

ANÁLISE DO IMPACTO DOS DIFERENTES MODOS DE CODIFICAÇÃO NO DECODIFICADOR DE VÍDEOS DIGITAIS HEVC

DOUGLAS CORRÊA; DANIEL PALOMINO; BRUNO ZATT

Universidade Federal de Pelotas – Grupo de Arquiteturas e Circuitos Integrados
{dscorrea, dpalomino, zatt}@inf.ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A demanda por vídeos digitais cresce a cada dia. Um dos principais motivos para isso é a crescente popularização de dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets*, que facilitam a disseminação desse tipo de material. Além disso, serviços de *streaming online* como o *Netflix* e *YouTube* tornam o consumo de vídeos digitais uma parte rotineira no cotidiano de grande parte das pessoas. Em (CISCO, 2015) estima-se que até 2019 o tráfego total de dados de toda a internet crescerá dez vezes e que cerca de 80% de todo esse tráfego será somente de vídeos digitais.

Devido a essa grande disseminação e popularização, busca-se sempre melhor qualidade, maior resolução e menor espaço de armazenamento para vídeos digitais. Frente a isso, o novo padrão de codificação de vídeo, o *High Efficiency Video Coding* (HEVC) (JCT-VC, 2013), foi lançado em 2013, buscando substituir o seu antecessor, o H.264/AVC. O HEVC atinge um ganho de aproximadamente 50% na compressão de vídeos em relação ao seu antecessor (OHM, 2012). Em contrapartida, dependendo da configuração utilizada no codificador HEVC, o aumento na complexidade computacional em relação ao seu antecessor pode ser de 10% a 500% (CORRÊA, 2012).

Já no processo de decodificação, o HEVC apresenta um aumento de 61% a 87% na complexidade computacional (VIITANEN, 2012), dependendo da configuração utilizada, em relação ao seu antecessor H.264/AVC. Caso utilizemos como exemplo os serviços de *streaming online* já citados anteriormente, pode-se inferir que a quantidade de vezes em que um vídeo é codificado é muito inferior ao número de vezes que é decodificado, pois a decodificação acontece sempre que um usuário utiliza o serviço. Pensando na existência de muitos serviços além dos citados e no enorme crescimento no tráfego de vídeos digitais nos próximos anos, o aumento na complexidade da decodificação pode se tornar um problema grave em dispositivos móveis, devido a disponibilidade limitada de energia, e na transmissão, devido a limitação de largura de banda. Contudo, a decodificação é um nicho ainda pouco explorado no meio acadêmico.

Então algumas questões foram levantadas para o início da investigação apresentada neste resumo. Por exemplo, qual o impacto dos diferentes modos de particionamento das *Coding Units* (CUs) e seus modos de codificação? Há o que ser melhorado no decodificador do HEVC para reduzir a complexidade computacional ou consumo de energia?

Essas foram as questões motivadoras para a análise apresentada neste resumo, que possui como objetivo realizar um estudo acerca do decodificador do HEVC, focando, primeiramente, no impacto dos modos de codificação no momento da decodificação das CUs. A metodologia utilizada para fazer a análise é apresentada na seção 2, enquanto os resultados da análise são apresentados na seção 3. A seção 4 apresenta as conclusões obtidas com base na análise dos resultados.

2. METODOLOGIA

A pesquisa baseou-se em todos os tamanhos de CUs (64x64, 32x32, 16x16 e 8x8) e seus respectivos modos de codificação (*skip*, *no-skip*, *merge*). A possibilidade das múltiplas opções para codificar as CUs é que regiões mais homogêneas do vídeo tendem a usar blocos de tamanho maior, enquanto regiões mais detalhadas tendem a ser melhor codificadas com blocos de tamanho menor. Já os modos de codificação exploram de diferentes maneiras as redundâncias do vídeo. Os modos vão desde codificar os parâmetros de movimento até utilizar as informações de uma CU correlacionada. Porém, isso impacta no decodificador e o estudo do mesmo é apresentado nas próximas seções.

2.1. Análise do tempo de decodificação das CTUs

A primeira etapa da pesquisa consistiu em extrair e avaliar os tempos de decodificação das CTUs para todos os quadros dos vídeos utilizados. Com esses tempos, é possível verificar se existem discrepâncias significativas que podem ser exploradas em possíveis futuras otimizações no processo de decodificação.

