

AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE ALGORITMOS GENÉTICOS PARA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA DO CODIFICADOR DE VÍDEO HEVC

JOÃO PEDRO KOHLS BAST; ÍTALO MACHADO; WAGNER PENNY; BRUNO ZATT; MARCELO PORTO

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

1. INTRODUÇÃO

A utilização de vídeos digitais vem crescendo cada vez mais nos últimos tempos. Este fato pode ser explicado por diversos fatores, segundo a CISCO (2017), parte deste crescimento está fortemente associado à popularização dos serviços de vídeo *streaming*, assim como a própria difusão em larga escala da internet pelo mundo.

Entretanto, para se armazenar um vídeo de 10 minutos com resolução de 720x480 a 30 quadros por segundo sem compressão, necessita-se de 19GB de espaço livre em HD. Devido a este imenso volume de dados se faz necessária a utilização de codificadores de vídeos para reduzir consideravelmente o seu tamanho em disco. Existem diversos padrões de codificação que realizam a compressão de vídeos, dentre eles, destaca-se o *High Efficiency Video Coding* (HEVC), que será o foco deste trabalho por ser considerado o atual estado da arte em codificação de vídeo. No codificador HEVC existem parâmetros configuráveis que implicam em como o processo de codificação será realizado, e, conseqüentemente, no consumo e na eficiência final desta codificação (compromisso entre qualidade objetiva e taxa de bits).

No entanto, a codificação, devido ao elevado esforço computacional, é extremamente custosa em termos de energia e tempo de processamento. Muitas vezes, o processo de codificação é realizado em plataformas móveis, alimentadas por baterias, nesse contexto, é crucial a realização de algum tipo de controle de energia no processo. Penny (2016) e Machado (2017) propuseram controladores de energia para codificadores HEVC baseados no uso de frentes de Pareto. Contudo, a forma pela qual realizam a seleção dos parâmetros a serem utilizados nos controladores, tendo em vista de que se trata de um problema multi-objetivo, não é eficiente. Tais trabalhos empregam a técnica de frentes de Pareto em um conjunto de dados empiricamente selecionado, que podem desconsiderar possíveis configurações, além de estar suscetível a erros decorrentes da seleção equivocada de máximos locais. Tal metodologia não é ideal, devendo ser empregada alguma técnica que melhore a eficiência da seleção das configurações.

Desta forma, o objetivo deste trabalho é propor um algoritmo genético capaz de alterar parâmetros do codificador HEVC x265 (MULTICOREWARE, 2016), em busca de uma configuração que proporcione máxima economia de energia com a menor perda de eficiência de codificação possível.

2. METODOLOGIA

O algoritmo genético proposto contém uma população de 30 indivíduos. Cada indivíduo é uma configuração do codificador formada por 25 parâmetros de codificação, onde cada parâmetro é chamado de gene.

A primeira geração de indivíduos é gerada de maneira aleatória pelo algoritmo. Em seguida, para que os indivíduos evoluam ao longo das próximas gerações, é necessário que tenhamos uma medida numérica para avaliar o desempenho deste indivíduo. Este valor de avaliação é chamado de *fitness value*. Para este trabalho, o *fitness* utiliza a métrica de Rate Distortion (RD), que pode ser obtida em (1), onde AVG_{LUMA} é a distorção da codificação, λ é o multiplicador de Lagrange (cujo o valor é arbitrário e definido pelo próprio codificador), e AVG_{BITS} é a taxa de compressão atingida pelo processo. Uma vez obtido o *fitness* de cada indivíduo, é possível saber se um indivíduo é mais ou menos eficiente do que o outro.

$$RD = AVG_{LUMA} + \lambda * AVG_{BITS} \quad (1)$$

Após a obtenção do *fitness* de todos os indivíduos da geração atual, é necessário criar uma nova geração e codificá-la. Para isso, primeiramente se deve passar automaticamente o indivíduo mais eficiente para a próxima geração, de modo a garantir a evolução do algoritmo. Então, para completar o restante da população da geração seguinte, os demais indivíduos são gerados através de *crossover*. *Crossover* é o processo responsável por fundir duas configurações distintas em uma nova configuração, para que desta forma se tenha novos indivíduos ao longo de cada geração.

