

Compressão de Sinais (compactação/codificação)

Compressão de Sinais

- Compressão de dados é uma forma de codificar um certo conjunto de informações de maneira que o código gerado seja menor que o fonte;
- Importante em aplicações multimídia.

Compressão de Sinais

Uma aplicação multimídia típica contém mais de 30 minutos de vídeo, 2000 imagens e 40 minutos de som estéreo.

Sendo assim, a aplicação necessitaria, caso não fosse aplicada nenhuma compressão, de aproximadamente 50 GBytes para armazenar o vídeo, 15 Gbytes para armazenar as imagens e 0,4 GBytes para armazenar o áudio.

Compressão de Sinais

O que significa um total de 65,4 GBytes de armazenamento no disco. Assim é extremamente necessária a utilização de técnicas de compressão de dados multimídia para viabilizar o armazenamento destas informações.

Compressão de Sinais

- Razão de compressão - estabelece uma relação entre o número de bits de uma informação que se tinha antes da compressão com o número de bits que se obtém após a compressão:

$$\text{Razão de Compressão} = \frac{B_0}{B_1}$$

- Quanto maior o seu valor, melhor a compressão do sinal.

Compressão de Sinais

Técnicas de compressão de dados multimídia exploram basicamente dois fatores:

- a redundância de dados; e
- as propriedades da percepção humana.

Compressão de Sinais

Redundância em áudio digital

- Similaridade em amostras adjacentes
 - ♦ Redundância temporal;
 - ♦ O próximo valor pode ser previsto baseado no valor atual;
- Remoção do silêncio
- Codificação preditiva

Compressão de Sinais

Redundância em imagem digital

- Similaridade entre pixels vizinhos
 - ♦ Redundância espacial;
 - ♦ Regiões homogêneas;
 - ♦ Codificação preditiva.



Compressão de Sinais

Redundância em vídeo digital

- Similaridade em frames adjacentes:
 - ♦ Redundância espacial;
 - ♦ Redundância temporal.
- Codificação preditiva

Compressão de Sinais

Propriedades da percepção humana

- As pessoas podem tolerar pequenos erros na informação processada
 - ♦ A informação processada não representa exatamente a informação original;
 - ♦ Existem aplicações onde isto é inadmissível.

Compressão de Sinais

Propriedades da percepção humana

- Em áudio, frequências inaudíveis podem ser desconsideradas;
 - ♦ Em que isso afeta na qualidade?
- Em imagens e vídeos, a intensidade luminosa é muito mais importante que a cor.

Compressão de Sinais

Técnicas de compressão com e sem perda

- ♦ Sem perda: se a informação, após sua compressão, pode ser exatamente reconstruída;
- ♦ Com perda: utilizadas para compressão de áudio, imagens e vídeos, onde erros e perdas são toleráveis.

Compressão de Sinais

Técnicas de compressão com e sem perda

- Sem perda:
 - ♦ utilizada para comprimir programas e documentos legais ou médicos;
 - ♦ exploram apenas estatísticas de dados (redundância de dados);
 - ♦ baixa taxa de compressão.

Compressão de Sinais

Técnicas de compressão com e sem perda

- Com perda:
 - ♦ muito utilizada em multimídia;
 - ♦ baseadas em redundância de dados e propriedades da percepção humana;
 - ♦ altas taxas de compressão.

Compressão de Sinais

Técnicas sem perdas

- Codificação por entropia:
 - ♦ trata de cadeias de bits sem levar em conta seu significado;
 - ♦ totalmente reversível;
 - ♦ exemplos: *run-length*, *Huffman* e *Lempel-Ziv-Welch (LZW)*.

Compressão de Sinais

- Codificação por entropia:
 - a entropia é a medida do conteúdo de informação;
 - se a entropia é alta, a informação tende a não ter muita correlação. Ou seja, a informação contém muita aleatoriedade e pouca redundância;
 - se a entropia é baixa, a informação é mais previsível, contém pequena aleatoriedade e sua redundância é alta.

Compressão de Sinais

Técnicas com perdas

- Codificação "na origem":
 - ♦ processa o dado original distinguindo o que é relevante e o que é irrelevante;
 - ♦ levam em consideração a semântica dos dados;
 - ♦ removendo os dados irrelevantes comprime o dado original;
 - ♦ exemplo: *DCT (transformada discreta do cosseno)*.

Compressão de Sinais

Técnicas com perdas

- Codificação híbrida:
 - ♦ combinação de técnicas de entropia com codificação na origem;
 - ♦ exemplos: padrões JPEG e MPEG.

Compressão de Sinais

- O rápido crescimento de aplicações em multimídia como teleconferência e televisão digital (HDTV) vêm aumentando a necessidade de técnicas de compressão de imagens efetivas e padronizadas;
- Entre estes padrões estão o JPEG (para compressão de imagens paradas) e o MPEG (para compressão de vídeo).

