

AVALIAÇÃO DO ALGORITMO SIMPLIFIED EDGE DETECTOR NO SOFTWARE DE REFERÊNCIA DO PADRÃO 3D-HEVC

GUSTAVO SANCHEZ; GABRIEL BALOTA; MÁRIO SALDANHA;
BRUNO ZATT; MARCELO PORTO; LUCIANO AGOSTINI

Universidade Federal de Pelotas
Grupo de Arquiteturas e Circuitos Integrados
{gfsanchez, gmbalota, mrdfsaldanha, zatt, porto, agostini}@inf.ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Vídeos 3D trazem uma nova experiência visual aos telespectadores, que não é possível identificar na utilização de vídeos 2D. A grande inovação está no fato de que vídeos 3D transmitem a noção de profundidade aos usuários. Este cenário motivou vários pesquisadores a investigar e desenvolver novas soluções para novas aplicações de vídeos 3D tais como televisão 3D e Free View point Video (FVV) (TANIMOTO, 2009). Corroborando isto, os experts estão propondo um novo padrão de codificação de vídeos 3D, capaz de obter uma melhor qualidade de vídeo para uma mesma taxa de compressão. Este padrão está sendo chamado de *3D-High Efficiency Video Coding* (3D-HEVC) (TECH, 2013) (MULLER, 2013). Este é baseado no padrão de codificação de vídeo 2D, o *High Efficiency Video Coding* (HEVC), que é o estado da arte na codificação de vídeo 2D (ITU-T, 2013).

Na codificação de vídeos 3D utilizando o 3D-HEVC, todas as ferramentas utilizadas no HEVC podem ser utilizadas e, além disso, foram adicionadas novas ferramentas capazes de explorar as redundâncias presentes em vídeos 3D tal como a redundância entre vistas de um mesmo instante de tempo, chamada de disparidade.

Outra inovação trazida no 3D-HEVC é o uso do modelo *Multi-View Plus Depth* (MVD). Neste modelo, cada canal de textura está associado a um canal de profundidade. Enquanto canais de textura indicam as cores do ambiente que estão sendo filmadas, canais de profundidade indicam a distancia dos objetos até a câmera. Estes canais de profundidade são representados por imagens em tons de cinza que são compostas por valores entre 0 até 255, ou seja, 8 bits.

Os mapas de profundidade não devem ser vistos pelo usuário final da aplicação, entretanto eles são úteis para gerar vistas de textura virtuais, localizadas entre as vistas de texturas codificadas. Este processo é chamado de síntese de vistas.

Por causa deste uso específico de mapas de profundidade é importante que as arestas dos mapas de profundidade originais sejam preservadas durante a codificação. Caso as arestas não sejam preservadas, a tendência é que sejam gerados artefatos (ruído) nas vistas virtuais sintetizadas. Os modos intra tradicionais do HEVC possuem baixa eficiência neste aspecto e por causa disso, os experts desenvolveram novos modos de codificação intra para profundidade chamados de *Depth Modeling Modes* (DMM) (TECH, 2013). Na versão atual do padrão existem apenas dois modos DMM: o DMM 1 e o DMM 4. Os outros modos (DMM 2 e DMM 3) foram removidos devido a sua alta complexidade computacional e baixo ganho em eficiência da codificação.

Pela inserção de diversas ferramentas e esses novos modos de codificação de profundidade, o padrão se torna bastante complexo, dificultando sua implementação em tempo real. Com isso, este trabalho se propõe a avaliar uma

heurística chamada *Simplified Edge Detector* (SED) na versão 10.2 do 3D-HEVC *Test Model* (HTM) que é o software de referência do 3D-HEVC.

O SED está publicado em (SANCHEZ, 2014) e nesta publicação ele foi avaliado para o HTM-7.0, quando ainda eram aplicados quatro modos DMM e existiam poucos recursos do 3D-HEVC focados na redução de complexidade. Essa nova avaliação é importante para avaliar se o SED é eficiente se aplicado na versão 10.2 do HTM.

