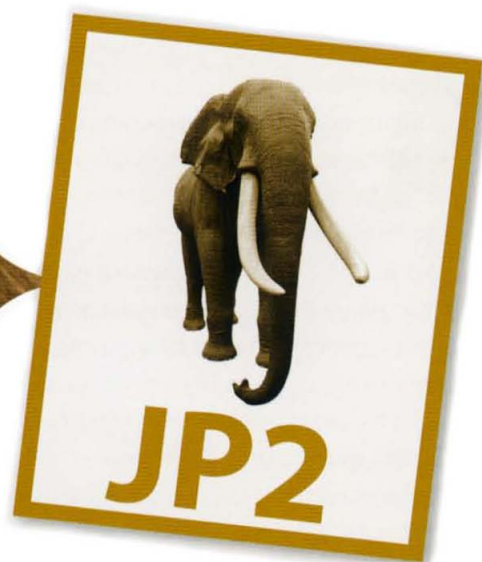
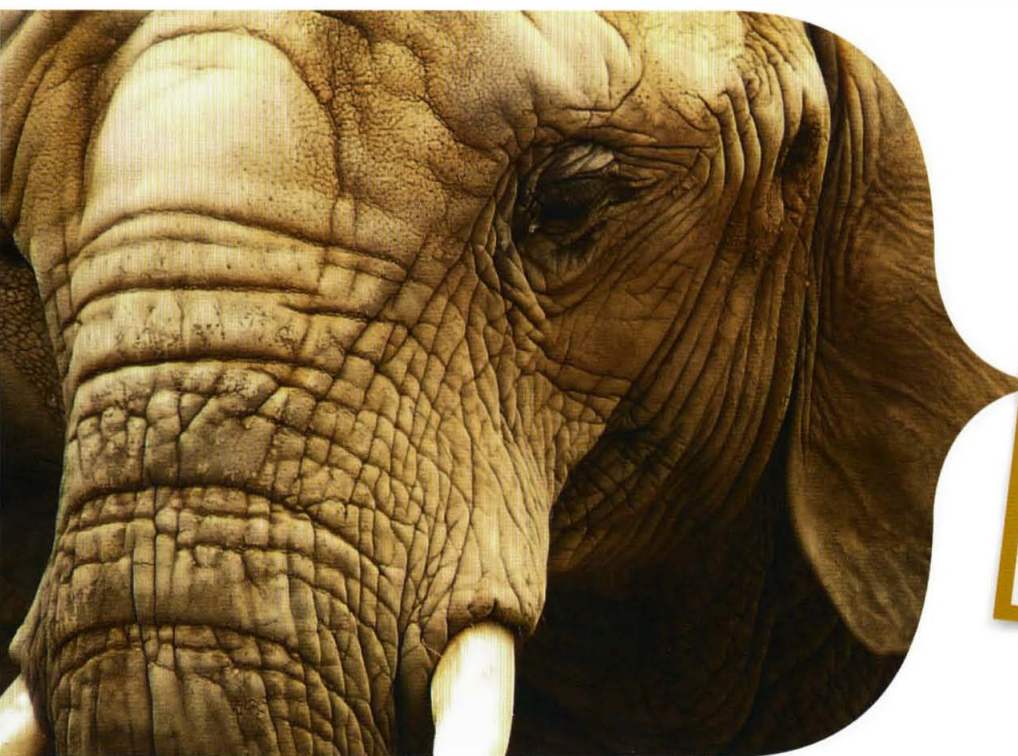


O FORMATO JPEG 2000, O SUCESSOR DO JPEG



INTRODUÇÃO

O formato JPEG 2000 (JP2) é um novo formato de compressão de imagens, que usa algoritmo matemático – transformadas *wavelet*, aprovado pelo *Joint Photographic Experts Group* (JPEG). A parte I deste novo padrão, que abrange a tecnologia de codificação e formatos base, foi publicada em 2000 como Norma Internacional ISO/IEC 15444-1.

