

CONTROLADOR DINÂMICO DE ENERGIA PARA O CODIFICADOR X265

ÍTAO MACHADO; WAGNER PENNY; DANIEL PALOMINO; MARCELO PORTO;
BRUNO ZATT

Universidade Federal de Pelotas – Video Technology Research Group (ViTech)
{idmachado, wi.penny, dpalomino, porto, zatt}@inf.ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A utilização de vídeos digitais tem se tornado cada vez mais popular. Segundo CISCO (2016), 75% do tráfego de dados de aparelhos mobile serão transmissões de vídeo até o ano de 2020. Contudo, para manipular um vídeo digital é essencial realizar a codificação deste vídeo, pois sem ela seria necessária uma imensa quantidade de dados para representar um vídeo.

O objetivo do processo de codificação é justamente identificar e diminuir informações redundantes na representação digital de um vídeo, de modo a representá-lo com a utilização de uma quantidade menor de bits (RICHARDSON, 2002). Padrões de codificação de vídeo estabelecem a maneira pela qual o processo de compressão e descompressão do vídeo irá ocorrer, o padrão de codificação mais utilizado atualmente é o H.264/AVC (*Advanced Video Coding*), porém, devido às demandas atuais com relação aos vídeos digitais, principalmente relacionadas a maiores resoluções, o desenvolvimento de novos padrões se fez necessário. Para sanar esta necessidade, o *Joint Collaborative Team on Video Coding* (JCT-VC) desenvolveu um novo padrão, denominado *High Efficiency Video Coding* (HEVC), o qual é considerado o atual estado da arte em codificação de vídeo (ITU-T, 2015).

No padrão HEVC o processo de codificação utiliza diversos parâmetros e configurações distintas. Estes parâmetros podem influenciar tanto no tamanho quanto na qualidade do vídeo codificado, além de influenciar consideravelmente a energia e o tempo necessário para codificar um vídeo. Desta forma, utilizar estes parâmetros de forma sensata e controlada é de crucial importância, especialmente quando a codificação ocorre em dispositivos móveis, os quais na maioria das vezes possuem recursos energéticos limitados.

Sendo assim, o principal objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um controlador dinâmico de energia para o codificador HEVC x265 (MULTICOREWARE, 2016), que realize a alteração destes parâmetros com a finalidade de diminuir o consumo energético do processo, com menor perda possível em eficiência de codificação. O controlador foi desenvolvido para o codificador x265 pois este possui propósito comercial e já é utilizado por diversas empresas de vídeo e comunicação. Para a implementação deste controlador foi utilizada a metodologia de desenvolvimento proposta por Penny (2016), que será descrita na próxima seção.

2. METODOLOGIA

Para desenvolver um controlador dinâmico de energia para o codificador x265, primeiramente foi realizado um processo de análise de sensibilidade, com o objetivo de selecionar quais parâmetros de codificação do x265 acarretam nas reduções de energia mais significativas, com o menor impacto possível na eficiência da codificação. Para efetuar essa seleção foi utilizada uma técnica

chamada Frentes de Pareto, que seleciona os melhores resultados de um conjunto de dados provenientes de um problema multiobjetivo. Esta análise de sensibilidade, juntamente com a seleção dos parâmetros, pode ser verificada em Machado (2016).

Os parâmetros selecionados foram utilizados como pontos de controle (PCs) na implementação do controlador, onde um ponto de controle é uma configuração do codificador que tem como objetivo atingir determinada economia de energia. Desta forma, o controlador fica alternando entre diferentes pontos de controle durante o processo de codificação para adaptar o consumo energético do processo conforme o desejado.

A Figura 1 apresenta o diagrama de blocos do funcionamento do controlador proposto neste trabalho. Primeiramente, o codificador e a ferramenta de medição de energia *Running Average Power Limit* (RAPL) (PAN, 2015) são inicializados. Em seguida, o x265 codifica os dois primeiros GOPS (*Group of Pictures*) do vídeo, ou seja, os 8 primeiros quadros, utilizando a configuração padrão do codificador. Após o término da codificação do segundo GOP, o controlador recebe as informações sobre a energia consumida nesta etapa, e, a partir deste dado, calcula a média ponderada do consumo de energia e a compara com o valor de consumo desejado. Caso seja necessário, o controlador busca na tabela de atualização o PC que ofereça a redução energética mais próxima do valor desejado e configura o codificador de acordo com este PC. Dessa forma, o sistema de controle continua atuando a cada GOP, adaptando as configurações de modo a manter o consumo de energia próximo do valor desejado.