Para decidir qual indivíduo será cruzado com qual, é necessário selecioná-los de forma probabilística de acordo com o *fitness* dos indivíduos. Existem diversos tipos de seleção que podem ser aplicados, tais como roleta, torneio, entre outros (GOLDBERG, 1989). Neste trabalho, o método de seleção adotado foi a seleção por torneio, devido ao fato deste método ser o mais adequado aos valores muito distantes de *fitness* causados pelo RD. Na seleção por torneio, tem-se que dois indivíduos da geração atual são escolhidos aleatoriamente. Dentre esses dois, aquele que tiver o melhor *fitness* será escolhido para cruzar com outro indivíduo posteriormente. Novamente, o processo se repete com o intuito de escolher o segundo indivíduo para participar do *crossover*.

Além disso, o conceito de mutação também foi utilizado para garantir a variabilidade genética das populações. Mutação é o processo onde o algoritmo aleatoriamente seleciona um ou mais genes de um indivíduo alterando seu valor original, o que dará origem a um novo indivíduo (MITCHELL, 1996). Tendo em vista que este processo garante a variabilidade genética de maneira aleatória, se for realizado diversas vezes, a pressão seletiva pode acabar sendo oprimida e, com isso, teremos um algoritmo que seleciona aleatoriamente os parâmetros a serem codificados. Por isso, a mutação deve ocorrer poucas vezes e, portanto, a probabilidade da técnica acontecer no algoritmo proposto é de apenas 0.5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir do processo descrito na seção anterior foram gerados em uma máquina com processador Intel Core i7-4790k 4.00GHz x 4 e memória RAM de 16GB. A versão do codificador x265 utilizada foi a 2.8. Por último, o vídeo escolhido para a execução do algoritmo foi a sequência *PartyScene*.

A Figura 1 apresenta a evolução do valor médio de *fitness* das populações ao longo das 100 gerações de indivíduos, utilizadas neste trabalho. Percebe-se claramente que o RD teve seu valor consideravelmente reduzido nas primeiras gerações, evidenciando a evolução dos indivíduos. Porém, podemos observar que, entre a 15ª e a última geração, seu valor variou muito pouco. Isso se deve ao fato do método de seleção escolhido não ter se mostrado muito eficiente. Como cada geração é composta por apenas 30 indivíduos, a seleção por torneio acaba

homogeneizando os indivíduos a partir de um certo ponto, estagnando o processo de evolução.

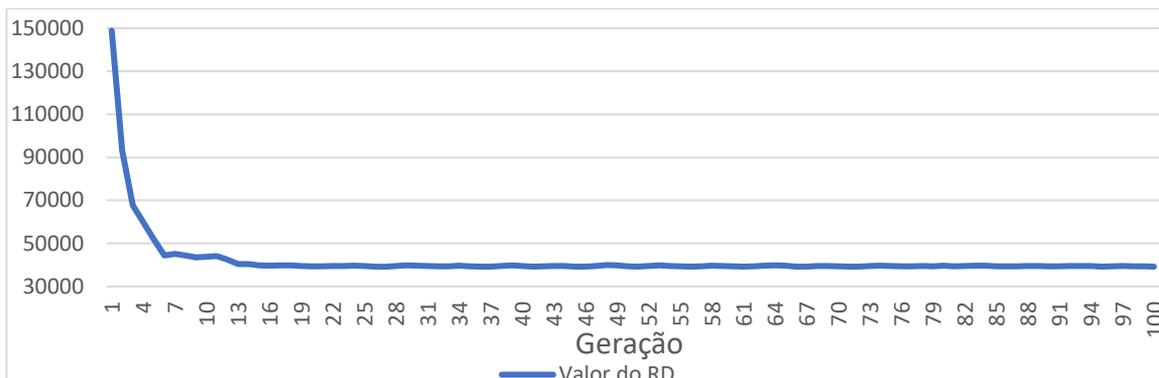


Figura 1 - Valor *Fitness* das Gerações

Além disso, outro dado importante a ser analisado é o desvio padrão do *fitness* de cada geração. A Figura 2 mostra que o desvio padrão, de maneira geral, foi reduzido. Isso significa que, não apenas alguns indivíduos dentro de uma geração evoluíram, mas sim que toda geração apresentou uma evolução, provando que partindo de uma geração inicial aleatória, foi possível construir gerações seguintes onde todos indivíduos convergiram para uma solução em comum.

