

ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA EM CPU DO CODIFICADOR x265 UTILIZANDO A FERRAMENTA RAPL

ÍTALO MACHADO; WAGNER PENNY; MARCELO PORTO; LUCIANO AGOSTINI; BRUNO ZATT

Universidade Federal de Pelotas – Grupo de Arquiteturas e Circuitos Integrados
{idmachado, wi.penny, porto, agostini, zatt}@inf.ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A codificação de vídeo é uma tarefa essencial para a manipulação de vídeos digitais, pois é necessária uma imensa quantidade de dados para representar um vídeo sem compressão alguma (AGOSTINI, 2007). O objetivo do processo de codificação é identificar e diminuir informações redundantes na representação digital de um vídeo (AGOSTINI, 2007). Um dado é considerado redundante quando não carrega novas informações para a representação de uma imagem. O padrão mais utilizado atualmente é o H.264/AVC (*Advanced Video Coding*) (SULLIVAN ,2006), porém, com as melhorias nas qualidades dos vídeos e imagens um novo padrão de codificação se fez necessário devido a demanda por maiores resoluções e desempenho. Para sanar esta necessidade, o *Joint Collaborative Team on Video Coding* (JCT-VC), criou o novo padrão *High Efficiency Video Coding* (HEVC), o qual é considerado o atual estado da arte em codificação de vídeo (ITU-T, 2013).

No padrão HEVC pode-se codificar o vídeo utilizando diversos parâmetros e configurações distintas. Estes parâmetros podem influenciar tanto no tamanho quanto na qualidade do vídeo codificado, além de poderem alterar consideravelmente o tempo necessário para codificar um vídeo. Visto que o tempo de codificação está fortemente relacionado com a quantidade de energia para codificar o vídeo, utilizar estes parâmetros de forma sensata e controlada é de crucial importância, especialmente quando a codificação ocorrer em um dispositivo móvel.

O principal objetivo deste trabalho é realizar uma análise de sensibilidade do codificador HEVC x265 (MULTICOREWARE, 2016) para selecionar os parâmetros de codificação que consomem menos energia causando pouco impacto na qualidade final da codificação. O codificador x265 será utilizado para realizar as codificações durante este trabalho pois possui propósito comercial e já é utilizado por empresas de vídeo comunicação. Estes parâmetros selecionados então podem ser utilizados futuramente como pontos de operação de um controlador de energia para este codificador. Desta forma, o controlador poderá modificar estes parâmetros de configuração para obter um equilíbrio entre eficiência de codificação e consumo energético, como na metodologia proposta por PENNY (2016).

2. METODOLOGIA

Para realizar traçar o perfil energético das ferramentas utilizadas pelo codificador x265, foram realizadas quatro simulações para cada parâmetro que é possível modificar no codificador. Desta forma é possível analisar a eficiência das principais ferramentas implementadas no x265 para os quatro QPs (*Quantization Parameters*) indicados no *Common Test Conditions* (CTCs) definidos pelo JCT-

VC e, consequentemente, ter uma análise de sensibilidade mais extensa e que possibilite uma avaliação de resultados mais precisa.

Existem diversas ferramentas que possibilitam uma estimativa do consumo de energia dos componentes de um computador. Para este trabalho a ferramenta escolhida para obter as leituras de energia foi o *Running Average Power Limit* (RAPL) (PAN, 2015). Esta ferramenta está presente nas arquiteturas *Intel Ivy Bridge* e *Sandy Bridge* e possibilita a realização de leituras precisas do consumo energético do processador, da memória RAM e da GPU do sistema utilizado.

Para gerar os resultados de forma mais robusta e com melhor granularidade, foi utilizado o comando *TaskSet* para isolar o processo do codificador em um core do processador e a ferramenta RAPL em outro. Além disto, foi utilizada uma ferramenta do Linux chamada *CPU-Freq* (BRODOWSKI, 2015), para fixar a frequência de processamento em 2.7GHZ. Estas medidas impedem respectivamente o chaveamento do processo pelo Sistema Operacional e picos de processamento, gerando resultados mais precisos e lineares.

