

Análise de Qualidade de Vídeo - Conclusões

Nome do Teste: teste2

Data: 2026-01-01 19:27:56

Análise Detalhada da Qualidade de Vídeo (Teste `teste2`)

Este documento apresenta uma análise detalhada dos resultados de um teste subjetivo de qualidade de vídeo (`teste2`), realizado em 2026-01-01. O teste avaliou a qualidade de diferentes vídeos utilizando métricas subjetivas (MOS - Mean Opinion Score) e objetivas (PSNR e SSIM), além de explorar as correlações e modelos de regressão entre elas.

1. Análise Geral dos Resultados

O teste cobriu uma gama variada de qualidades de vídeo, desde uma pontuação MOS de 1.0 (qualidade muito baixa) até 10.0 (qualidade excelente), indicando que os vídeos testados representam um espectro completo de experiência do usuário. As métricas objetivas (PSNR e SSIM) exibem uma tendência clara de aumento conforme a MOS também aumenta, sugerindo uma boa correlação geral.

Observações Chave:

- Impacto da Taxa de Bits (Bitrate):** Em geral, tanto para H.264 quanto para H.265, um aumento na taxa de bits (kbps) resulta em uma melhora significativa na qualidade percebida (MOS) e nas métricas objetivas.
- O vídeo `H265_8000kbps.mp4`` atingiu a pontuação máxima de MOS (10.0), juntamente com os maiores valores de PSNR (40.00 dB) e SSIM (0.966), demonstrando uma qualidade excelente.
- `H264_500kbps.mp4`` obteve a pontuação mais baixa de MOS (1.0), com os menores PSNR (22.67 dB) e SSIM (0.748), indicando qualidade inaceitável.
- Comparação de Codecs (H.264 vs. H.265):**
- Em baixas taxas de bits (500-1000 kbps):** O codec H.265 demonstra uma superioridade notável sobre o H.264.

- `H265_500kbps.mp4` (MOS 3.0) é significativamente melhor que `H264_500kbps.mp4` (MOS 1.0).
- `H265_1000kbps.mp4` (MOS 8.0) é drasticamente superior a `H264_1000kbps.mp4` (MOS 2.0).
- Isso reforça a eficiência do H.265 em entregar maior qualidade percebida em bitrates mais restritos.
- **Em taxas de bits intermediárias a altas (2000-8000 kbps):** A diferença de desempenho entre os codecs diminui, mas o H.265 ainda mantém uma pequena vantagem na maioria dos casos.
- `H265_2000kbps.mp4` (MOS 8.0) vs `H264_2000kbps.mp4` (MOS 7.0).
- `H265_4000kbps.mp4` (MOS 8.0) vs `H264_4000kbps.mp4` (MOS 7.0).
- `H265_8000kbps.mp4` (MOS 10.0) vs `H264_8000kbps.mp4` (MOS 9.0).
- A capacidade do H.265 de alcançar uma qualidade "excelente" (MOS 8.0-10.0) com taxas de bits menores do que o H.264 é claramente evidenciada.

2. Interpretação das Correlações entre Métricas Objetivas e Subjetivas

As correlações entre as métricas objetivas (PSNR, SSIM) e a métrica subjetiva (MOS) são extremamente altas, indicando que ambas as métricas objetivas são excelentes preditores da qualidade de vídeo percebida.

- **PSNR (Pearson: 0.948, Spearman: 0.954):** O coeficiente de Pearson muito próximo de 1.0 indica uma relação linear positiva muito forte entre PSNR e MOS. O coeficiente de Spearman, também muito alto, confirma que a relação é consistentemente monotônica, ou seja, à medida que o PSNR aumenta, o MOS também aumenta de forma consistente.
- **SSIM (Pearson: 0.949, Spearman: 0.954):** Similar ao PSNR, o SSIM mostra uma correlação linear positiva igualmente forte com o MOS (Pearson 0.949), e uma correlação monotônica muito forte (Spearman 0.954).

Conclusão das Correlações: Ambas as métricas objetivas, PSNR e SSIM, demonstram uma capacidade excepcional de espelhar a percepção humana de qualidade de vídeo neste conjunto de dados. A pequena diferença numérica entre os coeficientes de Pearson e Spearman para cada métrica sugere que a relação, embora forte, pode ter elementos ligeiramente não lineares, o que é comum em percepção humana.

