得出整个失真视频的质量分！

2.2 运动信息与人眼感知：人眼对不同区域的失真敏感性不同：1）在静止区域，更容易察觉模糊、压缩伪影等失真；2）在高运动区域，由于存在视觉的运动掩盖效应，因此更难察觉失真。因此，在视频质量评价中，应根据运动强度 $w(i,j)$ 对每帧的质量图 $Q(i,j)$ 加权：

$$Q_i^{motion} = \frac{\sum w(i,j) \cdot Q(i,j)}{\sum w(i,j)} \quad (E1)$$

其中 $w(i,j) = f(M(i,j))$ 表示归一化的运动幅度。此外， (i,j) 表示第 i 帧中的第 j 块。**注意：**在对每一帧进行质量评估时，由于需要借助运动估计，所以需将一个图像分成 M 个 token。

2.3 光流动估计：简单来说，光流是像素在连续两帧之间的位移矢量 (u_x, v_y) 。一般假定像素点在相邻帧之间的移动是线性、匀速的，也即 $I(x, y, t) = I(x + u_x, y + v_y, t + 1)$ 。因此，光流幅值的定义如下： $w(i,j) = \sqrt{u_x(i,j)^2 + v_y(i,j)^2}$ ，其表示图像中某一块（token）的局部运动强度。

2.4 视频整体质量指标：对整个视频片段（共 T 帧）取加权平均：

$$Q_{video} = \frac{\sum_{i=1}^T w(i) Q_i^{motion}}{\sum_{i=1}^T w(i)} \quad (E2)$$

其中 $w(i)$ 表示每一帧的权重， $w(i) = \sum_{j=1}^M w(i,j)$ 。

3. 实验内容

3.1 准备数据：

- ✓ 例如，使用 MATLAB 等编程工具的自带视频 ori.avi 作为参考视频。
- ✓ 对其进行高斯模糊生成失真视频 blur.avi。

3.2 计算光流：

- ✓ 例如，使用 MATLAB 的 opticalFlowFarneback 计算连续帧间的光流；
- ✓ 通过 $\sqrt{u_x^2 + v_y^2}$ 得到 token 运动强度。

3.3 评价指标计算，如 SSIM

3.4 每一帧的加权质量计算：

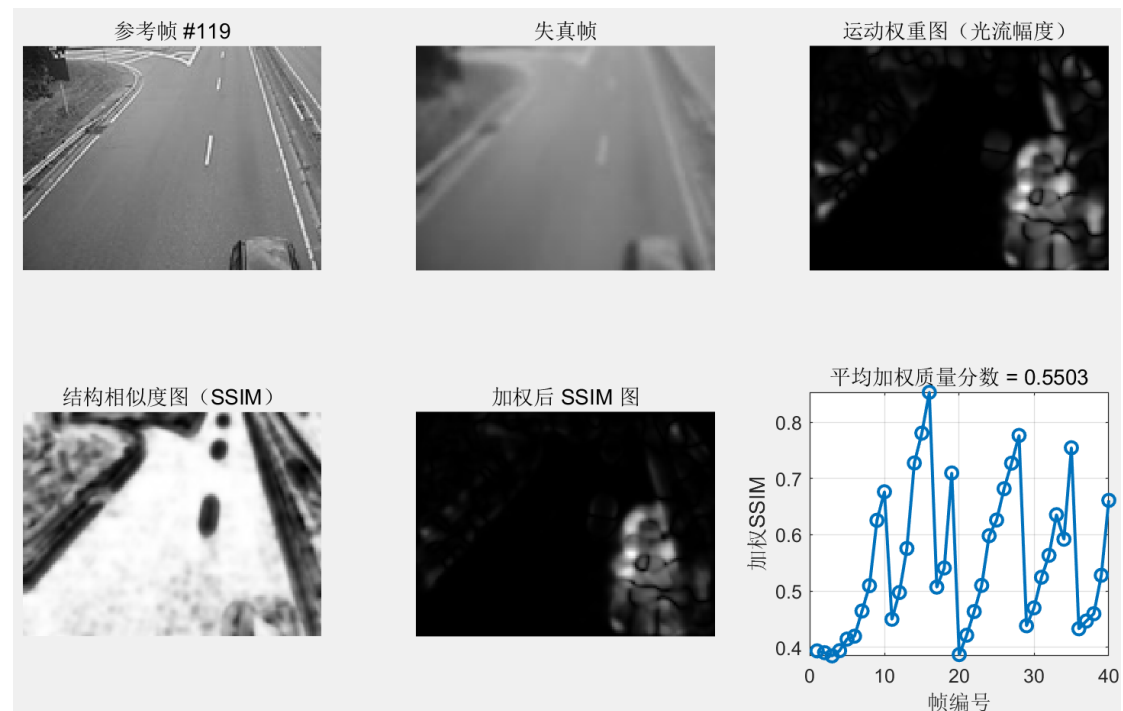
- ✓ 请见公式 E1。此外，绘制 Q_i^{motion} 随着时间（帧）的变化曲线。

3.5 整个视频的加权质量计算

- ✓ 请见公式 E2。

3.6 可视化（如下方示意图）：

- ✓ 显示参考帧、失真帧、光流幅度图、SSIM 图及加权后结果；
- ✓ 实时绘制逐帧质量变化曲线。



4. 实验结果分析

4.1 输出内容：

- ✓ 每帧的加权 SSIM 值（其他指标同样可以）；
- ✓ 视频整体质量得分；
- ✓ 质量随帧数变化的曲线；
- ✓ 运动权重图与 SSIM 图的可视化结果。

4.2 现象分析：

- ✓ 运动区域的加权 SSIM 较高，失真影响较小；
- ✓ 静止区域的加权 SSIM 较低，更敏感；
- ✓ 说明“运动掩蔽效应”在客观评价中是合理的。

5. 实验延拓思考

- ✓ 若不涉及运动信息加权（即权重 $w = 1$ ），结果会如何变化？
- ✓ 如果视频中的静止镜头较多，继续采用运动加权是否合理？