

ANÁLISE DE DESEMPENHO DE CODIFICADORES DO PADRÃO HEVC EM ACELERAÇÃO DE HARDWARE

HENSSLER, S. V.¹; SPENST, M.¹; CORRÊA, M, M.¹; AGOSTINI, L. V.²;

¹ Instituto Federal Sul-Rio-Grandense (IFSUL) – Bagé – RS – Brasil
sarahenssler.bg034@academico.ifsul.edu.br, marciospenst@ifsul.edu.br, marcelcorrea@ifsul.edu.br

² Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) – Pelotas – RS – Brasil
agostini@inf.ufpel.edu.br

RESUMO

O padrão de codificação High Efficiency Video Coding (HEVC) está em um momento do seu ciclo de vida onde o suporte para aceleração de hardware é maior que para os padrões de codificação mais recentes, como o Versatile Video Coding (VVC) e o AOMedia Video 1 (AV1). Este estudo consiste em uma análise de codificadores em aceleração de hardware do padrão HEVC para determinar o estado desses dispositivos, em termos de eficiência, no mercado. Os dispositivos testados foram os seguintes: um processador de propósito geral da Intel, um processador gráfico da Nvidia e um chip móvel da Qualcomm. Ainda foi incluído um software de codificação rápida, x265, utilizável mesmo quando não há aceleração de hardware. Observou-se uma baixa qualidade de compressão a respeito do codificador da Qualcomm, enquanto o codificador da Nvidia, em média, conseguiu atingir tempo real de codificação para todas as classes de vídeos. O codificador da Intel se manteve estável em relação ao impacto em Bjontegaard Delta Bitrate (BD-BR) e o x265 se mostrou melhor para vídeos de baixas resoluções.

Palavras-chave: HEVC, Codificação de vídeo, Aceleração de hardware.

1 INTRODUÇÃO

Com a crescente dependência de serviços digitais relacionados a vídeo no cotidiano, para trabalho, estudo e lazer, a codificação, para fins de compressão, desse tipo de conteúdo passa a ser algo crucial, visto a quantidade proibitiva de dados necessários para fazer sua transmissão. Para tornar a transmissão de vídeos algo viável, existem algumas ferramentas, como os *codecs* (*coder/decoder*), que podem ser implementadas tanto em software quanto em hardware. Devido a ampla

diversidade de recursos disponíveis por um formato de codificação de vídeo, os resultados obtidos na codificação por diferentes *codecs* podem variar dependendo da quantidade de recursos adotados por cada *codec*. Por exemplo, um pode levar mais ou menos tempo para codificar que outro ou gerar vídeos comprimidos com qualidade visual e tamanhos diferentes. Além disso, quando se fala de soluções rápidas de codificação, a tendência é uma perda de desempenho *codec* rápido em comparação com aqueles que implementam mais dos recursos suportados.

O padrão de codificação *High Efficiency Video Coding* (H.265/HEVC) está em um momento do seu ciclo de vida no qual o suporte para a codificação em aceleração de hardware é superior ao de outros padrões mais modernos como o *Versatile Video Coding* (VVC) (ISO/IEC, 2020) e o *AOMedia Video 1* (AV1) (P. Rivaz, J. Haugton, 2019). Sabendo disso, a proposta desse trabalho é, através de testes comparativos de desempenho e eficiência, determinar o estado dos dispositivos que utilizam o padrão HEVC, no mercado.

2 METODOLOGIA

Os testes foram realizados seguindo as Condições Comuns de Teste (CCT) (SHARMAN; SÜHRING, 2017), que são uma série de diretrizes recomendadas a pesquisadores que desejam desenvolver trabalhos que envolvam o HEVC e o software de referência do padrão, *HEVC Test Model* (HM) (JVET, 2023). Isso garante a reprodutibilidade dos experimentos. As CCT determinam um conjunto de 24 vídeos, divididos em sete classes com resoluções variadas (desde UHD 4K a 240p) e que representam uma variedade de condições de movimento, complexidade de cena e padrões de textura. Esses vídeos devem ser codificados quatro vezes, cada vez com um parâmetro de quantização (QP) diferente. O QP consiste em um valor inteiro entre 0 e 51, fornecido como parâmetro ao codificador. Os valores de QP menores são os que irão resultar em um vídeo com maior qualidade e menor compressão, já que menos informações serão descartadas pela etapa de quantização do codificador.

