

Ferramenta para Ensino das Técnicas de Compressão de Vídeo utilizadas no Padrão MPEG-2

Ricardo Mércuri Miranda e Luiz Rômulo Mendes

Resumo—Este trabalho de Iniciação Científica tem como objetivo o desenvolvimento de um software para ensino das técnicas de compressão de vídeo utilizadas nos padrões MPEG-2. Este aplicativo será disponibilizado gratuitamente e poderá ser utilizado por alunos de cursos regulares de graduação e de cursos de curta duração para visualização e compreensão de técnicas como: transformada discreta do cosseno (DCT); codificação diferencial de quadros preditos (P) e interpolados (B); quantização; codificação de entropia (Huffman) e Run-Length; entre outras.

Como extensão deste trabalho, pretende-se incluir técnicas utilizadas no Padrão de Compressão de Vídeo H.264 (MPEG-4 parte 10), por exemplo, técnicas de predição intraquadros.

Palavras-Chave—Processamento Digital de Imagens, Vídeo Digital, TV Digital, Ferramentas Interativas para Ensino.

Abstract—This work presents a beta version of a software for teaching video compression techniques used in MPEG-2 Standard. This software is freeware and will be available for learning and understanding video compression techniques such as: discrete cosine transform (DCT); differential coding of frames; quantization; entropy coding (Huffman) and run-length; among others.

As extension of this work, the software will incorporate special video compression techniques used in H.264 (MPEG-4 part 10) Standard.

Index Terms—Digital Image Processing, Digital Video, Digital TV, Interactive Tools for Teaching.

I. INTRODUÇÃO

A importância da compressão de um sinal de vídeo digital pode ser ilustrada tomando como exemplo uma seqüência de vídeo em cores de 30 quadros por segundo, com cada quadro tendo uma dimensão de 1080 linhas e 1920 pixels por linha, sendo cada pixel representado por 24 bits (três componentes de cor, R, G e B - 8 bits por componente). Para se transmitir esta seqüência sem compressão, é necessária uma taxa de aproximadamente 1,5 Gbps (30 x 1080 x 1920 x 24). A esta taxa, seria inviável a transmissão de vídeo digital nos canais de 6, 7 ou 8 MHz, atualmente disponíveis e utilizados pelos sistemas analógicos. Desta forma, técnicas de compressão de vídeo que exploram as redundâncias espacial, temporal, estatística e psicovisual são essenciais, por exemplo, para

viabilizar os sistemas de TV Digital. Utilizando o Padrão de Compressão de Vídeo Digital MPEG-2 pode-se obter taxas de compressão de aproximadamente 75 vezes, reduzindo a taxa inicial de 1,5 Gbps para 20 Mbps, sem perda significativa de qualidade. Por este motivo, os países que já implantaram Sistemas de TV Digital escolheram o Padrão MPEG-2, que utiliza eficientes técnicas de compressão, baseadas na DCT (“Discrete Cosine Transform” - Transformada Discreta do Cosseno), codificação diferencial de quadros e codificação de entropia (Códigos de Huffman e Run-length).

Recentemente, foi desenvolvido um novo Padrão de Compressão de Vídeo, H.264 (MPEG-4 parte 10), que também utiliza as técnicas citadas anteriormente, além de incorporar outras técnicas como, por exemplo, predição intraquadro e outras técnicas de codificação de entropia. De fato, o H.264 apresenta desempenho superior ao MPEG-2, possibilitando taxas de compressão 2 a 3 vezes maior para uma mesma qualidade de reprodução. Desta forma, vários dos novos sistemas de transmissão de vídeo digital estão adotando o Padrão H.264.

II. APRESENTAÇÃO DO SOFTWARE

Este software tem como objetivo o ensino das técnicas de compressão de vídeo utilizadas nos padrões MPEG-2, tais com: Transformada Discreta do Cosseno (DCT); codificação diferencial de quadros preditos (P) e interpolados (B); quantização; codificação de entropia (Huffman e Run-Length); entre outras.

Serão apresentadas algumas telas do software para ilustrá-lo. A Figura 1 apresenta imagens de uma TV, onde são apresentadas as seqüências de vídeo, e de um controle remoto, através do qual é possível simular operações tais como mudança de canais (seleção da seqüência de vídeo) e pausa do vídeo durante exibição. Com a cena em pausa, pode-se selecionar um ou mais quadros que serão utilizados para ilustrar as técnicas de compressão de vídeo do MPEG-2.

A Figura 2 apresenta três quadros capturados. Supondo que foi selecionado um quadro intracodificado, este quadro pode ser apresentado em seus componentes RGB ou YCbCr. É possível também selecionar o formato de amostragem das crominâncias: 4:4:4, 4:2:2, ou 4:2:0. A Figura 3 apresenta um quadro no formato 4:2:0, decomposto em luminância e crominâncias. Observe que a luminância representa o quadro em tons de cinza, enquanto que as crominâncias foram representadas através de tons sintéticos de vermelho (Cr) e azul (Cb), já que visualmente não seria possível representa-las isoladamente.



Fig. 1 – Seleção da seqüência de vídeo e captura dos quadros.

