

Avaliação da Qualidade usando PW-SSIM para Vídeos UHD Codificados pelo HEVC e H.264

Geoffly de Lima Adonias, Jean Felipe Fonseca de Oliveira,
Carlos Danilo Miranda Regis e Marcelo Sampaio de Alencar

Resumo—Devido ao aumento das transmissões de vídeo, um novo padrão de codificação de vídeo, denominado de *High Efficiency Video Coding* (HEVC), foi lançado. Sua principal característica é a de permitir um melhor desempenho de compressão para uma qualidade de vídeo superior. A PW-SSIM incorpora a complexidade da informação espacial à SSIM, fornecendo uma maior sensibilidade a diversas distorções perceptíveis. Este artigo compara e avalia o desempenho dos modelos de referência do H.264 e do HEVC usando a métrica PW-SSIM e discute a eficiência do HEVC para taxas superiores a 10 Mbps para vídeos UHD.

Palavras-Chave—HEVC, H.264, PW-SSIM, Codificação de Vídeo.

Abstract—Due to the increase in video streams, a new video coding standard, called High Efficiency Video Coding (HEVC), was released. Its main feature is to improve compression performance for a higher video quality. The PW-SSIM incorporates the complexity of spatial information to the SSIM providing a greater sensitivity to several perceptible distortions. This paper compares and evaluates the performance of the H.264 and HEVC reference models implementation using the PW-SSIM metric and discusses the efficiency of the HEVC for bit-rates greater than 10 Mbps for UHD videos.

Keywords—HEVC, H.264, PW-SSIM, Video Coding.

I. INTRODUÇÃO

Os recursos de exibição de uma vasta gama de produtos eletrônicos, que vão desde televisores até dispositivos móveis, têm melhorado significativamente nos últimos anos. Com a adoção de dispositivos com telas de ultra alta definição (UHD – *Ultra High Definition*) que exibem até 7680×4320 pixels [1], os operadores de redes enfrentarão novos desafios na prestação de serviços com largura de banda suficiente para satisfazer a demanda dos consumidores.

Estes novos desafios são (parcialmente) cumpridos com a implementação do novo padrão de codificação de vídeo, o *High Efficiency Video Coding* (H.265/HEVC), que tem por objetivo a redução da taxa de transmissão de *bits* em até 50% mantendo-se um nível equivalente de qualidade visual perceptível em comparação com o atual padrão mais utilizado, o *Advanced Video Coding* (H.264/AVC).

Geoffly de Lima Adonias e Carlos Danilo Miranda Regis, Departamento de Engenharia Elétrica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, João Pessoa-PB, Brasil, E-mails: geoffly.adonias@academico.ifpb.edu.br, danilo.regis@ifpb.edu.br. Jean Felipe Fonseca de Oliveira, TPV Technology Limited, Jundiaí-SP, Brasil, E-mail: jean.oliveira@tpv-tech.com. Marcelo Sampaio de Alencar, Instituto de Estudos Avançados em Comunicações, Campina Grande-PB, E-mail: malencar@iecom.org.br.

O HEVC é um projeto conjunto das organizações de padronização ITU-T *Video Coding Experts Group* (VCEG) e ISO/IEC *Moving Picture Experts Group* (MPEG) [2]. Ele foi desenvolvido para focar em duas exigências específicas: codificação de elevadas resoluções e no uso de arquiteturas de processamento paralelo [3].

Já foi mostrado que, de forma a ponderar as regiões visualmente mais importantes, a Informação Espacial (SI) perceptiva incorporada ao Índice de Semelhança Estrutural (SSIM), levando ao modelo denominado *Structural Similarity Index with Perceptual Weighting* (PW-SSIM), conduziu a uma melhoria na avaliação de qualidade dos vídeos codificados com H.264 e MPEG-2 com ganhos de cerca de 21% em comparação com o padrão da métrica SSIM [4].