Primeiramente, as execuções foram feitas no software HM, através de um servidor do Grupo de Pesquisa em Tecnologias de Vídeo (ViTech) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Este servidor conta com o sistema operacional Ubuntu 20.04.6 LTS x86_64, processador Intel Xeon Silver 4314 2.9GHz (32 núcleos) e memória RAM de 32 gigabytes DDR4 3200MHz. O acesso remoto ao servidor foi feito

por *Secure Shell Protocol* (SSH) e a transferência de arquivos por *SSH File Transfer Protocol* (SFTP).

Posteriormente, foram testados: (1) um processador de propósito geral Intel Core i7-11800H (2.30GHz) de um *laptop* modelo G15 5511 da Dell, (2) um processador gráfico Nvidia GeForce RTX 4070 de um desktop e, (3) um chip móvel Qualcomm Snapdragon 8 Gen 3 de um Samsung Galaxy S24 Ultra. Além disso foi incluído na lista de experimentos o software de código aberto para codificação rápida, x265 (MulticoreWare, 2023), comumente utilizado quando não há aceleração de hardware disponível, e esse foi testado no mesmo servidor mencionado anteriormente. Levando em consideração a importância da codificação em tempo real, e o fato desses codificadores serem de uso prático, as execuções foram feitas visando o alcance do tempo real de codificação, sendo possível observar o impacto disso nos vídeos resultantes. Para isso, foram utilizados os *presets* disponíveis. Cada *preset* oferece um conjunto de algoritmos de codificação que serão executados para a compressão de determinado vídeo. Esses *presets* vão do mais lento ao mais veloz, sendo esses os que utilizam menos algoritmos de codificação, deixando um impacto negativo na qualidade do vídeo resultante. As execuções consideradas foram as de menor *preset* mas que ainda resultavam em tempo real de codificação. Caso não resultasse, se considerava a execução que tinha chegado mais perto.

Os resultados obtidos de tempo de codificação, taxa de bits e *Peak Signal-to-Noise Ratio* (PSNR), métrica usada para medir qualidade dos vídeos de saída, foram comparadas diretamente com as do software de referência. Os dados foram planilhados, utilizando uma planilha automatizada que acompanha o documento das CCT, para gerar a métrica Bjontegaard Delta Bitrate (BD-BR) (G. Bjøntegaard, 2001), que faz uma relação entre tamanho e qualidade do vídeo. Valores positivos de BD-BR indicam uma perda de qualidade final de compressão, enquanto valores negativos indicam uma melhora na qualidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

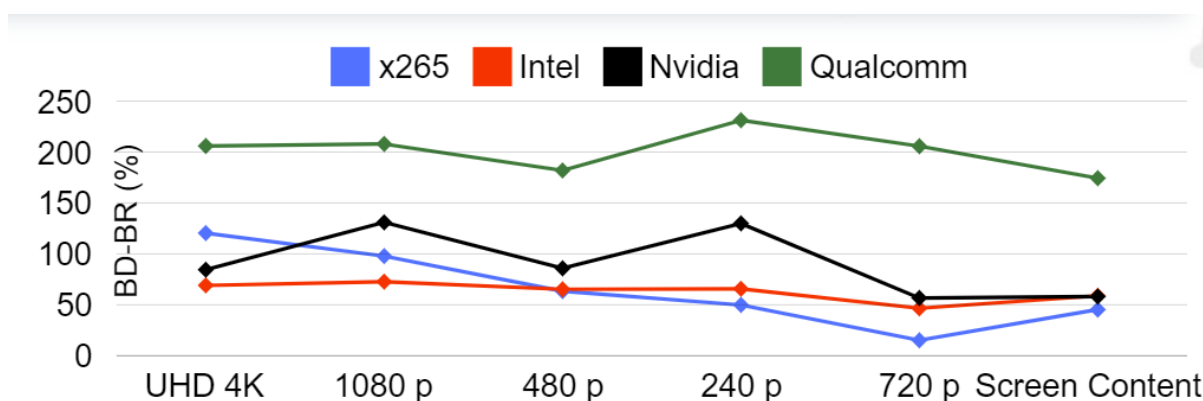
A tabela seguinte representa o tempo médio de codificação de cada uma das classes de vídeos. Interpreta-se 1,0x como o valor exato de tempo real de codificação, sendo que qualquer valor abaixo disso representa as execuções que não alcançaram tempo real.

