

REDUÇÃO DE COMPLEXIDADE PARA DECISÃO DE PREDICTIONS UNITS NO TRANSRATING SEGUNDO O PADRÃO HEVC

MATHEUS LINDINO; THIAGO BUBOLZ; BRUNO ZATT; GUILHERME CORREA

Universidade Federal de Pelotas – Video Technology Research Group
{mclindino, tlabubolz, zatt, gcorrea}@inf.ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O uso de dispositivos multimídia se tornou rotineiro para grande parte da população nos dias atuais. A transmissão e o armazenamento de vídeos digitais, em seu formato original, são inviáveis na esfera computacional, o que nos leva a afirmar a necessidade de elaboração de codificadores e compressores de vídeos digitais mais eficientes. Neste sentido, o *High Efficiency Video Coding* (HEVC) é um padrão de codificador sucessor do H.264/AVC, sendo considerado o estado da arte entre os padrões de codificadores de vídeos (SULLIVAN, 2012). Sua compressão é realizada explorando redundâncias temporais e espaciais, podendo assim atingir altas taxas de compressão.

Já a transcodificação de vídeo homogênea é uma técnica que permite realizar alterações nas informações do vídeo sem modificar o padrão de codificação. Essas alterações podem variar com a adição de uma marca d'água, com mudanças na resolução do vídeo ou com a diminuição da taxa de *bits* para uma compressão maior. A este último caso, dá-se o nome de *transrating*. A Figura 1 mostra como funciona o *transrating* de uma representação com alta taxa de bits (*High Bit Rate* – HBR) para baixa taxa de bits (*Low Bit Rate* – LBR), considerando o padrão HEVC.

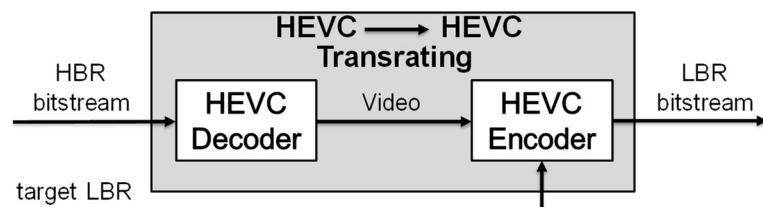


Figura 1. Transcodificador simples

Segundo estudo de CISCO (2019), o uso de serviços de *streaming* e *download* de conteúdo de vídeo ultrapassarão os 82% de uso total da banda mundial até o ano de 2022. Um exemplo disso está no alto consumo de serviços, como *YouTube* e *Netflix*. É fato notório que o *transrating* se tornou tarefa essencial, já que para atender vários usuários com diferentes bandas de internet é preciso manter diversas cópias do mesmo vídeo com diferentes taxas de *bits* no servidor. Como a operação de *transrating* requer longo tempo de processamento, ela normalmente é realizada *off-line*, guardando várias versões de *bitstream* do mesmo vídeo. Esta operação incorre em um alto consumo de memória, já que as versões que não serão acessadas frequentemente serão armazenadas, ocupando espaço na memória.

Logo, devido a sua alta complexidade, encontramos na literatura vários trabalhos que abordam e demonstram estratégias para a redução de complexidade do *transrating* HEVC, como por exemplo (BUBOLZ, 2019). Neles são apresentadas técnicas para reduzir o tempo de codificação e reduzir o consumo energético. Também podemos observar que eles procuram analisar o comportamento das *Coding Units* (CUs), evidenciando a correlação existente entre elas. Sendo assim,

com o intuito de reduzir o tempo de codificação, este trabalho pretende elaborar uma estratégia que reduza a complexidade do *transrating* segundo o padrão HEVC, explorando os diferentes modos de particionamento que o codificador utiliza para predição.

2. METODOLOGIA

2.1. ESTRUTURAS DE PARTICIONAMENTO

O HEVC introduz uma flexibilidade no particionamento de quadros do vídeo, com o objetivo de melhorar a eficiência da codificação (SULLIVAN, 2012). Nele, cada quadro é particionado primeiramente em *Coding Tree Units* (CTUs), no qual cada um possui resolução de 64x64. Após essa divisão, cada CTU pode ser particionada em múltiplas *Coding Units* (CUs), que são estruturas de *quad-trees*, variando o seu tamanho de 64x64 para 32x32, 16x16 ou 8x8. Para cada CU, o codificador deve decidir um modo de predição, tanto *intra* (espacial) quanto *inter* (temporal). Neste contexto, nota-se que existem no total 8 modos de particionamento para predição, também chamados de *Prediction Units* (PUs): 2Nx2N, Nx2N, 2NxN, NxN, 2NxN, 2NxN, 2NxN, nLx2N, nRx2N (Figura 2).