O objetivo deste trabalho é avaliar de forma comparativa a eficiência dos codificadores H.264 e HEVC utilizando a métrica PW-SSIM para vídeos *Ultra High Definition* (UHD) com resolução de 3840×2160 pixels para taxas entre 2,5 e 5,0 Mbps e entre 10 e 40 Mbps.

II. VISÃO GERAL DO H.264 E HEVC

A. Advanced Video Coding (H.264/AVC)

O H.264 foi o segundo padrão de codificação de vídeo desenvolvido em conjunto pela ITU-T VCEG e pela ISO/IEC MPEG. Neste padrão, ainda aplica-se o conceito de blocos de imagens de 16×16 , introduzido em codificadores anteriores ao H.264 [5].

O H.264 adiciona o conceito de predição intra-quadro, enquanto em padrões anteriores é aplicado apenas um processo baseado na Transformada Discreta do Cosseno (DCT) [5].

B. High Efficiency Video Coding (H.265/HEVC)

No HEVC, a imagem é particionada em *Coding Tree Blocks* (CTBs). O tamanho desses CTBs podem ser escolhidos pelo codificador de acordo com suas características arquiteturais e as necessidades da aplicação [4], [5].

A codificação dos parâmetros de movimento têm sido substancialmente melhorada em comparação com os padrões anteriores. O HEVC suporta o chamado modo *merge*, em que nenhum parâmetro de movimento é codificado [5].

III. A MÉTRICA PW-SSIM

Modelos como os mapas de saliência, regiões de interesse e foco visual, que utilizam métodos de atenção visual em métricas de qualidade de imagem têm sido propostos. Esses

modelos usam a ponderação para avaliar a qualidade da imagem, dando mais importância às regiões visualmente mais importantes [6].

Baseado nessa consideração, o valor do SI foi incorporado ao SSIM, levando ao modelo denominado Índice de Semelhança Estrutural com Ponderação Perceptual (PW-SSIM – *Structural Similarity Index with Perceptual Weighting*),

$$PW-SSIM(f, h) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \frac{\sum_{i=1}^B SSIM_i(f_n, h_n) \cdot SI_{in}}{\sum_{i=1}^B SI_{in}}, \quad (1)$$

em que N é o número de quadros, B é a distância do objeto, f é a representação de um vídeo 2D e h é a representação de um vídeo degradado em 2D. O SI é calculado apenas para o vídeo original, considerando que este é o melhor valor, desta forma, sendo o melhor valor para ponderação [6].

IV. RESULTADOS

As simulações foram realizadas utilizando os modelos de referência do H.264 e do HEVC que foram configurados para duas faixas de taxas de *bits*. Para a faixa inferior que vai de 2,5 a 5,0 Mbps, foram selecionados três vídeos e os modelos foram configurados para uma resolução de 3840×2160 pixels e 50 quadros e, para a faixa superior que varia de 10 a 40 Mbps, foram selecionados sete vídeos e os modelos foram configurados para a mesma resolução, porém, com 100 quadros.

O Parâmetro de Quantização (QP) é configurado automaticamente pelos modelos de referência durante a codificação para que seja atingido, o mais próximo possível, o valor da taxa de *bits* que é inserido manualmente.

Todos os vídeos possuem valores distintos de informação espacial (SI) e temporal (TI) entre si, caracterizando, de modo geral, que vídeos com maiores valores de SI e TI resultam em melhores resultados da PW-SSIM para ambos os codificadores.

Na Fig. 1, podemos verificar que para baixas taxas de *bits*, o H.264 pode apresentar um comportamento superior ao HEVC. A Fig. 2, por sua vez, revela a eficiência do HEVC em taxas de *bits* superiores em comparação com o H.264. Nota-se que um vídeo codificado com HEVC a 20 Mbps pode apresentar melhor qualidade do que um vídeo codificado a 40 Mbps.

V. CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados nas Fig. 1 e 2, constatamos que para baixas taxas o HEVC introduz artefatos de codificação relevantes que reduzem a qualidade medida pelo HEVC, porém, esses artefatos diminuem rapidamente com o aumento da taxa de *bits*.