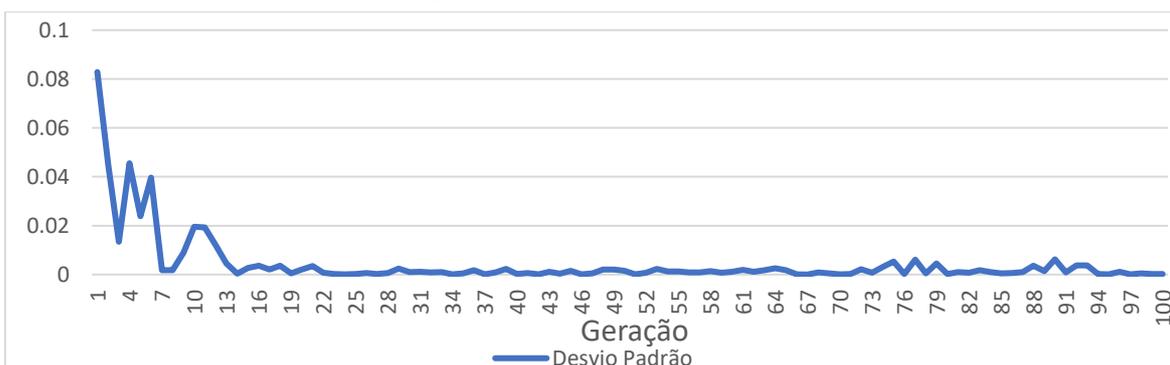


Figura 2 - Desvio Padrão do RD

Por último, para motivos de avaliação do algoritmo, os resultados obtidos foram comparados com os resultados de uma versão antiga que utilizou a métrica $WNERD$ (MONTEIRO, 2014), ao invés do RD, e roleta como método de seleção. Nesta comparação, foi analisado o consumo de energia das duas versões, e também, foi usada a métrica *BD-Bit Rate*, com base na *Bjoontegard Difference* (BJOONTEGARD, 2008), a qual estabelece a variação percentual da taxa de bits em relação a uma qualidade objetiva fixa, permitindo avaliar a eficiência de codificação de diversos processos. A Tabela 1 compara os valores de BD-BR de ambas configurações, assim como, o consumo de energia. Observa-se que para as duas sequências e versões do algoritmo, a perda na eficiência de codificação foi grande quando postas em comparação com as configurações padrões do x265. Por outro lado, se analisarmos o consumo energético, vemos que o algoritmo apresentado neste trabalho apresentou uma redução do consumo de energia extremamente significativa, enquanto sua versão antiga acabou elevando o consumo do processo. Tal diferença entre as duas medidas de desempenho foi causada por conta do método de seleção escolhido, que se mostrou ineficiente em equilibrar a eficiência de codificação com o consumo energético.

Tabela 1. Eficiência de Codificação em BD-BR e Consumo de Energia

Sequências	BD-BR Versão Atual	BD-BR Versão Anterior	Consumo de Energia (Versão Atual)	Consumo de Energia (Versão Anterior)
Cactus	60.96%	42.67%	- 68.56%	85.37%
BasketballDrill	45.00%	46.25%	-78.07%	111.84%

4. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi desenvolvido um algoritmo genético capaz de encontrar configurações sub-ótimas para redução do consumo energético na compressão de vídeos utilizando o codificador x265. Foi demonstrada a evolução dos resultados para cada geração a fim de encontrar a configuração ideal para ser utilizada na codificação, visando a diminuição do consumo de energia.

O algoritmo desenvolvido se mostrou mais eficiente do que a sua versão anterior devido à substituição da métrica WN_{ERD} pela métrica RD. Contudo, a heterogeneidade das populações ficou muito baixa, evidenciando que o método de seleção por tornei não é ótimo para o cenário deste trabalho. Para trabalhos futuros, pretende-se encontrar e testar novos métodos de seleção para que os resultados se encaixem ainda melhor na aplicação deste trabalho.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CISCO. **Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update**. [S.l.: s.n.], 2017. Acessado em 27 maio 2018. Disponível em: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/complete-white-paper-c11-481360.html>

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

MACHADO, I.D. **Controlador de Energia para o Codificador x265 Utilizando Frentes de Pareto**. 2017. Dissertação – Universidade Federal de Pelotas.

MULTICOREWARE. **x265**. Acessado em 10 de set. 2018. Online. Disponível em: <http://x265.org/>.

GOLDBERG, D.E. **Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning**. Boston: Addison-Wesley, 1989.

MITCHELL, M. **An Introduction to Genetic Algorithms**. Cambridge: The MIT Press, 1996.

E. Monteiro, M. Grellert, B. Zatt, S. Bampi, “Rate-Distortion and Energy Performance of HEVC Video Encoders,” **24th PATMOS**, 2014.

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