3. Avaliação da Qualidade dos Modelos de Regressão

Os modelos de regressão buscam prever o MOS com base nas métricas objetivas. A métrica chave para avaliar a qualidade desses modelos é o R^2 (Coeficiente de Determinação), que

indica a proporção da variância na MOS que pode ser explicada pela métrica objetiva.

- **PSNR → MOS:**

- **Linear:** $MOS = 0.510 \times PSNR + -10.528$. O **R² Linear de 0.899** é muito alto. Isso significa que aproximadamente 89.9% da variabilidade na pontuação MOS pode ser explicada por uma relação linear com o PSNR. Este é um modelo linear de previsão muito robusto.

- **Polinomial (grau 2):** $MOS = -0.014 \times PSNR^2 + 1.373 \times PSNR + -23.765$. Embora o R² para o modelo polinomial não tenha sido fornecido, a inclusão deste modelo e a observação do gráfico "PSNR vs MOS" sugerem que uma curvatura, especialmente nas extremidades (muito baixa ou muito alta qualidade), pode ser melhor capturada por uma relação não linear. O coeficiente negativo para o termo PSNR² indica uma forma parabólica côncava para baixo, sugerindo que a sensibilidade ao PSNR pode diminuir em valores muito altos ou baixos.

- **SSIM → MOS:**

- **Linear:** $MOS = 42.326 \times SSIM + -31.924$. O **R² Linear de 0.900** é também muito alto, e marginalmente superior ao do PSNR. Isso significa que aproximadamente 90.0% da variabilidade na pontuação MOS pode ser explicada por uma relação linear com o SSIM. Este é um modelo linear de previsão altamente eficaz.

- **Polinomial (grau 2):** $MOS = 127.925 \times SSIM^2 + -178.835 \times SSIM + 62.906$. Similar ao PSNR, o modelo polinomial sugere que a relação pode não ser perfeitamente linear em todo o espectro de SSIM. A forma do modelo polinomial (coeficiente positivo para SSIM²) indica uma curvatura que poderia capturar efeitos de saturação ou não-linearidade na percepção de qualidade com base no SSIM, o que é visualmente suportado pelo gráfico "SSIM vs MOS".

Avaliação Geral dos Modelos: Ambos os modelos lineares (PSNR->MOS e SSIM->MOS) são de excelente qualidade, com R² muito próximos de 0.9. Isso indica que as métricas objetivas são altamente eficazes na predição da qualidade subjetiva. A pequena diferença nos R² e a presença de modelos polinomiais sugerem que a percepção de qualidade não é estritamente linear e pode ser melhor modelada com funções de ordem superior, especialmente para representar o comportamento em extremos de qualidade.

4. Conclusões sobre Que Métricas Objetivas Melhor Preveem a Qualidade Percebida

Com base na análise dos dados fornecidos:

- **Ambas as métricas, PSNR e SSIM, são preditores extremamente fortes e confiáveis da qualidade de vídeo percebida (MOS) neste conjunto de dados.** Seus altos coeficientes de correlação (Pearson e Spearman acima de 0.94) e R² lineares (acima de 0.89) atestam sua robustez.

- **O SSIM demonstra uma ligeira vantagem marginal na previsão da qualidade percebida.** Seu coeficiente de correlação de Pearson (0.949) e R² linear (0.900) são minimamente mais altos que os do PSNR (0.948 e 0.899, respectivamente). Embora a diferença seja pequena,

essa vantagem pode ser significativa em cenários onde a precisão de previsão é crítica. A natureza do SSIM, que tenta modelar mais de perto o sistema visual humano (considerando luminância, contraste e estrutura), pode explicar essa ligeira superioridade em relação ao PSNR, que é uma métrica de erro pixel a pixel mais simples.

- **Apesar da forte linearidade, os modelos polinomiais e os gráficos sugerem que a relação entre as métricas objetivas e o MOS não é puramente linear em todo o espectro.**

Em faixas de qualidade muito baixas ou muito altas, a percepção humana pode ter uma sensibilidade diferente às mudanças nas métricas objetivas. Para a predição mais precisa em todas as faixas de qualidade, um modelo polinomial de grau 2 ou superior poderia oferecer um ajuste ainda melhor, embora os R^2 específicos para esses modelos não tenham sido fornecidos.

Em resumo, **SSIM emerge como o preditor ligeiramente superior da qualidade percebida neste teste**, embora o PSNR também seja um preditor altamente eficaz. Para aplicações práticas, ambas as métricas podem ser usadas com grande confiança para estimar a MOS, mas o SSIM oferece uma representação um pouco mais alinhada com a percepção humana.