



Instituto Politécnico de Tomar
Escola Superior de Tecnologia de Tomar
Departamento de Engenharia Informática
Unidade Curricular de Introdução à Tecnologia

Compressão de Imagens de Tipo Fotográfico - Formato JPEG

José M. Palma R. Ramos
docente

Resumo

Com o desenvolvimento da era digital e das drásticas alterações que esta trouxe à representação da informação, no caso especial das imagens verifica-se, cada vez mais, a substituição dos formatos analógicos pelos digitais. Com esta evolução, entra em cena um problema: como armazenar e transmitir o volume de dados resultante dessas tecnologias? Uma alternativa muito utilizada na representação e transmissão de imagens pela Internet é a compressão de imagens. As técnicas de compressão podem ser classificadas em compressão sem perdas (lossless) e compressão com perdas (lossy), sendo que as técnicas do segundo grupo são aquelas que oferecem uma maior taxa de redução do volume de dados. No entanto, a compressão com perdas, mesmo que invisíveis ao olho humano, podem prejudicar processos de análise ou de restituição digital de imagens com especiais exigências. O formato JPEG é um standard para a compressão com perdas (lossy) de imagens de tipo fotográfico com uma única exigência: serem indistinguíveis das fotos originais pelo olho humano.

Introdução – Imagens Digitais

Uma imagem digital, ou "bitmap" consiste numa malha de pontos, os "pixels", cada um dos quais é definido por um valor numérico correspondente à sua cor. De entre vários tipos de imagens digitais podemos distinguir, genericamente, as "imagens realistas", como fotografias ou composições artísticas, com elevada variedade de diferentes cores e respectivas graduações, e as "imagens não realistas", como gráficos, esquemas, diagramas, cartoons, etc., com pouca variedade de cores e consistindo essencialmente em linhas e manchas homogêneas de cor.

A quantidade de cores diferentes numa imagem digital estabelece o número de bits associado a cada pixel. Esta ideia está exemplificada a seguir:

- Desenhos a preto sobre fundo branco (ou vice-versa, portanto, apenas duas cores) poderão ser representados por um só bit por pixel: por exemplo, usando 0 para o preto e 1 para o branco.
- Imagens em escala de cinzentos ("grayscale"), como as popularmente, mas impropriamente, designadas por "fotografias a preto e branco", necessitam de 256 graduações de cinzento (entre o preto e o branco), ou seja, 8 bits por pixel (1 byte): por exemplo, usando 0 para o preto, 255 para o branco e de 1 a 254 para as restantes graduações de cinzentos; o mesmo se aplica a imagens com reduzida variedade de

cores, desde que não se ultrapassem as 256 cores diferentes, em que cada diferente cor será codificada por um número entre 0 e 255.

- Fotografias a cores ou quaisquer outros tipos afins de imagem com mais elevada variedade cromática podem comportar milhares ou milhões de cores diferentes; nestes casos é comum aplicar-se 24 bits por pixel (3 bytes), o que permite representar um máximo de 16.777.216 cores.

Compressão sem perdas (lossless)

Em 1984, e na sequência de anteriores desenvolvimentos, Abraham Lempel, Jacob Ziv e Terry Welch apresentaram o algoritmo LZW (Lempel-Ziv-Welch) capaz de comprimir e descomprimir ficheiros, por exemplo de texto, sem qualquer perda ou corrupção de informação no processo de compressão-descompressão. Este algoritmo servia para qualquer sistema alfabético, dado que qualquer um poderia codificar cada caractere tipográfico num espaço de codificação de até 256 caracteres (1 byte).

Posteriormente, em 1987, a CIS - CompuServe Information Services desenvolveu um formato de compressão de ficheiros de imagem, designado por GIF (Graphics Interchange Format), utilizando uma variante do mesmo algoritmo LZW, que, em analogia com o processo de compressão de ficheiros de texto, desta vez, era utilizado para comprimir e descomprimir, sem qualquer perda ou corrupção de informação, ficheiros de imagem com até 256 cores diferentes.

Se a compressão de textos é útil para reduzir a dimensão das respectivas representações computacionais, especialmente quando se trata de extensos documentos, já a compressão de imagens se torna absolutamente indispensável. Uma imagem corrente requer muito mais capacidade de representação computacional do que um texto corrente. Por exemplo, um texto puro (isto é, sem formatos de edição e sem qualquer compressão), digamos, de 10 páginas A4, poderá corresponder a cerca de 25.000 caracteres, isto é, a 25 Kb de informação. Ora, uma fotografia a cores capaz de produzir uma impressão minimamente aceitável numa só página A4, tendo, digamos, uma dimensão de 400x600 pixels, corresponde, no seu formato cru (isto é, quando não comprimida), a 400x600x3 bytes, isto é, a 720 Kb! Assim, sem compressão, as imagens seriam terrivelmente pesadas de armazenar e, pior ainda, de transferir.

