

RADIAL RANDOM SEARCH: UM ALGORITMO PARA ESTIMAÇÃO DE MOVIMENTO PARA O PADRÃO HEVC FOCANDO EM VÍDEOS UHD

MATEUS NOREMBERG¹; CASSIO CRISTANI¹; LUCIANO AGOSTINI¹;
MARCELO PORTO¹; BRUNO ZATT¹

Grupo de Arquiteturas e Circuitos Integrados (GACI)

¹Universidade Federal de Pelotas – {mwnoremberg, crcristani, agostini, porto, zatt}
@inf.ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Atualmente os vídeos digitais tem ganhado cada vez mais popularidade. Eles estão presentes nos mais diversos dispositivos como, por exemplo, televisão, câmeras digitais, dispositivos móveis e internet. Neste último, tem-se visto um grande aumento na quantidade de dados em formato de vídeos. As pessoas no mundo todo estão compartilhando coisas de seu dia a dia em formato de vídeo, e isto é feito cada vez mais facilmente, uma vez que as câmeras digitais e os telefones celulares permitem postar na internet os vídeos gravados diretamente através destes dispositivos. Este aumento do volume de dados em formato de vídeo é apresentado por (CISCO, 2014) e (CISCO, 2015), que dizem que até 2018, 79% do tráfego na internet será gerado por conteúdo de vídeo e que 72% do tráfego gerado por dados de dispositivos móveis será por vídeos em 2019, respectivamente.

Para representar um vídeo em formato digital, uma grande quantidade de bits é necessária. Para a maioria dos sistemas de armazenamento e transmissão, o volume de dados de um vídeo digital é muito grande. Para exemplificar esta grande quantidade de dados, é considerado um vídeo com resolução de 1920x1080 pixels com uma taxa de 24 quadros por segundo e uma profundidade de bits igual a 8 bits para representar cada amostra (luminância e crominância) no pixel, assim, seria necessário transmitir/armazenar 1,19Gbps. Com o advento dos televisores que suportam vídeos de Ultra Alta Definição (UHD, do inglês *Ultra High Definition*), os quais na resolução conhecida como 4K, ou seja, 3840x2160 pixels, chegam a ser até 24 vezes maiores que os vídeos Full HD (CRISTANI, 2014). Também é mostrado em (CRISTANI, 2014) que os satélites estado da arte não suportariam quatro usuários trocando conteúdo de vídeo na resolução 4K.

Devido a esta grande quantidade de dados, é necessário um codificador de vídeo, o qual visa reduzir a quantidade de dados de uma sequência de vídeo (RICHARDSON, 2002). Exemplos de codificadores conhecidos são o MPEG-2 e o H.264. Além destes, há o codificador estado da arte: o padrão *High Efficiency Video Coding* (HEVC), que foi lançado em 2013 (SULLIVAN et al., 2012).

Uma das etapas nos codificadores é a Estimação de Movimento (EM), a qual visa reduzir as redundâncias temporais, em outras palavras, visa reduzir os dados repetidos em diferentes quadros de uma sequência de vídeo. De acordo com (RICHARDSON, 2002), esta etapa é a que mais demanda esforço computacional em um sistema de codificação de vídeos. Ela também é responsável pela maior parte das taxas de compressão, uma vez que para que se tenha a sensação de movimento é necessária uma taxa de 24 a 30 quadros por segundo para vídeos Full HD e até 120 quadros por segundo para vídeos UHD (CRISTANI, 2014). Assim, a quantidade de dados repetidos de um quadro para outro é muito grande.

A etapa da EM consiste em buscar pelo bloco mais similar ao bloco que está sendo codificado no quadro atual em um quadro de referência, o qual é um quadro já codificado. Esta busca é feita em apenas uma área, a qual fica localizada no quadro de referência ao redor da posição em que o bloco que está sendo codificado está no quadro atual. Há vários algoritmos para a realização desta etapa, mas o algoritmo estado da arte é o Test Zone Search (TZS), o qual está implementado no software de referência do HEVC.