Esse novo formato, identificado pela extensão de arquivo “.JP2”, oferece muito mais recursos e qualidade do que o JPEG tradicional. Ele permite a compressão sem perdas (*lossless*), compressão de alta qualidade, criação de representações em diferentes resoluções, decodificação seletiva e, também, o suporte a diferentes espaços de cores.

Possui definições para compressão com perdas, assim como o JPEG tradicional, e sem perdas, como o formato Zip. Os algoritmos se aplicam às imagens de tom contínuo, escala de cinza (*Grayscale*), bi-nível (*Bitmap*) ou imagens coloridas de câmeras digitais.

A norma especifica os processos de decodificação e conversão de dados de imagens comprimidas e os métodos para a descompressão dos dados da imagem e sua reconstrução; também especifica uma sintaxe de código com informações para interpretar os dados da imagem comprimida e um formato de arquivo; e fornece orientação sobre como construir processos de codificação para a conversão de dados de imagem de origem para os dados de imagem comprimida com orientações práticas de implementação.

A ALMA DO FORMATO: A TRANSFORMADA WAVELET

Para fazer interpretações do mundo real, analógico, em sinais digitais, como no caso da codificação e compactação de um arquivo de imagem, o algoritmo utilizado, em geral, é a tradicional *transformada de Fourier*.

No entanto, para a maioria dos sinais do mundo real (como música ou imagens), que têm duração limitada e alterações bruscas na frequência, a melhor maneira de se interpretar tais eventos é com *transformada wavelet*.

Esse método matemático tem grandes vantagens sobre o anterior, produzindo representações mais nítidas e de melhor qualidade.

A parte 1 da norma ISO 15444, ou simplesmente JPEG 2000, determina a estrutura geral do arquivo de uma imagem JPEG 2000 com extensão ".JP2". Um leitor de arquivos deve ser capaz de abrir e ler arquivos com extensão .JP2, que são criados com um codificador JP2 conforme.

CARACTERÍSTICAS INÉDITAS

Uma das características novas e interessantes do JPEG 2000 – e que possivelmente veremos implementadas em futuras aplicações – é a possibilidade dele acessar parte dos dados compactados sem ter que descompactar todo o arquivo. Com o *codestream* é possível localizar e extrair dados para transmissão, armazenamento, exposição ou edição. Esse acesso permite o armazenamento e recuperação de dados adequados para uma determinada aplicação, sem decodificação. Isso significa que o formato possui a capacidade de extrair dados comprimidos para formar uma imagem reconstruída com resolução mais baixa, ou áreas da imagem original, sem ter que descompactar toda a imagem.

Isso pode apontar para novas aplicações em que amostras de áreas da imagem podem ser extraídas e editadas ou transmitidas, com pouco uso de recursos computacionais, ou em que imagens extremamente grandes podem ser editadas ou lidas por pedaços, com um mínimo esforço computacional. Esperamos ver, no futuro, diferentes aplicações destas capacidades.

ELEMENTOS BÁSICOS DO FORMATO JPEG 2000

Há quatro elementos principais na estrutura do formato JPEG 2000:

- **Encoder:** o processo de codificação. Um codificador toma uma imagem digital e os parâmetros de conversão como fonte de entrada de dados e, por meio de um conjunto de procedimentos, gera como saída uma imagem comprimida.
- **Decoder:** dois processos em um só, a decodificação e transformação por amostras. Um decodificador recebe, como entrada, uma imagem comprimida e parâmetros, e, por meio de um conjunto de procedimentos, gera como saída uma imagem digital reconstruída.
- **Sintaxe do codestream:** A representação dos dados de uma imagem digital compactada que inclui todos os parâmetros utilizados no processo de codificação.
- **Formato de arquivo opcional:** O formato do arquivo é opcional para o intercâmbio entre os ambientes de aplicativos. A sintaxe *codestream* pode ser usada, independente do formato de arquivo.

