

ALEX MACHADO BORGES

**Desenvolvimento de Arquitetura em Hardware para Pré-Codificação de Vídeo em
High Dynamic Range (HDR)**

Proposta de Trabalho de Conclusão de Curso
apresentada ao Centro de Desenvolvimento
Tecnológico da Universidade Federal de
Pelotas, como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Ciência da Computação

Orientador: Prof. (Nome do Professor)

Co-Orientador: Prof. (Nome do Professor)

Pelotas, março de 2015.

1 DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

1.1 Nome do Projeto

Desenvolvimento de Arquitetura em Hardware para Pré-Codificação de Vídeo em High Dynamic Range (HDR)

1.2 Local de Realização

Grupo de Arquiteturas e Circuitos Integrados / Centro de Desenvolvimento Tecnológico
/ Universidade Federal de Pelotas

1.3 Responsável pelo Projeto

Alex Machado Borges
amborges@inf.ufpel.edu.br

1.4 Professor Orientador

Prof. (Nome do Professor)

1.5 Professor Co-Orientador

Prof. (Nome do Professor)

2 SUMÁRIO EXECUTIVO

Com o passar dos anos, novas tecnologias e necessidades vão surgindo e sendo solucionadas. Uma dessas é a qualidade na reprodução de vídeos. Atualmente o grande foco de qualidade está em vídeos 4K de resolução, posteriormente os de 8K. Contudo, a quantidade de cores que esses vídeos têm apresentado sempre fora o mesmo, por isso, surgiu o desejo de se apresentar maior quantidade de cores ao telespectador. Para isso, está sendo desenvolvido os vídeos HDR (High Dynamic Range), cuja proposta é capturar um vídeo com qualidade superior, usando técnicas específicas, e usar mais bits para armazenar as cores captadas.

Os vídeos atuais trabalham com 8b por píxel de camada de cor (ou seja, 24 ou 32 bits para cores RGB ou RGBA), o HDR têm como proposta armazenar mais de duas vezes essa quantidade, possibilitando uma imagem mais próxima do real captado pelo olho humano.

Para tanto, se fez necessário o uso de valores em ponto flutuante para armazenar os dados, no lugar de inteiros, afim de manter o grande espectro de cores com uma redução de bits necessários para tal. Contudo, não há, ainda, equipamentos que sejam capazes de reproduzir tamanho espectro de cores e nem que realizam a compressão desses dados, há apenas softwares para uso em pesquisas, que transformam os dados em ponto flutuante de 16b (chamados de half-float) para inteiros de 10 ou 12 bits, ajustando a imagem quando necessário, e convertendo o vídeo original em uma versão tratável pelos softwares de codificação em voga nas pesquisas atuais (HEVC). E pensando num ambiente comercial, propõe-se a elaboração de um hardware que realiza o processo de preparação do vídeo original para aplicação em um ambiente de codificação de vídeo tradicional.

3 HISTÓRICO E JUSTIFICATIVA

Atualmente a qualidade dos vídeos só tem crescido, assim como a complexidade envolvida para codificação dos mesmos. A novidade do mercado é a resolução 4K de vídeos, as de pesquisa, é a resolução 8K. Ambas utilizam o software-padrão de codificação h.265, mais conhecido como HEVC. Os desenvolvedores do padrão, já pensando no próximo passo a ser dado na qualidade dos vídeos, propôs, no encontro de abril de 2014, a linha de pesquisa para vídeos High Dynamic Range (HDR) (Luthra et. al., 2014).

Todos os vídeos processados até o momento trabalham sempre com o mesmo espectro de cores, a quantidade de cores capazes de serem reproduzidas sempre se manteve fixa: 16.777.216, ou 8 bits por pixel para cada camada de cor (RGB, totalizando 24b por píxel). O HDR no entanto, que já é utilizado em alguns modelos de câmeras fotográficas, captura a imagem através de uma sequência de fotos utilizando ajustes de abertura de lentes diferentes, que depois são unidas por um processo particular de forma a manter as cores mais próximas do que é captado pelo olho humano. Nesse processo, é preciso armazenar a imagem em uma gama maior de bits, idealmente 17 ou mais, para cada camada de cor. Ou seja, mais do dobro bits por píxel são necessários (Luthra et. al., 2014).