No algoritmo TZS, a etapa mais complexa é o Raster Search (RS), o qual faz uma busca similar ao algoritmo de busca completa, que analisa todos os blocos (RICHARDSON, 2002). A diferença é que o RS faz esta busca de forma subamostrada, ou seja, a cada X quantidade de blocos, apenas um é computado. Esta etapa é ilustrada na Figura 1, onde se utilizou uma subamostragem igual a cinco, assim, a cada cinco linhas e a cada cinco colunas, apenas um bloco é calculado.

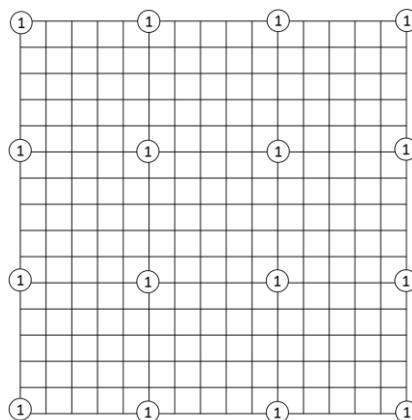


Figura 1. Algoritmo Raster Search.

Dada a complexidade da etapa de RS no algoritmo TZS, este trabalho tem como objetivo propor um algoritmo que mantenha a complexidade computacional aproximada ou menor que o algoritmo RS, alcançando a qualidade ou taxa de bits obtida por ele. Este algoritmo foi chamado de Radial Random Search e é apresentado na Figura 2.

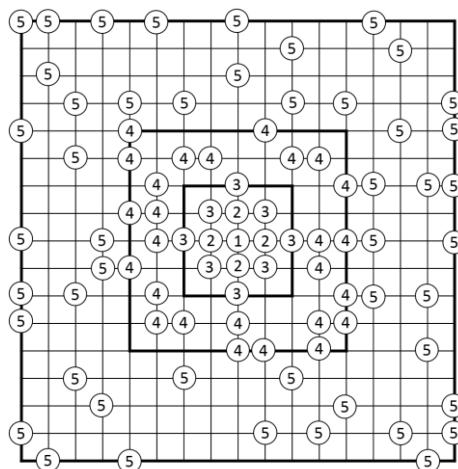


Figura 2. Algoritmo Radial Random Search.

No RRS, um padrão em forma de diamante é aplicado no centro da área de busca e uma estratégia pseudo-aleatória no restante da área. Ele usa o padrão

em forma de diamante no centro porque o bloco mais similar tende a estar no centro da área de busca. Por esta razão o número de blocos computados é maior na etapa pseudo-aleatória conforme maior for a proximidade com o centro da área de busca e conforme vai se distanciando, a quantidade de pontos é diminuída proporcionalmente. O algoritmo RRS divide a área de busca em níveis, ou raios, conforme o nome do algoritmo diz. O nível está relacionado a distância do bloco em relação ao centro da área de busca. Esta distância do raio ao centro da área está na base 2. Para isso o algoritmo considera oito níveis: o primeiro nível é bloco correlacionado, ou seja, o bloco no centro da área. No nível dois, é aplicado o padrão de busca em diamante SDSP (ZHU & MA, 2000). No nível três é aplicado outro padrão de busca em diamante LDSP (ZHU & MA, 2000). A partir do quarto nível até o oitavo, é feita uma busca pseudo-aleatória. Na Figura 2 é apresentado o funcionamento do algoritmo até o nível 5. Quanto mais próximo, o nível estiver do centro, maior, proporcionalmente, o número de blocos gerados. Esta relação do número de pontos é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Blocos por nível no RRS.

Nível	Blocos	Relação
1	1	–
2	4	–
3	8	–
4	24	2:1
5	48	4:1
6	96	8:1
7	96	32:1
8	96	128:1
Total	373	–

2. METODOLOGIA

Para obter os resultados apresentados na próxima seção, foi utilizada a versão 16.4 do software de referência do padrão HEVC (HEVC, 2015). Foram utilizadas seis sequências de vídeo UHD 4K: Cactus, Coastguard, Foreman, Mobile, News e Suzie (ELEMENTAL, 2015). Todas estas sequências tem uma taxa de quadros de 50 quadros por segundo. Destas sequências, foram codificados os primeiros 100 quadros utilizando quatro parâmetros de quantização: 22, 27, 32 e 37.