Compressão de Sinais

- Devido a sua importância, estudaremos o padrão JPEG (*Joint Photographic Experts Group*) que tem por base a TDC e que alcança as mais altas taxas de compressão;
- Grosso modo, a compressão JPEG pode ser dividida em três etapas: a DCT, a quantização e uma codificação entrópica.

Compressão JPEG

- A imagem tem que ser particionada em várias subimagens para a aplicação da transformada;
- Inicialmente a imagem é subdividida em blocos 8 x 8 (convenção);
 - ♦ a escolha do tamanho dos blocos está relacionada com a complexidade da TDC;
 - ♦ e também buscar uma maior correlação entre as amostras do sinal de entrada.

Aplicação da TDC

- Posteriormente, a TDC é aplicada aos blocos;
- As imagens deixam de ser representadas no domínio espacial (linhas e colunas) e passam a ser representadas no domínio da frequência.

Aplicação da TDC



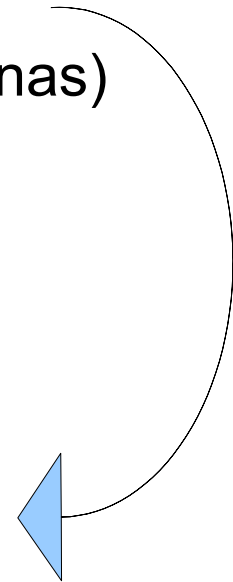
140	144	147	140	140	155	179	175
144	152	140	147	140	148	167	179
152	155	136	167	163	162	152	172
168	145	156	160	152	155	136	160
162	148	156	148	140	136	147	162
147	167	140	155	155	140	136	162
136	156	123	167	162	144	140	147
148	155	136	155	152	147	147	136

Aplicação da TDC

140	144	147	140	140	155	179	175
144	152	140	147	140	148	167	179
152	155	136	167	163	162	152	172
168	145	156	160	152	155	136	160
162	148	156	148	140	136	147	162
147	167	140	155	155	140	136	162
136	156	123	167	162	144	140	147
148	155	136	155	152	147	147	136

TDC
(um bloco apenas)

186	-18	15	-9	23	-9	-14	19
21	-34	26	-9	-11	11	14	7
-10	-24	-2	6	-18	3	-20	-1
-8	-5	14	-15	-8	-3	-3	8
-3	10	8	1	-11	18	18	15
4	-2	-18	8	8	-4	1	-7
9	1	-3	4	-1	-7	-1	-2
0	-8	-2	2	1	4	-6	0



Aplicação da TDC

Observações:

- Frequentemente, para imagens coloridas, a TDC não é aplicada no espaço de cores RGB e sim no YCbCr;
- Quando for este o caso, antes da aplicação da TDC, as componentes de crominância podem ser sub-amostradas;
- Antes de proceder com a TDC, a componente Y, tem seus valores subtraídos por 128 (transformar o bloco em uma imagem 8 x 8 com média 0).

Aplicação da TDC

Definição (DCT bidimensional):

$$F(u, v) = \frac{C(u)C(v)}{4} \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 \cos \frac{(2i+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2j+1)v\pi}{16} f(i, j)$$

onde:

- ▶ i e u variam entre $[0, 8]$;
- ▶ j e v variam entre $[0, 8]$;
- ▶ As constantes $C(u)$ e $C(v)$ são:

$$C(\epsilon) = \begin{cases} \frac{\sqrt{2}}{2} & \text{se } \epsilon = 0 \\ 1 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Aplicação da TDC

A transformada inversa é:

$$\tilde{f}(i, j) = \sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 \frac{C(u)C(v)}{4} \cos \frac{(2i+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2j+1)v\pi}{16} F(u, v)$$

A Quantização

- Os dados gerados pela TDC ocupam mais espaço do que a imagem original, uma vez que são valores reais;
- Devido a isso, a próxima etapa é a quantização, que consiste em reduzir o número de bits necessário para armazenar um valor;
- É nessa etapa que ocorrem as perdas (única irreversível).

A Quantização

- O processo de quantização é baseado em uma matriz definida por:

$$Q[i,j] = 1 + (1 + i + j) * \text{fator_de_qualidade}$$

onde fator_de_qualidade pode variar de 1 a 25.

- Os coeficientes associados as mais altas frequências são os que sofrem as maiores reduções.

A Quantização

Os valores quantizados são dados por:

$$ValorQuantizado[i][j] = \frac{TDC[i][j]}{Q[i][j]}$$

onde os valores são convertidos para inteiros.

