

CAP 2. COMPRESSÃO DE DADOS MULTIMÍDIA

Aula 1: Necessidades e Princípios da Compressão

INE5431 Sistemas Multimídia

Prof. Roberto Willrich (INE/UFSC)

roberto.willrich@ufsc.br

<https://moodle.ufsc.br>

Cap 3. Compressão de Dados Multimídia

Conteúdo:

- Necessidade de compressão
- Entropia: Teorema da codificação da fonte
- Princípios da compressão
- Classificação das técnicas de compressão
- Medição do desempenho de compressão
- Técnicas de compressão sem perdas
 - RLE, Huffman, LZW (GIF), (A)DPCM
- Técnicas de compressão de áudio, vídeo e imagens
- Padrões de compressão multimídia
 - JPEG, MPEG, MPEG-4, H.261, H.263

Necessidade da compressão

Técnicas de compressão são essenciais para as aplicações multimídia, devido

- ao grande requisito de espaço para armazenamento de dados multimídia
- ao fato que a largura de banda da rede e de dispositivos de armazenamento pode não permitir a transmissão de dados multimídia de alta qualidade em tempo-real sem compressão

Necessidade da compressão

Requisitos de espaço para armazenamento

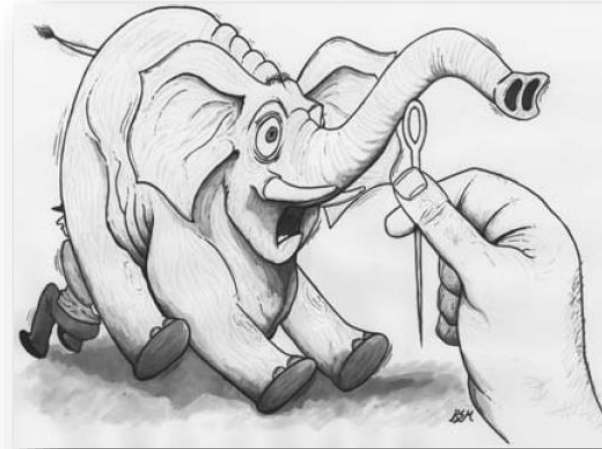
<i>Aplicações</i>	<i>Requisitos de Armazenamento (MBytes)</i>
<i>Livro de 500 páginas</i>	1
<i>100 imagens monocr.</i>	7
<i>100 imagens coloridas</i>	100
<i>1h de áudio qual. telefone</i>	28,8
<i>1h de Áudio-CD</i>	635
<i>1h Vídeo qual. VHS</i>	24300
<i>1h TV</i>	97000
<i>1h HDTV</i>	389000

- É necessária a utilização de técnicas de compressão de dados multimídia para viabilizar o armazenamento

Necessidade da compressão

Requisitos de largura de banda

Aplicações	Taxa de bits (Kbps)
CD-Audio	1.411
DAT	1.536
Telefone Digital	64
Radio digital, long play DAT	1.024
DVD	249.600
SDTV	486.600
HDTV	2.986.000



- Transmissão de som de qualidade CD não compactado
 - é possível em redes locais
 - 10, 100, 1000 Mbps
 - redes de media e longa distância depende da taxa de upload
- Transmissão de vídeo de qualidade televisão
 - incompatível com qualquer rede local e transmissão em WAN

Necessidade da compressão

Pequena largura de banda dos dispositivos de armazenamento

- Dispositivo de armazenamento deveria ter uma taxa de 186,6 MB/s para apresentar um vídeo em tempo real de 1920x1080 pixels a 24 bits por pixel e 30 fps
 - USB 1.1 12Mbps => 1,5 MB/s
 - USB 2 480Mbps => 60 MB/s
 - HDD => 80MB/s a 160MB/s
 - SSD => 200MB/s a 550MB/s (permitiria apresentar o vídeo em tempo-real)
- Compactação da mídia permite a redução dos requisitos de taxa de bits na transferência da unidade de armazenamento

Necessidade da compressão

Conclusão

- É necessário compactação afim de armazenar, apresentar e transmitir informações multimídia
- técnicas de compressão modernas reduzem os requisitos de armazenamento e portanto os requisitos de largura de banda da rede e do dispositivo de armazenamento