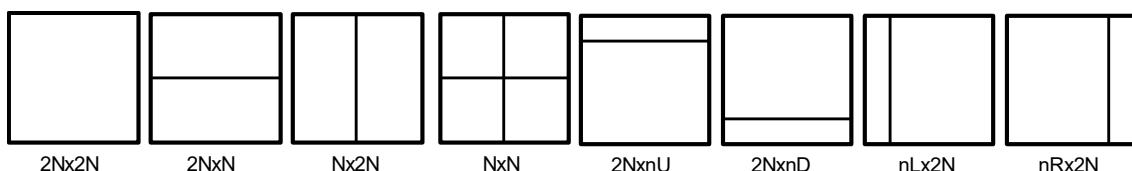


Figura 2. *Prediction Units*

2.2. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Antes do desenvolvimento da solução proposta neste trabalho, foi realizada uma análise de correlação entre os modos de particionamento escolhidos pelo codificador HEVC no *bitstream* HBR e no *bitstream* LBR. Para a análise, foram realizados testes com vídeos com a configuração *Random Access Main*. Os vídeos utilizados foram *BasketballDrive*, *KristenAndSara*, *Rollercoaster*, *SlideEditing*, *Traffic* e *TrafficFlow*. Todos os vídeos foram primeiramente codificados com um *Quantization Parameter* (QP) igual a 22. Na sequência, foram calculadas as taxas de bits para os *bitstreams* LBR como 80%, 60%, 40% e 20% da taxa original (isto é, a taxa observada na versão HBR), utilizando o software HM-16.14 para codificar cada vídeo. Com isso, foi realizada uma avaliação estatística sobre essa série de vídeos de diferentes resoluções e qualidades. Foi comparada a profundidade em que uma CU foi particionada e o modo de particionamento da PU escolhida em uma primeira codificação (*bitstream* HBR) com a profundidade e modo de particionamento da mesma CU e PU, respectivamente, recodificada nas versões LBR. Logo, verificou-se que dependendo da relação entre a CU codificada no vídeo 100% e a CU codificada nas demais taxas de bit, a PU mostra padrões diversificados (Figura 3).

A Figura 3 é um compilado de gráficos que apresentam o número médio de ocorrências de cada PU, no qual no eixo X indica qual particionamento (tipo de PU) foi escolhido para o *bitstream* HBR e o eixo Z mostra qual particionamento foi escolhido para o *bitstream* LBR na mesma posição do quadro durante a

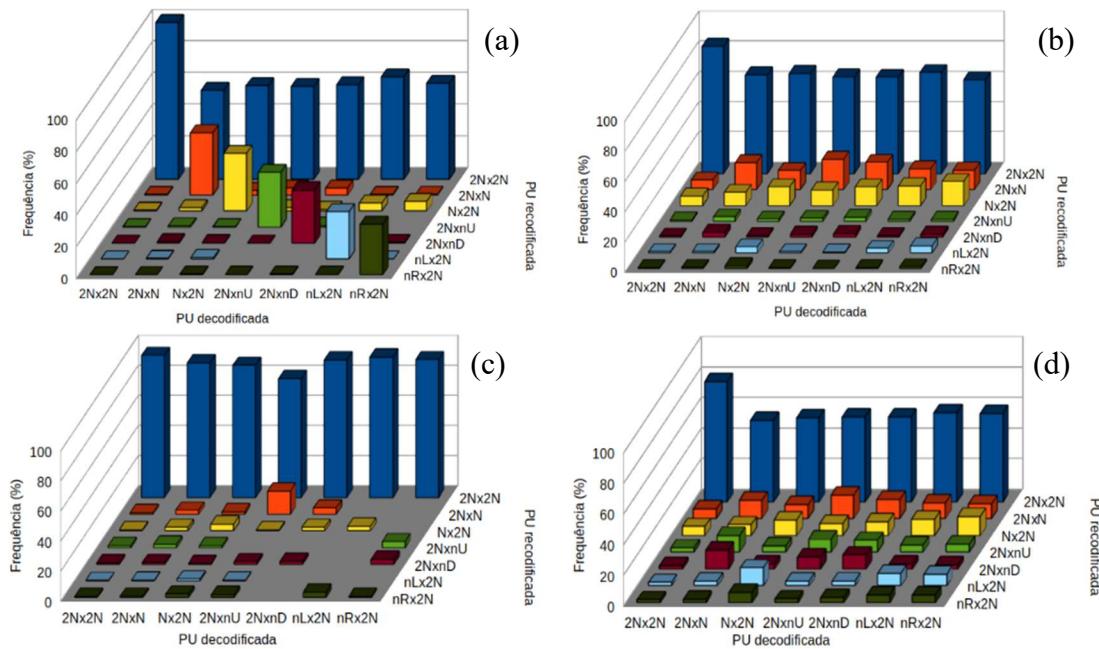


Figura 3. Gráficos de ocorrências das PUs

recodificação. A partir dos resultados obtidos na análise, foi possível generalizar as estatísticas em quatro casos distintos. O primeiro caso (Figura 3a) foi quando a profundidade da CU decodificada do vídeo 100% é igual à profundidade da CU após o *transrating*. Consegue-se observar que as PUs tendem a ser, em sua maioria, 2Nx2N ou o mesmo tamanho de PU anteriormente escolhida na codificação primária.

