

# SISTEMAS MULTIMÍDIA

## COMPRESSÃO

Prof.: Danilo Coimbra  
([coimbra.danilo@ufba.br](mailto:coimbra.danilo@ufba.br))



# Sinal Analógico X Sinal Digital

2

## □ Sinais Analógicos

- é uma medida física que varia continuamente com o tempo e/ou espaço. Eles são descritos por uma função dependente apenas do tempo ( $s=f(t)$ ), dependente apenas do espaço ( $s=f(x,y,z)$ ), ou dependente do tempo e do espaço ( $s=f(x,y,z,t)$ ). Sinais analógicos são produzidos por sensores que detectam fenômenos físicos (que simulam os sentidos humanos) e os transformam em uma medida que toma a forma de uma corrente ou tensão elétrica. A precisão é ditada pelas características dos sensores

## □ Informações percebidas e variáveis físicas

- informações que os sentidos humanos detectam
- variável(is) física(s) cujos valores podem ser funções do tempo e do espaço
  - Som: onda de ar comprimido que chega aos nossos ouvidos
  - Imagem: refletem radiações eletromagnéticas (luz) incidentes que chega aos nossos olhos

# Sinal Analógico X Sinal Digital

3

- Sinais Digitais
  - ▣ Sinais digitais são sequências de valores dependentes do tempo ou do espaço codificados no formato binário
- Porque Digitalizar?
  - ▣ Universalidade de representação
  - ▣ Processamento
  - ▣ Qualidade
  - ▣ Armazenamento
  - ▣ Transmissão
- Possibilidade de compressão dos dados

# Sinal Analógico X Sinal Digital

4

## □ Sinais Digitais

- ▣ Sinais digitais são sequências de valores dependentes do tempo ou do espaço codificados no formato binário

## □ Porque Digitalizar?

- ▣ Universalidade de representação
- ▣ Processamento
- ▣ Qualidade
- ▣ Armazenamento
- ▣ Transmissão

□ ~~Possibilidade~~ necessidade de compressão dos dados?

# Compressão - Motivação

5

- Basicamente, hardware
  - Requisitos de armazenamento
    - Mídias podem ser complexas
      - Requer mais espaço
  - Comunicação
  - Bateria
  - ..

# Princípios de Compressão

6

- O que é compressão?
  - ▣ É um modo de codificar certo conjunto de informações de maneira que o código gerado seja menor que a fonte original
    - Tamanho físico menor
- Uso de técnicas de compressão é essencial para aplicações multimídia:
  - ▣ Demanda de usuários (quantidade de acessos)  
X
  - ▣ Infra-estrutura computacional (capacidade)

# Princípios de Compressão

7

- Preencher essa lacuna demanda x capacidade
  - ▣ Usuários têm demandado aplicações com mídias cada vez mais sofisticadas
    - Anotações nos vídeos do youtube
    - Serviços de streaming inteligente
  - ▣ Meios de transmissão e armazenamento **são limitados**
    - Exemplo 1

Livro de 800 páginas. Cada página com 40 linhas.  
Cada linha com 80 caracteres (1 byte/caracter)

$$800 * 40 * 80 = 2.560.000$$

$$1 \text{ MByte} = 2^{20} \text{ bytes} = 1.048.576$$

$$2.560.000 / 1.048.576 = \sim \mathbf{2.44 \text{ MB}}$$

# Princípios de Compressão

8

## ■ Exemplo 2

Vídeo digital “full HD” (1920x1080p):

- 1 segundo = 1.5 Gbits.
- 2 horas = ~1350 GBytes = 288 DVDs!

---

### *Standard definition video*

---

640×480 full color	=	922 kB/frame
@ 30 frames/s	=	28 MB/s
	=	221 Mb/s
× 3,600 s/h (1 hora)	=	100 GB/h

---

### *High definition video*

1,920×1,080 full color	=	6.2 MB/frame
@ 30 frames/s	=	187 MB/s
	=	1.5 Gb/s
× 3,600 s/h (1 hora)	=	672 GB/h