Após os resultados serem gerados, as configurações com melhor resultado devem ser selecionadas para atuarem como pontos de controle no controlador. Contudo, para selecionar os parâmetros mais eficazes, não basta analisar quais geram as maiores economias de energia, uma vez que alguns destes parâmetros podem também diminuir consideravelmente a qualidade do vídeo codificado. Portanto, para identificar os parâmetros ótimos a serem utilizados na implementação do controlador, é necessário averiguar o *BD-Bit Rate* (BD-BR) da codificação de cada parâmetro. BD-BR é uma importante métrica sobre a taxa de compressão e a qualidade do vídeo que torna possível analisar a qualidade objetiva do vídeo codificado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos por este trabalho foram gerados através de simulações que utilizaram a versão 1.9 do codificador x265, a qual foi lançada em janeiro de 2016. O computador utilizado para as simulações possui processador Intel Core I5-3330 3.00GHz x 4 com 4Gb de Memória RAM. Estas simulações exploraram 27 parâmetros disponíveis no codificador, totalizando 48 configurações distintas, onde a primeira é a configuração padrão do x265 que utiliza a grande maioria das ferramentas disponíveis para atingir a melhor codificação possível. Para cada configuração foram utilizados quatro valores de QP: 22, 27, 32 e 37.

A Figura 1 mostra o consumo médio de energia em Joules para os quatro QPs para cada uma das 48 configurações. É possível perceber que algumas configurações reduzem o consumo energético consideravelmente, enquanto outras não possuem tanta influência no consumo do processo de codificação. Comparando a configuração 24 com a configuração 11, por exemplo, é possível perceber que a configuração 24, onde o parâmetro *RC-Lookahead* é alterado para 20, reduz o consumo do codificador em 66%. Já a configuração 11, onde os frames de referência são limitados a 3 frames, reduz o consumo da codificação em 97%.

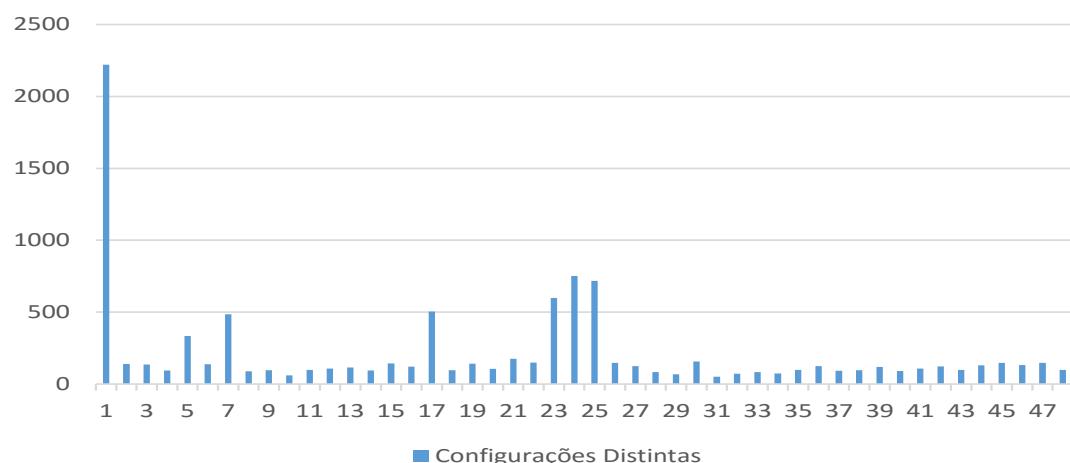


Figura 1. Gráfico de Comparações do Consumo de Energia de Todas Configurações Simuladas

Analizando os parâmetros de forma mais ampla, é possível observar que o parâmetro *RC-Lookahead*, utilizado nas configurações 23, 24 e 25 não possui grandes ganhos energéticos assim como os parâmetros *B-Intra* e *ME Range* utilizados, respectivamente, nas configurações 7 e 17. Logo, é provável que estes parâmetros não tenham a eficiência desejada para serem utilizados no controlador e que, portanto, não serão selecionados como pontos ótimos do resultado.

Analizando o BD-BR dos parâmetros 24 e 11, pode-se observar que os seus valores foram respectivamente 0.05% e 1.6%, ou seja, o parâmetro 11 reduz 31% a mais o consumo de energia que o parâmetro 24, porém tem um impacto negativo muito maior na qualidade da codificação. Este resultado é esperado, pois as ferramentas que mais colaboram com a qualidade da codificação tendem a ter um custo computacional maior.