Nisso, a Academy Color Encoding System (ACES), vinculada a Academia do Oscar, propôs o uso de um formato especialmente criado para esse fim, o armazenamento de imagens HDR, o openEXR, desenvolvido pela Industrial Light & Magic. Entre suas particularidades está o uso de meio-ponto-flutuante (half-float, possui 16bits) para armazenar os dados, que devido a sua precisão em casas decimais, consegue se aproximar bem de um inteiro de maiores bits. Os dados são comprimidos em um padrão de compressão chamado PIZ, que utiliza wavelenght e codificação de Huffman. Aqui, há quatro camadas de cores, RGBA, sendo esse último uma camada de transparência. Para se ter uma ideia da eficiência do openEXR, cada imagem 4K (4096x2160), que deveria ter um tamanho de 67,5MB, acabam tendo 53,1MB (redução

de 21%, e sem perdas). Contudo, ainda não existe um formato de vídeo nativo usando openEXR, logo, os vídeos brutos obtidos são na verdade uma pasta contendo todas os quadros que formam o vídeo. E usando somente a compressão padrão do formato exr, cada segundo desse vídeo (considerando 30fps) ultrapassa os 1,5GB, um filme de duas horas, já não seria capaz de ser guardado em nenhuma mídia de armazenamento popular (mais de 10TB). Inclusive, como bem comentado por Jones (Jones, 2014), não há no mercado um reprodutor de vídeo capaz de representar tamanha gama de cores, apesar da Dolby e Sony estarem empenhados em incluir em seus equipamentos, meios de reproduzir vídeos com profundidade de cores de até 12 bits.

Por isso, no encontro internacional de pesquisas na área de compressão de vídeo organizado pelo MPEG/JCT-VC, edição de abril de 2014, propuseram essa linha de pesquisa para incluir os vídeos HDR para serem tratados pelo software-padrão HEVC (Luthra et. al., 2014). Todo mundo têm em mãos um pequeno empecilho, não há reprodutores de vídeos HDR no mercado, como já comentado, e o HEVC não trabalha com dados em ponto flutuante. Assim, necessita-se de uma etapa inicial, que prepara os dados capturados para uso pelo HEVC. Essa etapa, chamada aqui de pré-codificador, transforma os dados em half-float para inteiros, de 10 ou 12 bits. Esse pré-codificador também ajusta a imagem sempre que necessário, corrigindo pequenas possíveis falhas. A instalação desse software pré-codificador pode ser encontrado no JCTVC-Q0085 (Mandel et. al., 2014).

Esse pré-codificador foi recomendado no referido encontro, é um software tão custoso em energia e tempo quanto o próprio HEVC, por trabalhar pixel a pixel, contendo vários cálculos matemáticos complexos e transformação de dados dividido em alguns níveis de profundidade, assim, obrigar um fabricante a manter uma cópia desse software em seu equipamento, afim de oferecer um gravador de HDR não é viável. Por isso, propõe-se o desenvolvimento de uma solução em hardware desse pré-codificador, possibilitando assim aos fabricantes de gravadores e celulares uma alternativa mais viável de oferecer aos seus clientes um equipamento que capte vídeos HDR em alta resolução.

Como já mencionado, essa linha de pesquisa iniciou-se no início do ano passado, não há, portanto, grandes inovações na área, ainda. Contribuições são sempre bem vindas, e soluções em hardware, principalmente as iniciais, são academicamente importantes, em vista de sua utilidade a nível de comparação e melhorias. Contribui-se com o desenvolvimento de um estado da arte.

.

4 OBJETIVOS E METAS

O objetivo central da proposta é o desenvolvimento de uma arquitetura em hardware capaz de realizar os processos do pré-codificador, descritos mais abaixo, analisando a possibilidade de usar o tipo de dados padrão do openEXR, que é o half-float, ou se utiliza de um tipo de dado ponto-fixado ou mesmo inteiro, dentro de uma margem de perdas aceitável, a ser definido durante a etapa de desenvolvimento.

As etapas do pré-codificador são divididas como se segue:

1. Abrir arquivo exr;
2. Aplicar as transformações e ajustes no quadro HDR, conforme o necessário e explicitado nos documentos padrões:
 - 2.1. Transformação RRT;
 - 2.2. Transformação ODT.
3. Salvar cada quadro em formato TIFF de 16 bits;
4. Transformar a sequência de quadros TIFF em um arquivo YUV, reconhecido pelo software-referência HEVC:
 - 4.1. Deslocar os dados para a direita, afim de ter somente 10 ou 12 bits por amostra.