Primeiramente, os vídeos apresentados na Tabela 1 foram codificados de acordo com as condições comuns de teste do HEVC (JCT-VC, 2013). Para cada vídeo foram codificados 40 quadros em 4 QPs (*quantization parameter*) diferentes (22, 27, 32, 37).

Tabela 1: Vídeos utilizados em todos os experimentos

Nome	Resolução
BasketballDrill	832x480
BQMall	832x480
PartyScene	832x480
RaceHorsesC	832x480
BasketballDrive	1920x1080
BQTerrace	1920x1080
Cactus	1920x1080
Kimono1	1920x1080

Após a codificação, foram feitas as modificações necessárias no *software* de referência do codificador HEVC, o HM, na versão 16.0, que é implementado na linguagem de programação C++, para os tempos de decodificação de cada CTU serem extraídos e posteriormente analisados.

Com os tempos de decodificação de cada CTU extraídos e salvos em um arquivo de texto, utilizou-se o *software MATLAB* para a criação dos mapas de calor que facilitaram na visualização das discrepâncias entre os tempos de decodificação das CTUs. Um exemplo de mapa de calor, junto ao quadro original, é apresentado na Figura 1, onde os quadrados coloridos são as CTUs. O vermelho mais escuro significa que a CTU levou mais tempo de decodificação e o azul mais escuro significa que a CTU levou menos tempo (os tempos foram normalizados quadro a quadro).

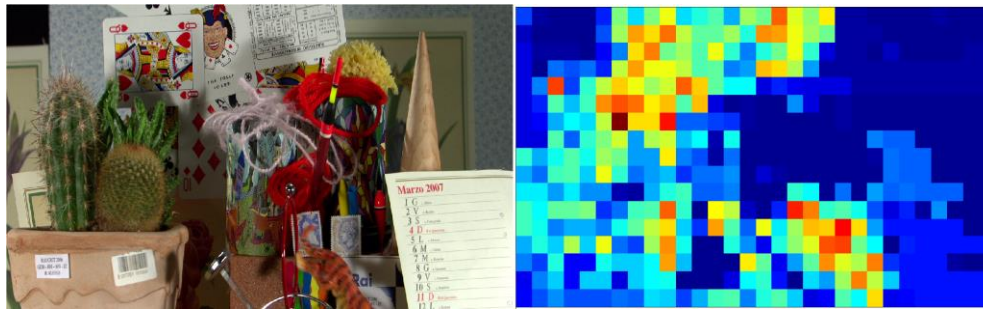


Figura 1: Mapa de calor do quadro 16 do vídeo Cactus codificado com QP 22.

Além disso, foi escrito um script na linguagem de programação Ruby para obter informações de tempo máximo e mínimo de decodificação, média e desvio padrão dentro de cada quadro.

2.2. Análise das CUs no codificador

A segunda parte do trabalho consistiu em extrair do codificador os dados de tamanho e modos de codificação para as CUs. As modificações necessárias foram feitas mais uma vez no HM 16.0 e os dados foram salvos em um arquivo com extensão CSV. Com os dados em mãos, novamente foi escrito um script na linguagem Ruby para separar os dados para cada quadro de cada vídeo da Tabela 1. Esses dados foram separados em quantidade e porcentagem de cada tamanho de CU, quantidade e porcentagem de CUs *skip*, CUs *no-skip* e de CUs *merge*. Esses dados foram úteis para comparação com os dados extraídos na última etapa deste trabalho.

2.3. Análise do impacto da codificação na decodificação

No terceiro momento da investigação apresentada, foi feita uma análise focando no impacto no processo de decodificação causado pelo diferentes tamanhos e modos de codificação das CUs. Para isso, foram feitas as modificações necessárias no decodificador do HEVC para extrair o tempo de decodificação e quantidade para cada tamanho de CU e cada modo de codificação. Outra vez, 40 quadros de todos os vídeos da Tabela 1, para 4 QPs, foram codificados com as configurações padrões do HM e, após, decodificados com o HM modificado. Para efeito de verificação, os dados extraídos do decodificador foram comparados com aqueles citados na seção 2.2.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos dados citados na seção 2.3, foi feita a estatística de tempo de decodificação para cada tamanho de CU e seus respectivos modos de codificação. Os dados foram agrupados para todos os vídeos de uma determinada resolução e o QP no qual foram codificados. Assim, as estatísticas de tempo apresentadas na Tabela 2, referem-se à parcela total de tempo gasto por um determinado tamanho de CU e modo de codificação em relação a todos os vídeos na resolução e QP indicado. Caso utilizemos como exemplo a linha referente a resolução 1080p e QP 22, foi necessário 1,64% do tempo total de decodificação de todos vídeos com resolução 1920x1080 e QP 22 somente para decodificar as CUs 64x64 *no-skip*.