Porém, como se depreende da sua natureza, o formato GIF tem, para já, uma grave limitação: não permite a compressão de imagens com "profundidade de cor" superior a 8 bits (isto é, com mais do que 256 diferentes cores). Para imagens realistas (fotografias a cores ou afins), em que as cores diferentes se contam por milhares ou milhões, a solução era aplicar-lhes, primeiro, um processo de "redução de paleta", que reduzia os milhares ou milhões de diferentes cores a um conjunto das, no máximo, 256 cores mais próximas daquelas, o que produzia um

efeito muito visível de perda de detalhes, ou acrescentar a essa "redução de paleta" um processo de "dithering" que consistia em utilizar aglomerações de pixels de modo a simular cores intermédias, o que produzia um bem visível efeito granular nas imagens. De uma maneira ou de outra, a compressão GIF de fotografias a cores implicaria numa intolerável perda da informação visual daquelas.

Compressão com perdas (lossy)

No entanto, se a perda de informação é absolutamente intolerável na compressão de textos, ela pode ser tolerável na compressão de imagens, especialmente no caso (ainda por resolver até 1992) das imagens fotográficas, desde que essa perda de informação não seja sensível ao olho humano. Assim, no final da década de 80 do século passado, intensificou-se a procura de processos de compressão-descompressão de imagens fotográficas que permitissem uma substancial redução do volume de representação computacional desse tipo de imagens digitais, à custa da tolerância do olho humano às perdas de informação que estivessem envolvidas.

O Formato JPEG

Em 1986 é criado o Joint Photographic Experts Group que irá criar o formato JPEG em 1992 e aprová-lo em comissão de normalização, em 1994, sob a referência ISO 10918-1. A partir daí, o JPEG tornou-se num standard para o armazenamento de "imagens realistas" ou, se quisermos, de tipo fotográfico.

No JPEG, o grau de compressão pode ser controlado, variando os parâmetros da quantização. Quanto maior for a compressão, menor será o tamanho do ficheiro. Porém, quanto maior a compressão, maior será a perda de informação.

O JPEG é muito eficiente em imagens de tons contínuos, tais como fotografias a cores, e menos eficiente em gráficos (line art), onde a quantidade de tons diferentes é menor e existem linhas e variações bruscas de tom, para as quais é mais adequado o formato de compressão GIF.

O JPEG permite graus de compressão de 10:1 a 20:1 sem perdas visíveis na qualidade da imagem. Graus de compressão de 30:1 a 50:1 podem ser atingidos com perda moderada de qualidade, enquanto imagens com qualidade baixa podem ser geradas permitindo uma compressão de 100:1.

O Processo de Compressão JPEG

Embora não seja objectivo da disciplina de Introdução à Tecnologia o conhecimento mais profundo do processo de compressão JPEG, apresentamo-lo de uma forma muito simplificada e, meramente, a título informativo, para efeitos de futuras pesquisas por parte dos alunos.

Assim, a compressão JPEG é composta por quatro passos principais:

1. **Conversão e Downsampling:** O padrão de compressão JPEG apresenta maior desempenho para espaços de cores do tipo "luminância e cromaticidade", pois as respectivas componentes são mais adequadas do que as do formato RGB, facilitando a eliminação de informações menos relevantes para o olho humano. Desta forma, a primeira operação que um compressor JPEG deve realizar é a conversão do espaço de cores da imagem de entrada, em RGB, para um formato do tipo luminância (percepção de claro-escuro) e cromaticidade (percepção de cor). Na prática, o espaço de cores mais utilizado é o YCbCr (utilizado nos sistemas de TV e vídeo). Com a imagem em YCbCr, é efectuada a operação de "downsampling". Esta operação fundamenta-se na constatação de que a informação da luminância (Y) é a mais relevante para a percepção do olho humano do que a informação da cromaticidade (Cb e Cr). Assim, as componentes de cromaticidade têm a sua taxa de amostragem diminuída e a informação de cromaticidade de um único pixel é, então, associada a vários pixels.
2. **Transformação:** a Transformada Discreta de Cosenos (DCT) é usada com a finalidade de reduzir a correlação entre pixels na imagem e a faixa de variação dos valores a serem tratados. Esta operação é aplicada a blocos de 8x8 pixels na imagem, sendo cada bloco tratado de maneira independente. Após esta transformação, a imagem original é transformada num novo domínio de frequências.
3. **Quantização:** neste passo os valores resultantes da transformação são reduzidos a um número finito de valores inteiros, em que a quantidade de símbolos é reduzida. Esta redução é responsável por uma certa degradação da qualidade da imagem. Como na quantização os valores são arredondados a valores inteiros, valores extremamente pequenos, que ocorrem no canto inferior direito da matriz 8x8, tornam-se nulos. Assim a quantização caracteriza um processo de perda.
4. **Codificação:** Os valores quantizados são então reordenados, fazendo um varrimento da região 8x8 em zig-zag, começando no pixel superior esquerdo, onde se localiza o maior valor, até o pixel inferior direito, onde se encontra o menor valor, geralmente zero. Esta cadeia é então codificada usando um algoritmo de compressão sem perdas, como o de Huffman.

Bibliografia:

Não é apresentada qualquer bibliografia já que um dos trabalhos propostos aos alunos consiste na pesquisa de referências bibliográficas, em formato impresso ou digital, que tratem do tema exposto no presente texto.