---

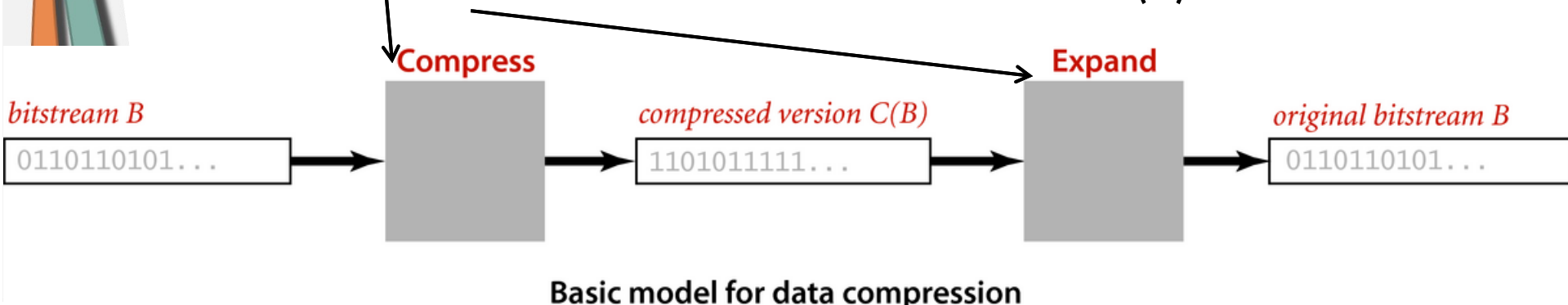
SEM COMPRESSÃO



# Princípios de Compressão

9

- Em sistemas multimídia, a informação é frequentemente **comprimida antes** de ser armazenada ou transmitida
  - ▣ **Algoritmo de compressão**: principal tarefa do codificador fonte
  - ▣ **Algoritmo de descompressão**: principal tarefa do decodificador destino.
- Codificador transforma o fluxo de bits  $B$  em  $C(B)$
- Decodificador transforma o fluxo de bits  $C(B)$  em  $B$



# Princípios de Compressão

10

- Técnicas de compressão de dados multimídia exploram **dois fatores**:
  - ▣ Redundância de dados
  - ▣ Propriedades da percepção humana

# Princípios de Compressão

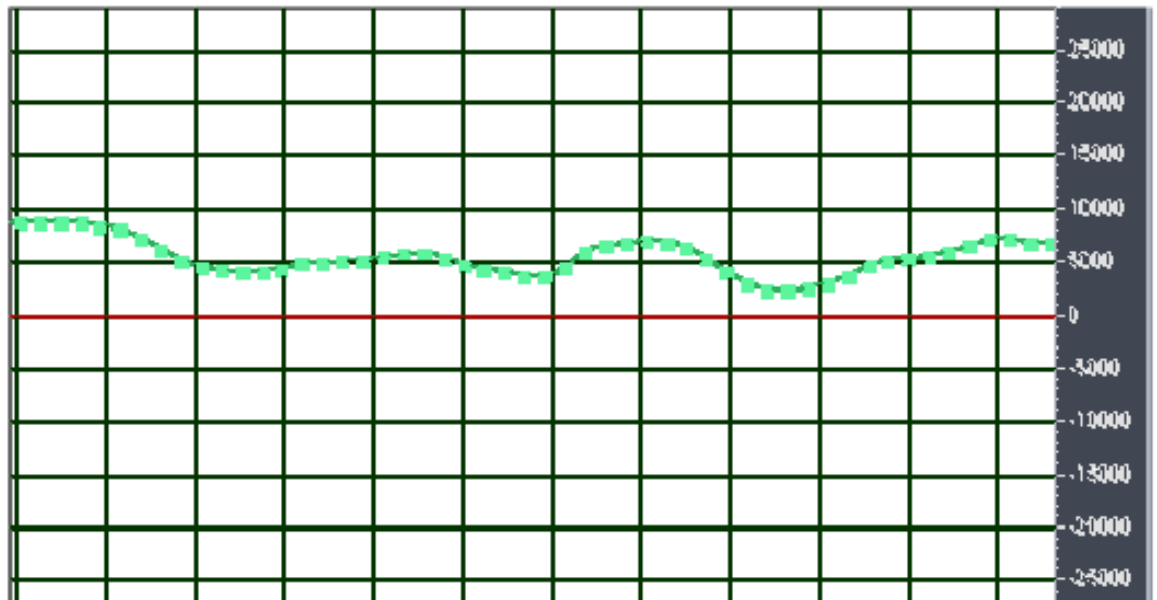
11

- Redundância de dados
  - Áudio digital:
    - Série de valores amostrados
  - Imagem digital
    - Matriz de valores amostrados (pixels)
  - Vídeo digital
    - Sequência de imagens; amostras subsequentes de áudio e vídeo
- Característica temporal (consequência)
  - Valores de amostras vizinhas são de algum modo relacionados
  - Redundância
    - Remoção da redundância não altera o significado do dado