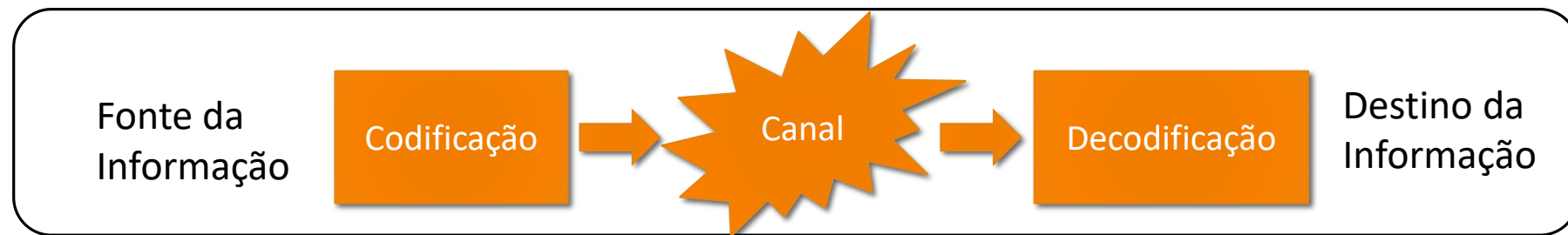
Teorema de codificação da fonte

Teorema de Shannon

- Estabelece os limites da compressão de dados

Informação (amostra de áudio, pixel de imagem, etc.) deve ser codificadas para fins de transmissão e armazenamento

- Representada por um número de símbolos
- Eficiência do codificador: uso de uma menor quantidade de símbolos médios possíveis



Teorema de codificação da fonte

Dado um alfabeto com s símbolos, quantos bits (n) são necessários para codificá-los?

$$R: n = \lceil \log_2 s \rceil \Leftrightarrow 2^n = s$$

- Ex.: Se precisamos representar 200 símbolos, é necessário $\log_2(200)=7,64 \Rightarrow 8$ bits.

Verdadeiro se...

- Não for conhecida a distribuição de probabilidades...
- Se a probabilidade da ocorrência de cada símbolo for idêntica (distribuição uniforme)

Teorema de codificação da fonte

Shannon (1948) definiu uma medida chamada de entropia, definida como:

- Seja um alfabeto $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, cujos símbolos apresentam probabilidades de ocorrência $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$, a entropia $H(X)$ é definida como:

$$H(X) = \sum_{i=1}^n p_i \times \log_2 \left(\frac{1}{p_i} \right)$$

Entropia é a média da quantidade de dados mínima para representar a informação

Base 2 fornece o resultado em bits, ou shannons...

A entropia do lance de uma moeda é de 1 bit ($p_{\text{cara}} = p_{\text{coroa}} = 0.5$)

$$H(x) = (0,5 \times \log_2(1/0,5) + 0,5 \times \log_2(1/0,5)) = 1$$

Teorema de codificação da fonte

Outro exemplo de cálculo da entropia:

- Alfabeto $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$, cujos símbolos apresentam probabilidades de ocorrência $P = \{0.5, 0.3, 0.1, 0.1\}$, qual é a entropia $H(X)$?
 - $H(x) = (0,5 * \log_2(1/0,5) + 0,3 * \log_2(1/0,3) + 0,1 * \log_2(1/0,1) + 0,1 * \log_2(1/0,1))$
 - $H(x) = 1,68$ (quantidade de bits média)
- Considere um arquivo de 100 destes símbolos
 - Representando 2 bits por símbolo
 - Total de bits: $2 * 100 = 200$ bits
 - Número de bits médio: $200/100 = 2$
 - Uma alternativa de representação: $x_1 = 0$; $x_2 = 10$; $x_3 = 110$; $x_4 = 111$
 - Total de bits: $50 * 1 + 30 * 2 + 10 * 3 + 10 * 3 = 170$ bits
 - Número de bits médio: $170/100 = 1,7$ bits

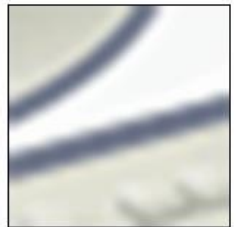
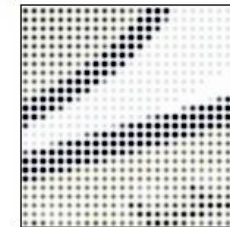
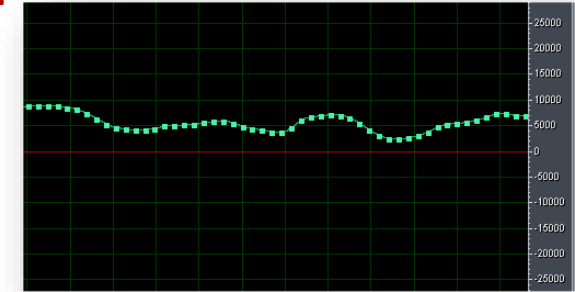
Princípios da Compressão de Dados