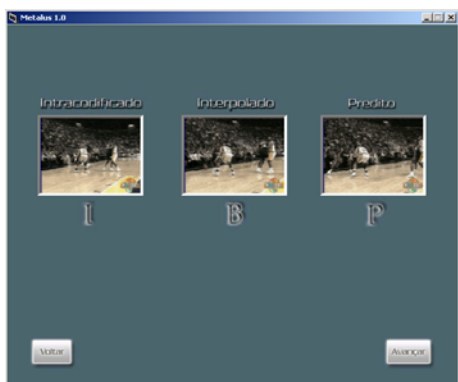


Fig. 2 – Três quadros capturados.

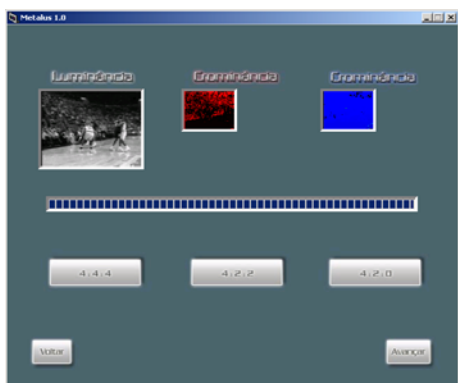


Fig. 3 – Quadro formato 4:2:0.

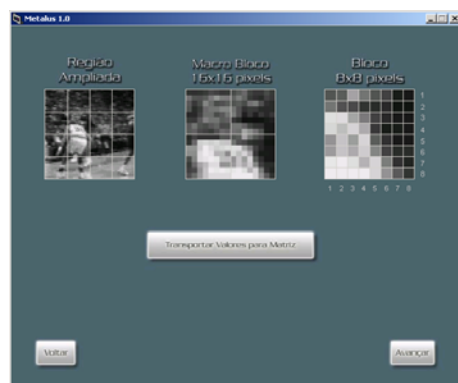


Fig. 4 – Seleção do bloco para cálculo da DCT.

Através de seleção com o mouse, pode-se ampliar uma região da matriz de luminância do quadro. Conforme apresentado na Figura 4, pode-se selecionar um macrobloco de 16x16 pixels, e, em seguida, um bloco de 8x8 pixels que será utilizado para o cálculo da DCT.

Após o cálculo da DCT, os coeficientes são quantizados e ordenados em zig-zag, conforme apresentado na Figura 5. As etapas posteriores consistem na codificação Run-Lenght e Huffman.

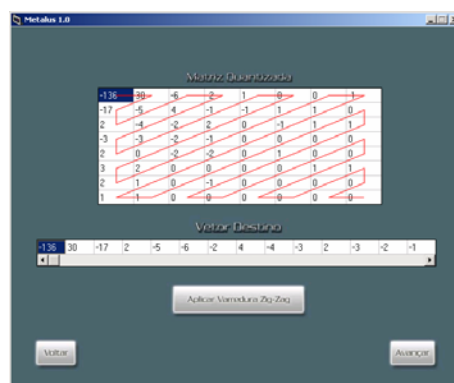


Fig. 5 – Varredura em zig-zag dos coeficientes quantizados da DCT.

III. CONCLUSÕES

Os sistemas de radiodifusão terrestre de TV digital estão tornando-se uma realidade em vários países do mundo. Daqui a algum tempo, também o Brasil estará iniciando a migração para esta nova tecnologia, que possibilitará reprodução de vídeo e áudio com melhor qualidade. Para viabilizar a transmissão de vídeo digital, é imprescindível a utilização de técnicas de compressão.

O processo de migração da TV analógica para a TV Digital demandará pessoal com bons conhecimentos técnicos na área. Desta forma, a ferramenta aqui proposta poderá ser utilizada no processo de capacitação destes profissionais. Esta ferramenta poderá ser usada em disciplinas regulares da graduação e cursos de curta duração para ilustrar de forma lúdica e didática as técnicas de compressão utilizadas pelos sistemas de TV Digital.

REFERÊNCIAS

- [1] ITU-T Recommendation H.262, ISO/IEC 13818-2, "Information Technology – Generic coding for moving pictures and associated audio information: Video," Aug. 1995.
- [2] B. G. Haskell, A. Puri, e A. N. Netrevali, Digital Video: An Introduction to MPEG-2. New York: Chapman & Hall, 1997.
- [3] L. R. Mendes, e Max H. M. Costa, "Transmissão de vídeo utilizando o padrão MPEG-2 em duas camadas," XV Simpósio Brasileiro de Telecomunicações, pp.585-589, setembro 1997, Recife PE.A.
- [4] L. R. Mendes, and Max H. M. Costa, "Two-scale Transmission of DCT-Coded Video over Lossy Packet Networks," ITS '98 Proceedings. SBT/IEEE International , Vol.: 2 , pp. 510-515, Aug. 1998
- [5] L. R. Mendes, Yuzo Iano, Vicente Idalberto B. Sablón, e René Togni Del Pietro, "Subsistema de Compressão e Codificação do Sinal de Vídeo dos Padrões HDTV (Parte II)", Revista do Instituto Nacional de Telecomunicações, pp. 19-27, vol. 03, abril de 2000.
- [6] L. R. Mendes e Vicente Idalberto B. Sablón, "TV Digital," Revista Ciência e Tecnologia – UNISAL, Ano VI, no 8, junho de 2003.