A Quantização

186	-18	15	-9	23	-9	-14	19
21	-34	26	-9	-11	11	14	7
-10	-24	-2	6	-18	3	-20	-1
-8	-5	14	-15	-8	-3	-3	8
-3	10	8	1	-11	18	18	15
4	-2	-18	8	8	-4	1	-7
9	1	-3	4	-1	-7	-1	-2
0	-8	-2	2	1	4	-6	0

TDC antes
da quantização

Após a quantização
com um fator de
qualidade 2

62	-3	2	-1	2	0	0	1
4	-4	2	0	0	0	0	0
-1	-2	0	0	-1	0	-1	0
0	0	1	-1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	-1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

A Quantização



Fator de qualidade 2

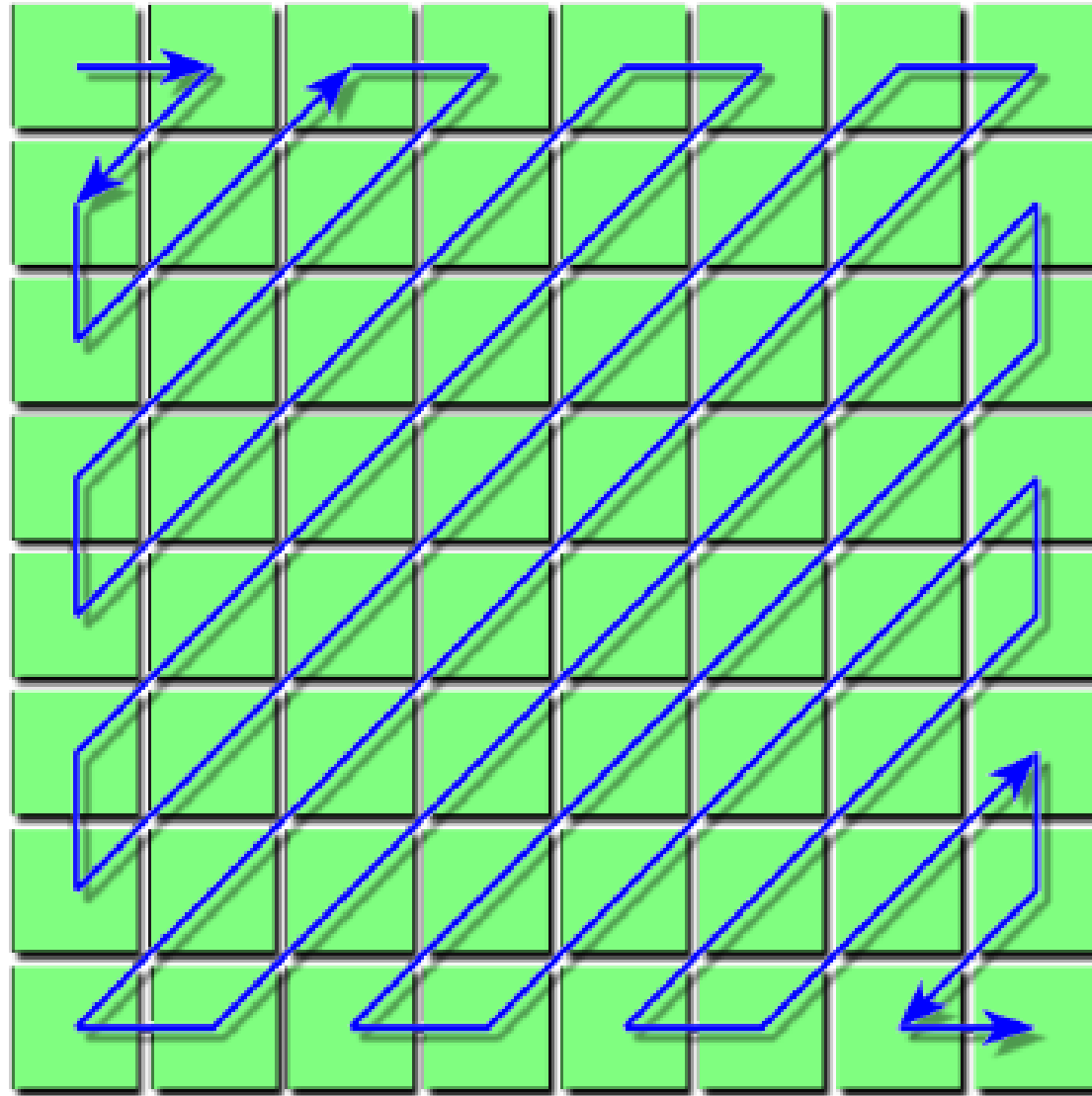


Fator de qualidade 25

Codificação Entrópica

- Run-Length Coding (RLC);
- Codificação Huffman.

Codificação Run-Length



Passos da Compressão JPEG

Diagrama de Blocos