2. METODOLOGIA

Uma característica que difere quadros de profundidade de quadros de textura é que nos mapas de profundidade existe a presença de regiões homogêneas (que representam o corpo dos objetos) e para separar estas regiões arestas (que representam as bordas dos objetos) com o gradientes abruptos. Com isso, em (SANCHEZ, 2014) foi proposto o algoritmo SED para classificar se o bloco representa uma região de aresta ou uma área homogênea. Este algoritmo compara os quatro pixels dos extremos de um bloco, representados na Figura 1 (a) por A, B, C e D e, caso a maior diferença entre eles (chamado de D_{max}) for maior do que um limiar pré-definido, então é dito que este bloco representa uma aresta. Caso contrário, é dito que o bloco representa uma área homogênea.

A Figura 1 (b) apresenta o fluxograma deste algoritmo. Quando o bloco for classificado como aresta, então o processo convencional será avaliado tal como definido no 3D-HEVC. Caso o bloco seja avaliado como uma área homogênea, então os novos modos DMM são removidos da avaliação, fazendo apenas a avaliação intra tradicional.

Os limiares utilizados neste algoritmo foram definidos em (SANCHEZ, 2014) através de uma análise estatística. Nesta análise foram levadas em conta o tamanho de bloco e a resolução do vídeo.

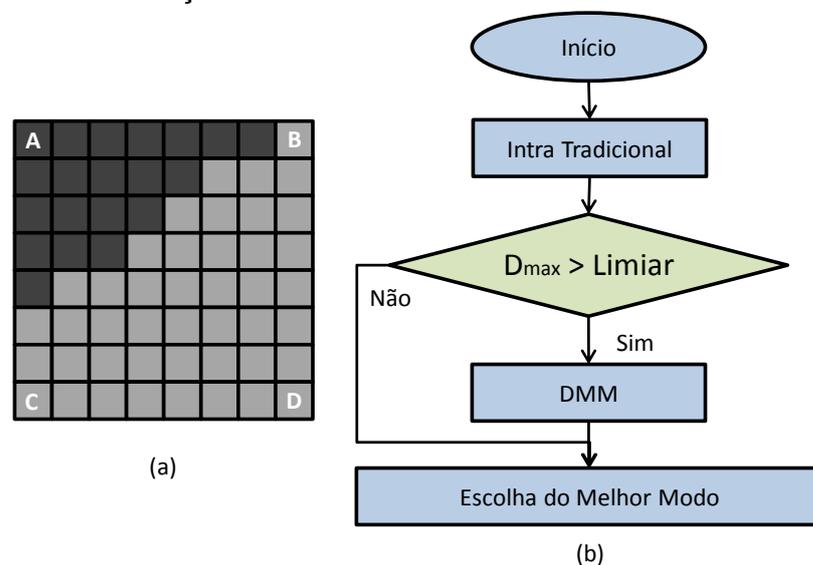


Figura 1 – (a) Bloco 8x8. (b) Diagrama de bloco do algoritmo SED.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados do algoritmo SED aplicado no HTM-10.2. Nesta avaliação foram utilizadas as condições comuns de Teste (CCT) para vídeos 3D, definidas em (RUSANOVSKYY, 2013). Através da análise da Tabela

1, pode-se perceber que ao utilizar o algoritmo SED na codificação dos canais de vídeo (sinônimo de textura) não houve mudanças significativas, resultando em um incremento de bit rate, em média, de apenas 0,014%, ou seja, insignificante.

O principal resultado que afeta a eficiência da codificação é o BD rate das vistas sintetizadas, onde o algoritmo SED obteve um incremento médio de 0,377% em bit rate para uma mesma qualidade de vídeo. Esta é uma perda consideravelmente pequena, no entanto o principal foco deste algoritmo é a redução da complexidade.

Considerando a complexidade total do codificador (textura e profundidade) foi possível obter um ganho de 6,8%, enquanto, se considerar a complexidade apenas do canal de profundidade foi possível obter um ganho de 11,4% em complexidade. Na avaliação deste algoritmo para a versão HTM-7.0, era possível obter uma redução de complexidade de aproximadamente 24%. Essa redução de 24% para 11,4% é explicada pelo fato de que a versão 10.2 do HTM removeu dois modos DMM completamente e, além disso, inseriu uma heurística antes de fazer a avaliação dos modos DMM. De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, é possível notar que o algoritmo SED pode ser utilizado de forma eficiente nesta versão do 3D-HEVC.