# Princípios de Compressão

12

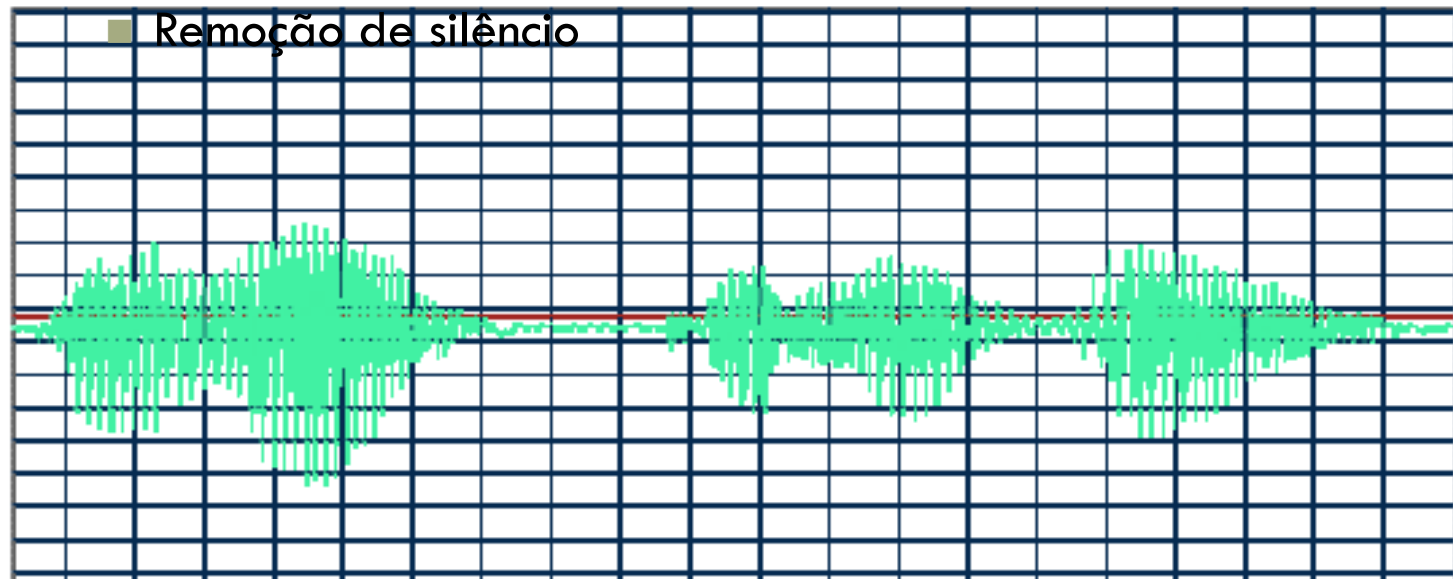
- Redundância de dados - Áudio digital
  - ▣ Amostras de áudio adjacentes são similares
  - ▣ Amostra futura não é completamente diferente da passada
    - Próximo valor pode ser previsto baseado no valor atual e/ou anteriores



# Princípios de Compressão

13

- ❑ Redundância de dados - Áudio digital
  - ❑ Voz digital há outro tipo de redundância
  - ❑ Não falamos o tempo todo
    - Há períodos de silêncio
    - Pode ser suprimido sem perda de informações

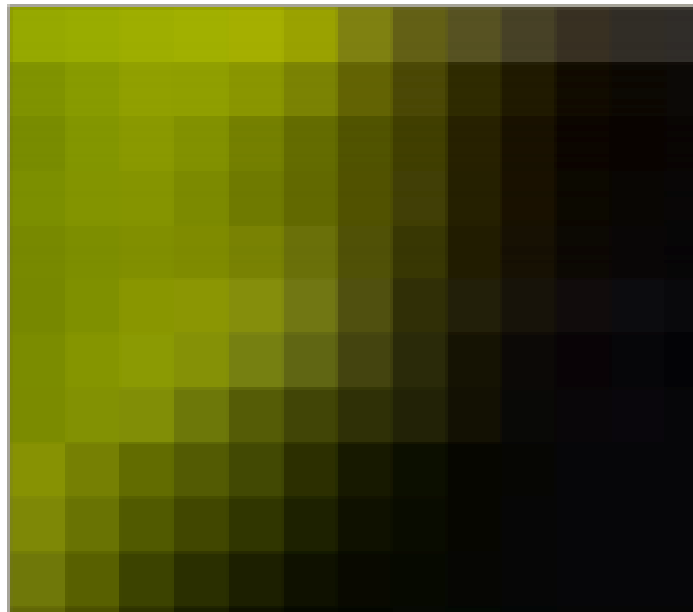


Silêncio entre as palavras "Ola como Vai"