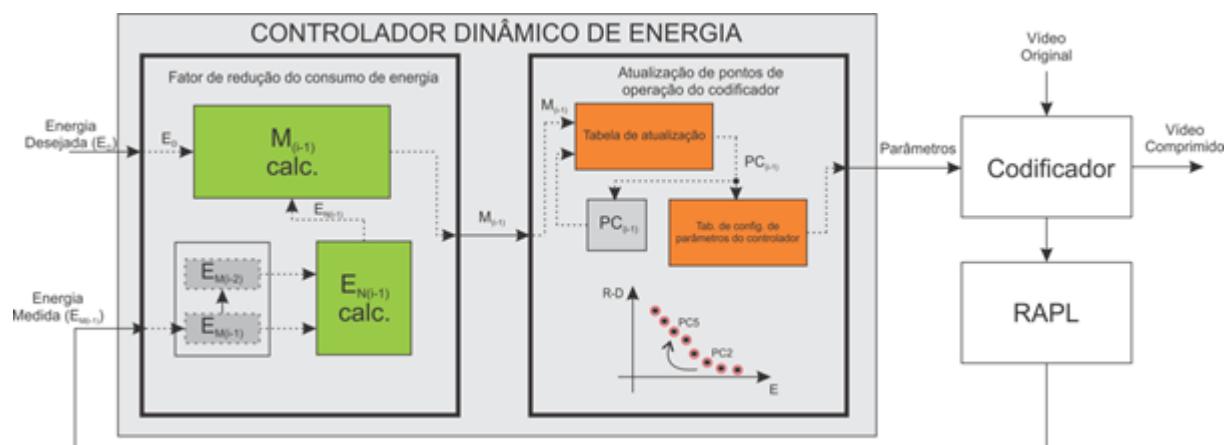


Figura 1 - Digrama de Blocos do Controlador Dinâmico de Energia

Para demonstrar o funcionamento e validar a eficiência do controlador proposto, foram realizadas codificações em consonância com o que é estabelecido pelas *Common Test Conditions* (CTCs) do padrão (BOSSEN, 2011). Adicionalmente, para avaliar o impacto do controle na eficiência de codificação, também é utilizada a métrica *BD-Bit Rate* (BD-BR), baseada na Bjoontegard Difference (BJOONTEGARD, 2008).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos por este trabalho foram gerados através de simulações que utilizaram a versão 1.9 do codificador x265, lançada em julho de 2016. O dispositivo utilizado para as simulações possui processador Intel Core I5-3330 3.00GHz x 4 com 4Gb de Memória RAM. Estas simulações foram realizadas para cinco vídeos distintos, um de cada classe da CTC, de modo a garantir a

análise de diversos cenários, utilizando quatro valores de QP (*Quantization Parameter*) para cada vídeo: 22, 27, 32 e 37.

A Tabela 1 apresenta os valores médios do consumo energético do codificador x265 para os cinco vídeos simulados juntamente com o SP (Set Point) calculado pelo controlador proposto e os resultados obtidos pelo controle. O controlador foi configurado com um SP de 30%, ou seja, o controlador foi configurado para obter uma redução de 30% do consumo energético do processo de codificação para todos os casos de teste.

Pode-se observar que, quando configurado para atingir uma redução no consumo de 30%, o controlador proporciona, em média, uma redução de 33% no consumo de energia do codificador x265, com perda de apenas 0,9% em eficiência de codificação.