É possível observar que os tempos de codificação do software de referência foram significativamente altos, o que já era esperado, tendo em vista que o mesmo implementa o máximo de algoritmos e ferramentas de codificação possíveis, focando em qualidade e não sendo destinado a uso prático. Também é válido notar que todos os codificadores rápidos atingiram tempo real de codificação para todas as classes a partir da B (1080p), não alcançando em todos os vídeos apenas nas classes A1 e A2 (UHD 4K). O codificador da Nvidia foi o que mostrou melhores resultados de tempo, falhando em atingir tempo real apenas para o vídeo Drums, que possui uma taxa de amostragem de 100 quadros por segundo.

Tabela 1 – Média das velocidades de codificação dos codificadores em cada classe de vídeos codificados

Classes	HM	X265	Intel	Nvidia	Qualcomm
A1, A2 (UHD 4K)	0,000333x	0,62x	0,93x	1,78x	0,85x
B (1080p)	0,001578x	1,57x	2,47x	4,27x	3,90x
C (480p)	0,005744x	1,58x	3,40x	15,27x	5,65x
D (240p)	0,013123x	1,75x	6,44x	18,13x	15,25x
E (720p)	0,008712x	1,48x	2,87x	2,45x	4,00x
F (Screen Content)	0,006295x	1,55x	4,99x	4,42x	8,54x

Figura 1. Médias de BD-BR para cada classe de vídeos codificados. Valores maiores indicam menor qualidade de compressão.



As informações mais proeminentes no gráfico acima são os valores de BD-BR do codificador da Qualcomm, mostrando uma baixa eficiência de compressão, gerando vídeos com tamanhos muito maiores. Isso se deve, provavelmente, ao fato

de ser um chip móvel dedicado em um celular, tendo limitações significativas quanto a consumo de energia e dissipação de calor. Pode-se notar também que apesar do codificador na Nvidia ter atingido tempo real em quase todas as execuções, a linha da Intel se encontra abaixo da mesma, mostrando um impacto menor em BD-BR. Por último, nota-se um desempenho melhor do x265 para codificações em baixas resoluções, pois para vídeos com menor volume de dados, é possível no x265 fazer uso de configurações com mais recursos de codificação sem perder o tempo real de codificação.

4 CONCLUSÃO

Este trabalho avaliou a eficiência de codificadores do padrão HEVC em aceleração de hardware, encontrado em dispositivos modernos, sendo incluso também um software de codificação rápida comumente utilizado na falta de aceleração de hardware.

REFERÊNCIAS

JVET. HEVC Test Model. Disponível em: <<https://vcgit.hhi.fraunhofer.de/jvet/HM>>. Acesso em: 20 set. 2024.

MulticoreWare. x265 HEVC Encoder / H.265 Video Codec. Disponível em: <<https://www.x265.org/>>. Acesso em: 20 set. 2024.

SHARMAN, K.; SÜHRING, K. JCTVC-AC1100: Common test conditions and software reference configurations. Macau, 2017. Disponível em: <<http://phenix.int-evry.fr/jct/>>. Acesso em: 20 set. 2024.

P. Rivaz, J. Haughton, "AV1 Bitstream & Decoding Process Specification," Alliance for Open Media, 2019. Disponível em: <<https://aomediacodec.github.io/av1-spec/av1-spec.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2024.

Information technology: Coded representation of immersive media -- Part 3: Versatile video coding. ISO/IEC DIS 23090-3. 2020. Acesso em: 21 set. 2024.

G. Bjøntegaard, "Calculation of average PSNR differences between RD-curves," Video Coding Experts Group (VCEG), documento VCEG- M33, Mar. 2001. Disponível em: <https://www.itu.int/wftp3/av-arch/video-site/0104_Aus/VCEG-M33.doc>. Acesso em: 21 set. 2024.