A qualidade medida pela PW-SSIM do HEVC ultrapassa a do H.264 quando a taxa se aproxima de 10 Mbps, enquanto que o HEVC pode apresentar um desempenho ou inferior ao seu antecessor, o H.264, quando simulado a taxas mais baixas.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao IFPB, ao IECOM e a TPV-Tech pelo apoio e suporte a este trabalho.

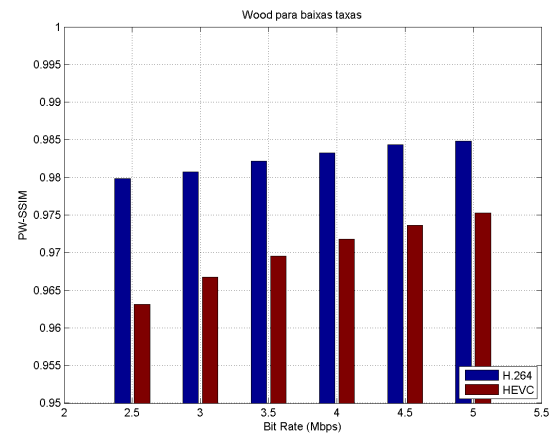


Fig. 1. Faixa inferior de taxa de *bits* para o H.264 e HEVC.

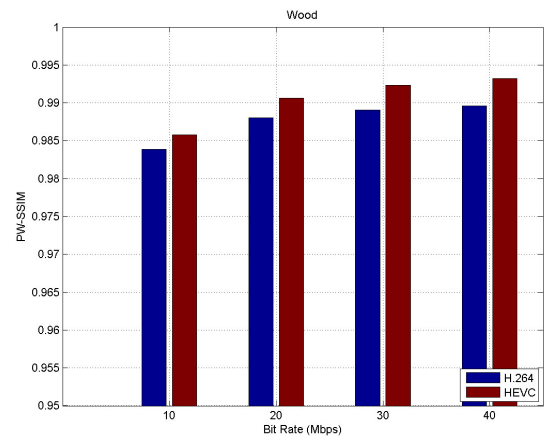


Fig. 2. Faixa superior de taxa de *bits* para o H.264 e HEVC.

REFERÊNCIAS

- [1] J. Nightingale, Q. Wang, and C. Grecos, "HEVStream: a framework for streaming and evaluation of high efficiency video coding (HEVC) content in loss-prone networks," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 58, no. 2, pp. 404–412, May 2012.
- [2] G. J. Sullivan, J. R. Ohm, W. J. Han, and T. Wiegand, "Overview of the High Efficiency Video Coding (HEVC) Standard," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 22, no. 12, pp. 1649–1668, Dec 2012.
- [3] J. Vanne, M. Viitanen, T. D. Hamalainen, and A. Hallapuro, "Comparative Rate-Distortion-Complexity Analysis of HEVC and AVC Video Codecs," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 22, no. 12, pp. 1885–1898, Dec 2012.
- [4] J. F. F. de Oliveira, C. D. M. Regis, and M. S. de Alencar, "Performance Evaluation of the PWSSIM Metric for HEVC and H.264," *International Conference on Communications, Management and Information Technology*, vol. 65, pp. 115–124, 2015.
- [5] J. R. Ohm, G. J. Sullivan, H. Schwarz, T. K. Tan, and T. Wiegand, "Comparison of the Coding Efficiency of Video Coding Standards – Including High Efficiency Video Coding (HEVC)," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 22, no. 12, pp. 1669–1684, Dec 2012.
- [6] C. D. de Miranda Regis, I. de Pontes Oliveira, J. V. de Miranda Cardoso, and M. S. de Alencar, "Design of Objective Video Quality Metrics Using Spatial and Temporal Informations," *IEEE Latin America Transactions*, vol. 13, no. 3, pp. 790–795, March 2015.