Isso demonstra que o algoritmo SED é capaz de obter uma relevante redução da complexidade a um baixo incremento de bit rate. Dessa forma, é recomendado seu uso para aplicações de vídeo 3D no padrão 3D-HEVC por possibilitar reduzir a complexidade computacional com uma baixa perda de eficiência da codificação.

Tabela 1 – Resultados da avaliação do SED no HTM-10.2.

Vídeo	BD rate Vídeo (%)	BD rate Sintetizados (%)	Redução da complexidade Total	Redução da complexidade Profundidade
Balloons	-0,019	0,179	6,2%	10,3%
Kendo	0,016	0,150	6,7%	11,1%
Newspaper_CC	0,033	1,420	7,9%	12,8%
GT_Fly	0,071	0,112	6,1%	11,1%
Poznan_Hall2	-0,055	0,286	8,0%	12,5%
Poznan_Street	-0,010	0,233	6,7%	11,7%
Undo_Dancer	0,064	0,256	5,8%	10,3%
1024x768	0,010	0,583	6,9%	11,4%
1920x1088	0,018	0,222	6,7%	11,4%
Média	0,014	0,377	6,8%	11,4%

4. CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou uma avaliação do algoritmo *Simplified Edge Detector* (SED) no HTM-10.2. O SED havia sido previamente avaliado em (SANCHEZ, 2014) para o HTM-7.0, apresentando resultados relevantes para a redução de complexidade. Como da versão 7.0 para a versão 10.2 houveram significativas mudanças no padrão, esta análise se torna interessante para determinar se o algoritmo SED ainda apresenta uma alta eficiência para a codificação de vídeos 3D no 3D-HEVC.

Ao avaliar o algoritmo SED segundo as Condições Comuns de Teste (CCT), foi possível obter uma redução de complexidade de 11,4%, considerando apenas a codificação de mapas de profundidade. Se for considerado o codificador completo, foi possível obter um ganho de 6,8%. Ao aplicar o algoritmo SED, houve um aumento de 0,377% em termos de bit rate, o que demonstra a qualidade do algoritmo proposto.

Comparado com os resultados obtidos anteriormente na versão 7.0, a redução de complexidade obtida pelo SED baixou de 24% para 11,4%. Isso ocorreu porque o HTM-10.2 inseriu diversos algoritmos de redução da complexidade para reduzir os modos DMM. De qualquer forma, esta avaliação provou que o algoritmo SED ainda é eficiente e pode ser utilizado concorrentemente com as heurísticas utilizadas no HTM-10.2.

Como trabalhos futuros, pretende-se desenvolver algoritmos mais eficazes em termos de qualidade da codificação que visem reduzir a complexidade da codificação.

Além disso, serão propostas e desenvolvidas arquiteturas de hardware dedicadas para a codificação de mapas de profundidade em tempo real.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

TECH, G.; WEGNER, K.; CHEN, Y.; YEA, S. **3D HEVC Test Model 3.**

Documento: JCT3V-C1005. Draft 3 of 3D-HEVC Test Model Description. Geneva, 2013.

MULLER, K. et al. 3D High-Efficiency Video Coding for Multi-View Video and Depth Data. **IEEE Transactions on Image Processing**, V. 22, n. 9, p. 3366 – 3378, 2013.

ITU-T. **SERIES H: AUDIOVISUAL AND MULTIMEDIA SYSTEMS. Infrastructure of audiovisual services – Coding of moving vídeo.** High efficiency video coding 2013.

RUSANOVSKYY, D.; MULLER, K.; VETRO, A. **Common Test Conditions on 3D Core experiments.** Documento: JCT3V-C1100. Geneva, 2013.

SANCHEZ, G. et al. **Complexity Reduction for 3D-HEVC Depth Maps Intra-Frame Prediction Using Simplified Edge Detector Algorithm.** IEEE International Conference on Image Processing. Paris, 2014.