As etapas 3 e 4, se possível, serão unidas de forma a não precisar dessa transformação extra de dados (exr → TIFF e TIFF → yuv, e sim exr → yuv diretamente). Ainda nessa quarta etapa, o arquivo yuv recomendado está no formato YDzDx, enquanto que o comumente usado pela academia é o YCbCr e similares. Ambos diferem no padrão de cores utilizado, CIE XYZ 1931 no YDzDx e BT.709 no YCbCr. Pretende-se, portanto, permitir qual sistema de cores será usado no arquivo de saída.

5 METODOLOGIA

Para alcançar todos os objetivos, e já pensando em unir as etapas 3 e 4 do pré-codificador, descritas no capítulo anterior, a metodologia que se deseja aplicar é a seguinte:

Inicialmente, estuda-se o software recomendado de pré-codificador (ctlRender), e desenvolve-se uma aplicação simples que abre os arquivos exr e salva em um yuv com sistema de cores YCbCr. Tendo foco maior no processo de abrir o arquivo exr, já que este vem codificado em PIZ, necessitando de uma análise mais cuidadosa, afim de abrir corretamente o arquivo original.

Paralelamente ao estudo inicial de abrir e salvar os quadros, analisa-se o uso de qual tipo de dados deve-se usar na construção do hardware: Se o de ponto-flutuante, que é o nativo do exr, ou um inteiro, que é o nativo do HEVC. Analisando a complexidade de resolução de cálculos matemáticos em ponto-flutuante versus o custo de construção de um hardware com grandes quantidades de bits (no caso do inteiro), ou ainda se utilizamos um ponto central entre ambos, com o tipo de dados ponto-fixo. Considerando ambos os pontos de vista: sem perdas de dados e com perdas de dados.

Quando por fim o tipo de dados for definido, e as etapas de abrir e salvar o arquivo estiverem funcionais, em hardware, inicia-se o processo de confecção do hardware para cálculos matemáticos mais complexos, nas etapas de transformações e ajustes dos quadros HDR.

Só então, estuda-se um meio de permitir múltiplos sistemas de cores como saída, pretende-se a possibilidade de permitir RGB, YCbCr e YDzDx.

6 PLANO DE ATIVIDADES E CRONOGRAMA

	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Estudar CTLRender											
Estudar openEXR											
Desenvolver Aplicação Sequencial do pré-codificador (Abrir Arquivo)											
Desenvolver Aplicação Sequencial do pré-codificador (Salvar Arquivo)											
Desenvolver Aplicação Sequencial do pré-codificador (Transformações CTL)											
Estudar uso de tipos de dados diferentes											
Transformar aplicação sequencial em código VHDL											
Testar vídeo no CTLRender											
Testar vídeo no Hardware proposto											
Comparar Resultados dos Testes											
Escrita de Monografia											
Entrega Monografia Intermediária											
Entrega Monografia Final											
Apresentação Final (Banca)											
Publicação Prevista		?		SIM	SBCCI	ICSPIE		CIC / VCIP			

¹Não lembro o nome do evento, mas tenho apontado a sigla no meu calendário de parede em casa.

REFERÊNCIAS

Jonas, Ron. **High Dynamic Range and HEVC Update**. Projector Reviews. 2014. Disponível em <http://www.projectorreviews.com/home-theater-and-projectors-the-technical-side/high-dynamic-range-and-hevc-update/>. Acessado em 14 de Janeiro de 2015.

Luthra, Ajay; François, Edouard; Husak, Walt. **Draft Requirements and Explorations for HDR/WCG Content Distribution and Storage**. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG2014/N14510. 2014. Disponível em: <http://mpeg.chiariglione.org/standards/exploration/high-dynamic-range-and-wide-colour-gamut-content-distribution/n14510-draft>. Acessado em 14 de Janeiro de 2015.

Mandel, Bill; Fogg, Chad; Helman, Jim. **High Dynamic Range / Wide Color Gamut workflow: JCTVC-Q0085**. Join Colaborative Team on Video Coding. 2014. Disponível em http://phenix.int-evry.fr/jct/doc_end_user/documents/17_Valencia/wg11/JCTVC-Q0085-v3.zip. Acessado em 14 de Janeiro de 2015.

7 ASSINATURAS

Alex Machado Borges
Proponente

Coloque aqui o nome do professor
Prof. Orientador