Analisando a Tabela 2, onde são apresentadas as porcentagens de tempo gasto por cada tamanho de CU em cada modo, percebe-se que existem grandes

discrepâncias entre os tempos de decodificação entre as CUs. Por exemplo, caso utilizemos resolução 1080p e QP 37, enquanto as CUs 64x64 *no-skip* gastam 20,6% do tempo total de decodificação de todos os vídeos, as CUs 64x64 *skip* gastam apenas 1,12% e as CUs 64x64 *merge* menos ainda, somente 0,92%.

A partir da análise completa da Tabela 2, fica evidenciado que os diferentes modos de codificação das CUs impactam de maneiras diferentes no decodificador. Nota-se que, independentemente do tamanho da CU, o modo *no-skip* é sempre mais custoso que o restante dos modos, enquanto o modo *skip*, em geral, é o menos custoso.

Tabela 2: Tempo de decodificação gasto por cada tamanho de CU e seus respectivos modos de codificação.

Res.	QP	SKIP				NO-SKIP				MERGE			
		64x64 (%)	32x32 (%)	16x16 (%)	8x8 (%)	64x64 (%)	32x32 (%)	16x16 (%)	8x8 (%)	64x64 (%)	32x32 (%)	16x16 (%)	8x8 (%)
1080p	22	0,22	0,87	3,34	3,07	1,64	10,8	22,7	21,8	0,35	5,37	16,5	13,2
	27	1,18	2,24	5,03	4,26	5,07	15,8	17,1	16,6	0,90	8,41	13,6	9,82
	32	1,56	3,77	5,58	4,02	11,1	18,0	13,1	12,8	2,08	10,3	10,9	6,68
	37	1,12	5,11	5,51	3,24	20,6	18,4	10,8	9,78	0,92	11,1	8,92	4,44
480p	22	0,05	0,41	2,61	4,86	0,64	3,98	18,6	37,7	0,06	1,47	11,2	18,4
	27	0,12	0,91	4,36	7,41	1,28	4,95	16,1	33,7	0,16	2,42	10,8	17,9
	32	0,26	1,90	6,12	7,68	2,45	7,31	15,4	28,2	0,16	3,59	11,7	15,2
	37	0,25	3,66	7,42	6,20	5,21	10,0	15,4	22,7	0,02	6,03	12,2	10,9

4. CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou uma análise do impacto dos modos de codificação no decodificador do HEVC. A partir dela, foi possível concluir que existem modos de codificação que são mais ou menos complexos para o decodificador. Assim, pode-se propor no futuro alguma solução no codificador que realize a codificação focando em reduzir o impacto na decodificação, pois, como citado anteriormente, a quantidade de decodificações de um determinado vídeo é muito maior que a quantidade de codificações do mesmo. Além disso, pode-se propor soluções para redução de consumo energético no decodificador ou ainda futuras análises para verificar qual ponto da decodificação é o mais custoso.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CISCO. *The Zettabyte Era: Trends and Analysis*. Disponível em: http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/VNI_Hyperconnectivity_WP.pdf.
- JCT-VC. High Efficiency Video Coding text specification draft 10, doc. JCTVC-L1003, Genebra, Suíça, 2013.
- OHM et al. Comparison of the Coding Efficiency of Video Coding Standards – Including High Efficiency Video Coding (HEVC). **IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology**, v. 22, n. 12, p. 1669-1684, 2012.
- CORRÊA, G.; et al. Performance and Computational Complexity Assessment of High Efficiency Video Encoders. **IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology**, v. 22, n. 12, p. 1899-1909, 2012.
- VIITANEN, M.; et al. Complexity analysis of next-generation HEVC decoder. **2012 IEEE International Symposium on Circuits and Systems**. Seoul, Coreia do Sul, p. 882-885, 2012.
- JCT-VC. Common test conditions and software reference configurations, doc. JCTVC-L1100, Genebra, Suíça, 2013.