O segundo padrão (Figura 3b) encontrado acontece quando a profundidade da CU na primeira codificação não é 64x64 e a CU recodificada tem dimensão 64x64. Nesse caso, as PUs que mais ocorrem depois da transcodificação são 2Nx2N, 2NxN e Nx2N. Na Figura 3c, pode-se observar a organização das PUs quando a CU decodificada tem uma profundidade menor que a CU transcodificada. A maior concentração de PUs está localizada no modo de predição 2Nx2N. O quarto e último caso (Figura 3d), ocorre quando a CU decodificada tem profundidade maior que a CU recodificada. Neste caso, não se consegue perceber uma distribuição homogênea dos dados. Portanto esse foi o único caso que não foi modificada a implementação do codificador, permitindo que todos os testes sejam executados.

2.3. SOLUÇÃO PROPOSTA

A partir da análise realizada, foram feitas heurísticas para tratar e otimizar cada caso. Quando acontecer alguma das relações de CUs observadas na análise estatística da seção 2.2, o algoritmo deverá apenas testar PUs com maior frequência, cortando diversos modos de predição que o codificador poderia escolher. Por exemplo, a Figura 3a da seção anterior indica que caso o tamanho de CU atualmente em recodificação (i.e., no *bitstream* LBR) seja igual ao tamanho da CU HBR decodificada, os modos de particionamento em PU mais frequentes observados foram os modos 2Nx2N e o modo observado na decodificação da CU HBR. Assim, o algoritmo proposto pode limitar os testes a apenas estes dois modos de particionamento neste caso.

O algoritmo completo proposto pode ser observado com mais detalhes na Figura 4, no qual há quatro regras para cada caso generalizado na etapa de análise.

Algorithm 1 Algoritmo Proposto

- 1: CUd \leftarrow *Coding Unit decodificada*
- 2: CUR \leftarrow *Coding Unit recodificada*
- 3: if CUR = CUd then
- 4: Testar apenas PU 2Nx2N e PU escolhida em CUd
- 5: if CUR = 64x64 and CUd \neq 64x64 then
- 6: Testar PU 2Nx2N, Nx2N e 2NxN
- 7: if CUR < CUd then
- 8: Testar apenas PU 2Nx2N
- 9: if CUR > CUd then
- 10: Testar todos os modos de predição

Figura 4. Algoritmo proposto

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao modificar o codificador HEVC para acelerar o processo de *transrating*, foram realizados testes com 14 vídeos diferentes daqueles que foram usados na análise. Estes testes tiveram o intuito de visualizar se esse algoritmo conseguiria generalizar em diferentes cenários. Após codificá-los, foi calculado os valores de BD-rate e BD-PSNR, que indicam a eficiência de codificação em termos de taxa de bits e qualidade da imagem, e do tempo de codificação. A Tabela 1 mostra os resultados médios obtidos para cada resolução de vídeo e a média geral. Todos os testes foram realizados em uma mesma máquina com as mesmas condições com o intuito de garantir confiabilidade dos resultados de tempo.

Tabela 1. Resultados experimentais obtidos.

Resolução	BD-rate (%)	BD-PSNR (dB)	Red. Tempo (%)	BD/TS
4K	1,80	-0,020	32,27	6,36
FULL HD	1,88	-0,048	34,59	5,43
HD	3,04	-0,180	32,85	9,26
480p	3,09	-0,119	39,43	7,96
Média	2,45	-0,091	34,78	7,28

4. CONCLUSÃO

A abordagem apresentada reduz o tempo de codificação dos vídeos em quase 35%, com uma perda na eficiência de codificação de 2,45%. Apesar de a perda em eficiência de codificação ser superior à atingida por (BUBOLZ, 2018), os resultados de redução de tempo são complementares, visto que ambas as técnicas podem ser empregadas ao mesmo tempo. Em trabalhos futuros pretende-se refinar a análise para buscar outras abordagens que levem a menores perdas de eficiência de codificação, com redução similar de tempo.

5. REFERÊNCIAS

- SULLIVAN, Gary J. et al. Overview of the high efficiency video coding (HEVC) standard. **IEEE Transactions on circuits and systems for video technology**, v. 22, n. 12, p. 1649-1668, 2012.
- BUBOLZ, Thiago et al. Fast and energy-efficient hevc transrating based on frame partitioning inheritance. In: 2018 IEEE 9th Latin American Symposium on Circuits & Systems (LASCAS). IEEE, 2018. p. 1-4.
- Cisco Intersight. **Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017–2022**. Cisco Website, 27 de fevereiro, 2019. Acessado em 03 Set. 2019. Online. Disponível em: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white-paper-c11-741490.html>.