Fatores explorados pelas técnicas de compressão

- Redundância de dados
- Propriedades da percepção humana

Redundância de Dados

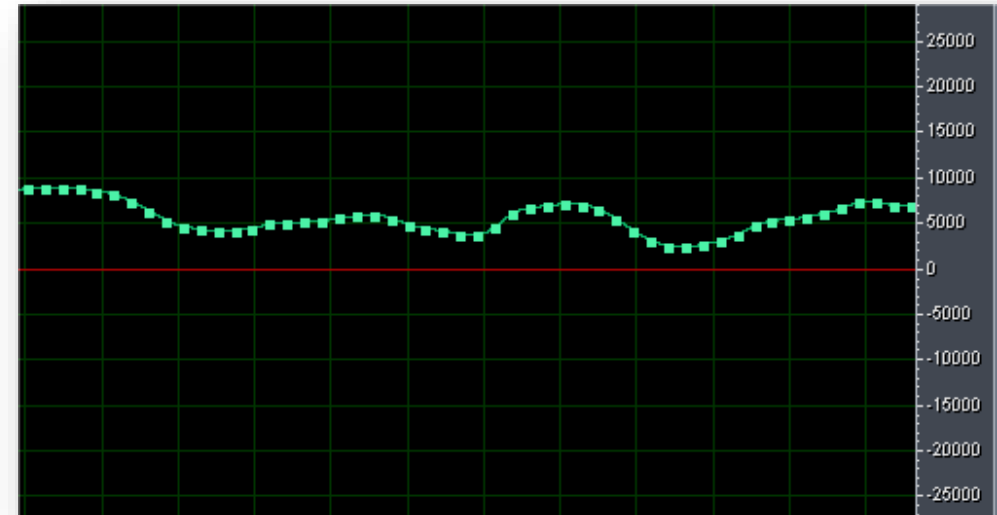
- Representação de dados multimídia
 - áudio digital é uma série de valores amostrados
 - imagem é uma matriz de valores amostrados (píxels)
 - vídeo é uma sequência de imagens apresentadas em certa taxa
- Amostras vizinhas não são inteiramente diferentes
 - valores vizinhos são de algum modo relacionados (redundância)
- Remoção da redundância não altera o significado do dado



Princípios da Compressão de Dados

Redundância em áudio digital

- Amostragens adjacentes são similares:
 - próximo valor pode ser previsto baseado no(s) valor(es) anterior(es)
 - Técnicas de compressão: Codificação preditiva
 - Exemplo ilustrativo:
 - Original (amostras de 8bits)
 - 23, 24, 26, 25, 27 ($8 \times 5 = 40$ bits)
 - Compactado com função de predição:
 - $a_i = a_{i-1} + \text{erro}$
 - No exemplo: 23, +1, +2, -1, +2
 - Amplitude dos erros é bem menor que o valor da amostra e pode ser codificado com menos bits
 - Codificando com 4 bits, o tamanho reduziria para: $8 + 4 \times 4 = 24$ bits



Princípios de Compressão: Redundância

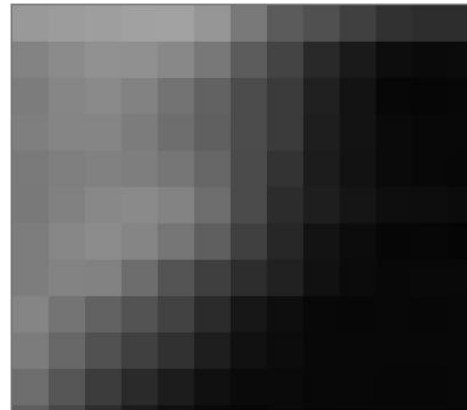
Redundância em imagem digital

- Amostras vizinhas são similares
 - chamada de redundância espacial
 - removida utilizando técnicas de codificação preditiva ou outras

22	23	24
21	21	22



22	+1	+1
-1	0	+1



Princípios de Compressão: Redundância

Redundância em vídeo digital

- Vídeo é uma sequência de imagens
 - imagens tem redundância espacial
- Imagens vizinhas são normalmente similares
 - redundância temporal
 - removida utilizando técnicas de codificação preditiva ou outras



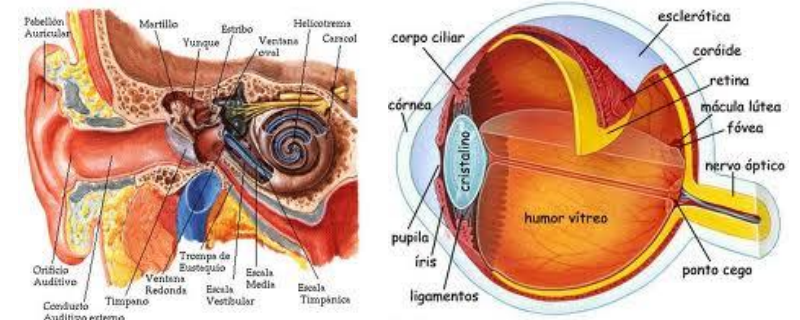
Princípios de Compressão: Percepção Humana

Humanos não são perfeitos

- Não percebemos todas as informações sonoras e visuais
- Podem tolerar alguma perda de informação sem afetar a efetividade da comunicação
 - versão compactada não necessita representar exatamente a informação original

Algumas informações são mais importantes para a percepção humana que outras

- Técnicas de compressão podem remover informações desnecessárias
 - áudios mascarados, intensidade luminosas/cor



Pontos Importantes

Teorema da codificação da fonte

- Entender a Entropia

Princípios da compressão

- Redundância de dados
- Limitações da percepção humana