Tabela 1 – Resultados do Controlador Proposto

Sequência	Consumo de Energia S/ Controle (J)	Set Point (J)	Consumo de Energia C/ Controle (J)	Economia de Energia do Controlador (%)	BD-BR (%)
People On Street	9777,46	5823,60	6228,84	30%	0,82
Kimono	4241,42	2740,20	2926,28	31%	0,42
China Speed	1725,67	1141,89	1159,28	33%	0,64
Blowing Bubbles	133,35	66,29	85,51	36%	2,13
Basketball Drill	648,59	404,64	435,22	33%	0,65
Valores Médios	3305,30	2035,32	2167,03	33%	0,93

A Figura 2 apresenta o comportamento do consumo energético GOP a GOP do processo de codificação da sequência *PeopleOnStreet*, com e sem controle, e também o SP encontrado pelo controlador com base em informações fornecidas pelo usuário. Observe que o controle gera um *overhead* no consumo do segundo GOP devido a sua primeira iteração, e, em seguida, no terceiro GOP diminui o consumo energético para próximo do SP desejado. Após o terceiro GOP o consumo do processo de codificação permanece oscilando entre valores acima e abaixo do SP, devido à alternância entre os pontos de controle que o controlador realiza para tentar atingir um consumo o mais próximo possível do configurado.

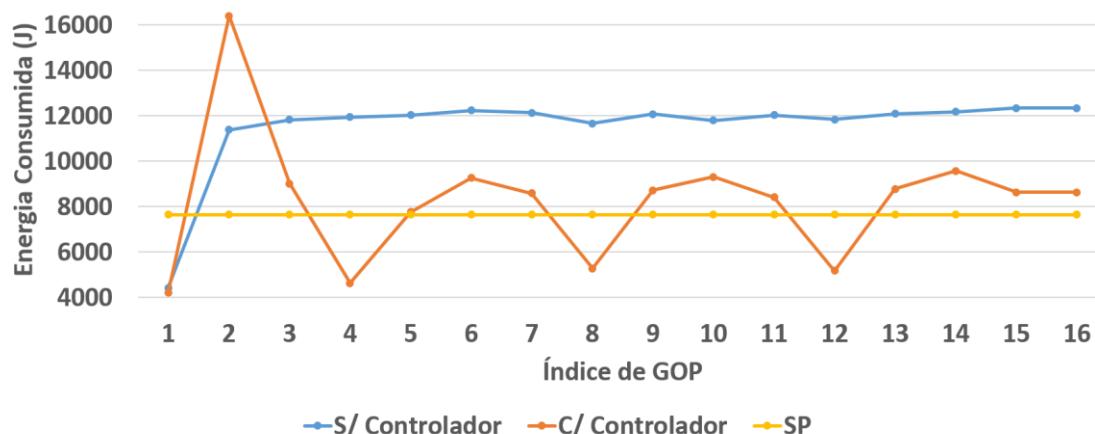


Figura 2 - Resultado do controlador para a sequência *PeopleOnStreet* (QP 22)

4. CONCLUSÕES

Este trabalho utilizou a ferramenta RAPL e a análise de sensibilidade realizada em Machado (2016) para o desenvolvimento de um controlador dinâmico de energia para o codificador de vídeo x265, utilizando a metodologia proposta por Penny (2016). Posteriormente, foram realizados experimentos utilizando o controlador proposto e apresentados resultados para demonstrar o comportamento de consumo energético com atuação do controlador.

O sistema de controle desenvolvido é capaz de, dinamicamente, atuar no processo de codificação do codificador x265 de modo a alterar o valor do consumo de energia do processo. Os resultados apresentados foram significativos e as perdas em eficiência de codificação foram mínimas. Como trabalho futuro se pretende estender os experimentos, através da utilização do controlador em uma plataforma embarcada.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BJONTEGAARD, G. **Improvements of the BD-PSNR model.** ITU-T. Berlim, 2008.

BOSSEN, F. **Common test conditions and software reference configurations.** JCT-VC. Geneva. 2011.

CISCO. **Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update.** [S.I.: s.n.], 2016. Acessado em: 04 mar. 2017. Disponível em: <http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/mobile-white-paper-c11-520862.html>.

MACHADO, Ítalo et. al. Análise do consumo de energia em CPU do codificador x265 utilizando a ferramenta RAPL. **XXV Congresso de Iniciação Científica.** Universidade Federal de Pelotas, 2016.

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

MULTICOREWARE. **x265.** Acessado em 03 de out. 2017. Online. Disponível em: <http://x265.org/>.

PAN, J. **RAPL (Running Average Power Limit) Driver.** Acessado em 03 de out. 2017. 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.

RICHARDSON, I. **Video Codec Design: Developing Image and Video Compression Systems.** Chichester: John Wiley and Sons, 2002.

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.