Aplicando Frentes de Pareto nos resultados, obteve-se o gráfico apresentado na Figura 2, o qual mostra circulados em vermelho os 5 pontos ótimos selecionados pela técnica. Estas cinco configurações são respectivamente: *Limit Refs* – 1, *Limit Refs* – 3, *Retangular Motion Analysis* - 0, *Scenecut* – 1 e *Weight-p* – 0. Embora tenham sido localizados 5 pontos ótimos, várias outras configurações obtiveram resultados bons e muito próximos dos pontos ótimos. Isto possibilita que estes outros resultados sejam analisados mais detalhadamente para também serem utilizados como pontos de controle caso seja necessário.

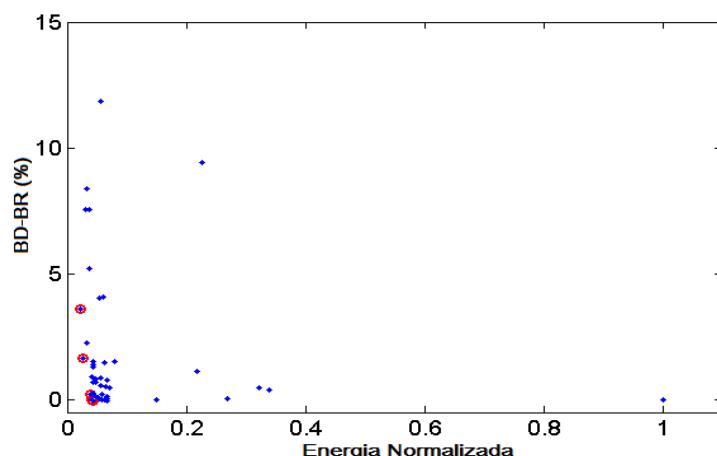


Figura 2. Resultado das Frentes de Pareto

4. CONCLUSÕES

Este trabalho utilizou a ferramenta RAPL para obter informações sobre o consumo energético de diversas configurações de todos os parâmetros de codificação do codificador comercial x265. Posteriormente, foi realizada uma análise sobre quais parâmetros geram grandes economias no consumo energético sem proporcionar perdas significativas na qualidade das codificações.

Nesta análise pode-se observar que alguns parâmetros possuem muito mais influência no consumo energético do que outros, e também que alguns parâmetros pioram consideravelmente a qualidade da codificação. Diante disto, foi utilizada a técnica de Frentes de Pareto com a finalidade de selecionar as configurações de codificação com os melhores resultados. A técnica selecionou 5 resultados ótimos que podem servir como pontos de controle para um controlador de energia. Além disto, o resultado gerado deixou evidente que várias outras configurações também atingiram bons resultados e que portanto também podem ser consideradas para servirem como pontos de controle.

Para trabalhos futuros pretende-se analisar mais detalhadamente os resultados gerados, para então utilizar as melhores configurações como pontos de controle para implementação de um controlador de energia para o codificador x265.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINI, L. V. **Desenvolvimento de Arquiteturas de Alto Desempenho Dedicadas à Compressão de Vídeo Segundo o Padrão H.264/AVC**. 2007. Theses — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BRODOWSKI, D. **CPU frequency and voltage scaling code in the Linux(TM) kernel**. Acessado em 10 de agosto de 2016. Online. Disponível em: <https://www.kernel.org/doc/Documentation/cpu-freq/user-guide.txt>

CORRÊA, G. R. e. a. **Complexity-Aware High Efficiency Video Coding**. [S.I.]: NewYork: Springer, 2016.

ITU-T. ITU-T Recommendation H.265: High Efficiency Video Coding. **ITU-T. [S.I.]**, [S.I.], 2015.

MULTICOREWARE. **x265**. Acessado em 10 de ago. 2016. Online. Disponível em: <<https://www.youtube.com/yt/press/pt-BR/statistics.html>>.

PAN, J. **RAPL (Running Average Power Limit) Driver**. Acessado em 10 de ago. de 2016. Online. Disponível em: <http://lwn.net/Articles/545745/>

PENNY, W. I. **Controlador Dinâmico de Energia para o Codificador HEVC Baseado em Frentes de Pareto**. 2016. Dissertação — Universidade Federal de Pelotas.

SULLIVAN G., M. D. W. T. **H.264/MPEG4 Advanced Video Coding Standard and its Applications**. IEEE Communications Magazine, [S.I.], v.44, p.134–143, may 2006.

YOUTUBE. **Youtube Estatísticas.** Acessado em 10 de ago. 2016. Online. Disponível em: <<https://www.youtube.com/yt/press/pt-BR/statistics.html>>.