Os resultados são apresentados considerando três eixos: BD-PSNR (BJONTEGAARD, 2001), ou seja, o ganho/perda em porcentagem na qualidade do vídeo sendo mantida a mesma taxa de bits em relação a compressão com o RS; BD-rate (BJONTEGAARD, 2001), isto é, o ganho/perda em porcentagem na taxa de bits mantendo a mesma qualidade do vídeo em relação a compressão com o RS; e em Blocos Candidatos Calculados (BCC) também em porcentagem, ou seja, qual a redução/aumento de BCC do RRS em comparação com o RS.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como pode ser visto na Tabela 2, o algoritmo proposto, o RRS, tem baixas perdas nos eixos BD-PSNR e BD-rate quando comparado ao algoritmo RS. O pior caso neste dois eixos encontram-se na sequência Suzie, na qual foi obtido um aumento em cerca de 6% na taxa de bits para manter a mesma qualidade e uma diminuição de 0,17% na qualidade quando a taxa de bits é mantida a mesma

da obtida no RS. Os melhores resultados nos mesmos dois eixos é encontrado nas sequências Cactus e News, os quais trazem uma diminuição de 0,9% no eixo de BD-rate e um aumento no eixo de BD-PSNR. As outras sequências de vídeos tiveram baixas perdas. Mas para todas as sequências utilizadas foi obtido um ganho no eixo da complexidade (variação de BCC). Este ganho foi de aproximadamente 44%, o que compensa as baixas perdas, dada a grande redução de esforço computacional.

Tabela 2. Comparação entre os algoritmos RS e RRS.

Sequências	BD-PSNR (%)	BD-rate (%)	ΔBCC (%)
Cactus	0,02	-0,98	-44,48
Coastguard	-0,05	1,33	-44,36
Foreman	-0,01	0,53	-44,60
Mobile	-0,03	1,54	-44,50
News	0,02	-0,86	-44,58
Suzie	-0,17	6,27	-44,60
Média	-0,04	1,31	-44,52

4. CONCLUSÕES

Como apresentado neste trabalho, o objetivo foi alcançado, uma vez que houve pouca perda dos eixos de BD-rate e BD-PSNR e a complexidade foi reduzida em 44%. Dada esta grande redução de complexidade, mudanças podem ser feitas para alcançar melhores resultados nos eixos de BD-rate e BD-PSNR, podendo causar um pequeno aumento na complexidade do algoritmo proposto.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BJONTEGAARD, G. Calculation of average PSNR differences between RD-Curves. **ITU-T SG16 Q.6 Document VCEG-M33**, 2001.
- CISCO, Forecast and methodology, 2013 – 2018. **Cisco visual networking index**, 2014.
- CISCO, Global mobile data traffic forecast update, 2014 – 2019. **Cisco visual networking index**, 2015.
- CRISTANI, C.R. **Investigação da estimativa de movimento para o novo codificador de vídeo HEVC em vídeos de ultra alta definição**. 2014. 83f Monografia (Graduação em Ciência da Computação) – Curso de Graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de Pelotas.
- ELEMENTAL (2015). **Ultra-high Resolution 4K Video Before Your Eyes with Elemental**. Acessado em 11 abr. 2015. Online. Disponível em: <http://www.elementaltechnologies.com/resources/4k-test-sequences>
- HEVC. **HEVC Reference Software**. Acessado em 11 abr. 2015. Online. Disponível em: https://hevc.hhi.fraunhofer.de/svn/svn_HEVCSoftware/tags/HM-16.4/
- RICHARDSON, I.E. **Video Codec Design: Developing Image and Video Compression Systems**. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 2002. 1ed.
- SULLIVAN, G. J., OHM, J.-R., HAN, W.-J., and WIEGAND, T. Overview of the High Efficiency Video Coding (HEVC) Standard. **IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology**, v. 22, n. 12, p. 1649 –1668, 2012.
- ZHU, S., MA, K.-K. A new diamond search algorithm for fast block-matching motion estimation. **IEEE Transactions on Image Processing**, v. 9, n. 2, p. 287–290, 2000.