Embora a parte 1 da norma JPEG 2000 determine a estrutura geral de um arquivo JP2, ela não especifica precisamente qual seria o algoritmo de *wavelet* utilizado, a taxa de compressão que deve ser aplicada, nem nenhuma das outras inúmeras opções que podem ser usadas durante a criação de um arquivo JP2, como tamanho do bloco de código, a ordem de progressão e as camadas de qualidade.

Portanto, dependendo da arquitetura do codificador (CorelDraw, Adobe Photoshop etc) duas imagens JP2 podem ter o mesmo tamanho, mas podem ter aparência e qualidade muito diferentes. Isso já acontecia no JPEG tradicional, onde, dependendo do algoritmo de compressão utilizado, duas imagens idênticas podem parecer muito diferentes, mesmo quando o tamanho do arquivo é similar.

Além disso, dependendo do uso a que se destina o arquivo comprimido JP2, podem haver outras opções de codificação complexas que precisariam ser especificadas em conformidade com a necessidade do cliente. A fim de tornar essas inúmeras opções mais fáceis de administrar, estão sendo definidos alguns parâmetros de codificação, tais como a especificação NPJE.

ESPECIFICAÇÕES NPJE E EPJE

NPJE e EPJE são especificações projetadas para “padronizar” o uso e parâmetros do JPEG 2000 da ISO. NPJE significa “Codificações preferidas de JPEG 2000 NSIF/NITF BILF” e é um padrão adotado nos fluxos de imagens da OTAN (Organização do Tratado do Atlântico Norte) e da *National Geospatial-Intelligence Agency* (NGA), dos EUA. O NPJE é otimizado para abrir rapidamente imagens e observar partes destas em alta resolução. Como esse padrão pode ter um desempenho insuficiente em outras aplicações, a NGA está estudando um outro padrão, chamado EPJE (Exploração por codificações preferidas de JPEG), que seria otimizado para visualização de imagens em baixa resolução.

COMO FUNCIONA A CODIFICAÇÃO NO FORMATO JPEG 2000

No formato JP2 existe uma característica que se chama transcodificação. Isso porque o JP2 é um formato não estático, permitindo que o arquivo ainda possa ser comprimido, internamente reorganizado para uma utilização mais eficiente, recortado, escalado, rotacionado. Essas operações acontecem dentro do espaço de *wavelet* JP2, não há necessidade de se “descodificar/recodificar” como outros formatos normalmente exigem. **As inovações do transcoder JPEG 2000 são significativas o suficiente para levar não somente a fluxos de trabalho mais rápidos, mas a outros inteiramente novos.**

No contexto da codificação JPEG 2000 a “ordem da progressão” é aquela na qual os pedaços relevantes de informação do arquivo são armazenados. A ordenação dessas informações pode afetar muito a velocidade em que se visualizam as imagens JP2. Por exemplo, uma ordem de progressão pode ser otimizada para a visualização de imagens com um forte zoom, enquanto uma outra ordem de progressão pode ser otimizada para visualização de imagens na proporção de 1:1. Com o JPEG 2000, a decisão da ordem de progressão deve ser feita no momento em que as imagens são codificadas. A codificação se inicia aplicando duas transformações fundamentais aos dados da imagem: a *transformada wavelet* e um codificador aritmético. Os pixels da imagem original são primeiramente transformados em coeficientes *wavelet* agrupados em pequenos “blocos”. Os níveis de zoom (representações da imagem em diferentes

resoluções definidas pela largura e altura em pixels) são criados no estágio da aplicação da transformada *wavelet*. Uma vez no espaço de *wavelet*, os dados são passados por um codificador aritmético, que os comprime sem perdas e os arranja na ordem mais eficiente de acesso. O codificador aritmético identifica redundâncias e outras ineficiências nas cadeias de bits que compõem a imagem, e produz um arquivo de tamanho menor. É importante notar que nem todos os bits são igualmente importantes. Os bits “mais significativos” constituem a parte principal da representação visual da imagem, enquanto os bits “menos significativos” proporcionam melhor nível de detalhamento da imagem. Durante a codificação aritmética, os dados são organizados em grupos chamados de “planos de bits”. Uma camada com os mais relevantes e outras com os menos relevantes. Um arquivo JPEG 2000, no fundo, é uma coleção ordenada e eficiente de “planos de bits”.

Quando se escolhe uma compressão sem perda (*lossless*) todos os planos de bits são preservados. Quando se escolhe uma compressão com perda (*lossy*) ocorre uma escolha de “planos de bits” mais significativos, com uma redução correspondente na qualidade ou nos detalhes da imagem final. É interessante observar que, uma vez organizada a imagem em camadas significativas, a eliminação de uma delas pode representar pouca perda de qualidade na imagem final *lossy*.



Fig. 1 • Menu de salvamento do Photoshop com opção para o formato JPEG 2000



Fig. 2 • Submenu do Photoshop com todos os ajustes do JPEG 2000, lossy, lossless, e controles sobre o método de compressão e tamanho de amostras

UM EXEMPLO DA VIDA REAL

Foi selecionada uma imagem capturada em condições de iluminação não ideais, com uma Canon EOS 50D (Figura 3). Em seguida, a imagem foi aberta no Photoshop CS5 e salva em diversos formatos: no formato original; TIFF sem compressão; TIFF com compressão LZW; no formato JPEG 2000 sem perda (*lossless*); no formato JPEG 2000 com perda (*lossy*) e no formato JPEG com qualidade 9. Abaixo, a Tabela 1 mostra os espaços ocupados em disco por cada formato de arquivo da imagem.

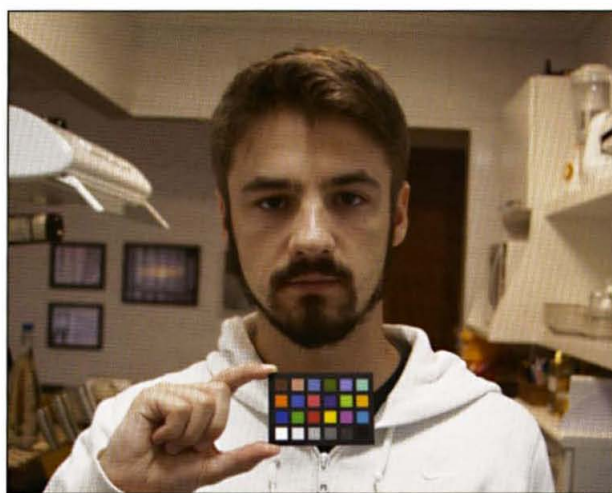


Fig. 3 • Imagem de alta resolução, originalmente no formato TIFF

Tipo de arquivo	Tamanho	% de redução
Imagem TIFF	45,3 Mb	0%
Imagem TIFF zipada int	22,4 Mb	50%
Imagem JP2000 Lossless	15,5 Mb	34%
Imagem JP2000 Lossy	2,9 Mb	6,50%
Imagem JPEG 9	2,8 Mb	6,10%

Tabela 1 • Comparativo entre diferentes codificações de arquivos e o JPEG 2000

Fica evidente que a principal vantagem está no uso para compressão sem perda, JPEG 2000 (*lossless*). É possível que, no futuro, se houver um diferencial notável de qualidade e velocidade em relação ao atual JPEG, o formato *lossy* possa ser adotado em publicações físicas ou eletrônicas online e/ou off-line.

AS ATUAIS APLICAÇÕES

No momento, as principais aplicações de editoração, o InDesign e o Illustrator CS4 e CS5, não aceitam imagens codificadas em JPEG 2000 enquanto aceitam imagens codificadas no formato JPEG tradicional. Devemos esperar para ver a eficácia desse formato. Além disso, se for levado em conta que há um “custo” de tempo de espera para a conversão (alto consumo de CPU), sua adoção pode demorar mais algumas gerações de aplicativos. No entanto, a maior qualidade com maiores níveis de compressão em relação ao formato JPEG atual devem garantir um lugar ao sol para o JPEG 2000. ▴

bmortara@pratadacasa.com.br