# Princípios de Compressão

14

- ❑ Redundância de dados - Imagem digital
  - ❑ Em imagens digitais as amostras vizinhas (pixels) na matriz de valores amostrados podem ser similares
  - ❑ Essa similaridade é chamada de **Redundância espacial**



# Princípios de Compressão

15

- ❑ Redundância de dados – Vídeo digital
  - ❑ Vídeo digital é uma sequência de imagens
    - Portanto, tem redundância espacial
  - ❑ Imagens vizinhas em vídeos são geralmente similares
    - Chamada de Redundância temporal



# Princípios de Compressão

16

## Propriedades da Percepção humana

- Usuários de aplicações multimídia?
  - ▣ Humanos podem tolerar alguns erros/perda de informação sem afetar a efetividade da comunicação
- Versão comprimida não necessita representar exatamente a original
- Diferente dos dados alfanuméricos, que não se tolera qualquer erro ou perda
  - ▣ Será?



# Princípios de Compressão

17

## Propriedades da Percepção humana

- Como os sentidos humanos não são perfeitos, pequenas perdas/erros em mídias de áudio ou vídeo não são percebidos
- Algumas informações são mais importantes que outras
  - ▣ Imagens: intensidade luminosa mais importante que cor
- Assim, certas informações podem ser ignoradas e, ainda compreendidas

# Princípios de Compressão

18

Será? (Texto)

- Abreviações podem ser compreendidas
  - Sr. Sra, Profa. Dr. PhD....
  - Vários tipos
    - Pq vc ã vai tc com ele tb?
- E se o texto não for recuperado corretamente?
  - Alfabeto tem de ser o que conhecemos?
  - A ordem tem de ser correta?


# Princípios de Compressão

19

35T3 P3QU3N0 T3XTO 53RV3 4P3N45 P4R4  
M05TR4R COMO NO554 C4B3Ç4 CONS3GU3  
F4Z3R C01545 1MPR3551ON4ANT35! R3P4R3  
N1550! NO COM3ÇO 35T4V4 M310 COMPL1C4DO,  
M45 N3ST4 L1NH4 SU4 M3NT3 V41 D3C1FR4NDO O  
CÓD1GO QU453 4UTOM4T1C4M3NT3, S3M PR3C1S4R  
P3N54R MU1TO, C3RTO? POD3 F1C4R B3M  
ORGULHO50 D1550! SU4 C4P4C1D4D3 M3R3C3!  
P4R4BÉN5!

# Princípios de Compressão

20

De acordo com uma pesquisa de uma universidade inglesa, não importa em qual ordem as letras de uma palavra estão, a única coisa importante é que a primeira e última letras estejam no lugar certo. O resto pode ser uma bagunça total, que você ainda pode ler sem problema. Isso é porque nós não lemos cada letra isolada, mas a palavra como um todo.  mr. datacom

# Princípios de Compressão

21

## Classificações na compressão

- Perda
- Simetria
- Adaptabilidade



# Classificação

22

## Classificações na compressão

- **Perda**
  - ▣ **Sem perda (*Lossless*)**
  - ▣ **Com perda (*Lossy*)**
- **Simetria**
- **Adaptabilidade**

# Compressão - Perda

23

- **Compressão sem perda** (*Lossless*)
  - ▣ Não há perda de informação no processo compressão/descompressão
    - A informação “descomprimida” é uma cópia exata da informação original
  - ▣ É reversível
  - ▣ Exemplo de mídia que exige compressão *lossless*?

# Compressão - Perda

24

- Texto. Por que?

- Isso só, ele resolve.

- Isso só ele resolve.

- Outros exemplos?

- Registros bancários

- Outros exemplos de mídia?

- Imagem

- Médicas



# Compressão - Perda

25

- Compressão com perda: **Lossy**
  - ▣ Existe perda de informação no processo compressão/descompressão
    - A informação “descomprimida” não é uma cópia exata da informação original
    - Tal informação, contudo, é **percebida** como uma cópia
  - ▣ Alcançam maiores taxas de compressão
    - Para isso, descartam alguma informação – a perda é aceitável
    - Quanto maior a compressão, maior a perda
  - ▣ Exemplo?

# Compressão - Simetria

26

## Classificações na compressão

- Perda
- **Simetria**
  - ▣ **Simétrica**
  - ▣ **Assimétrica**
- Adaptabilidade

# Compressão - Simetria

27

## □ Simetria

- ▣ Refere-se á simetria da complexidade computacional dos algoritmos de compressão e descompressão

## □ Compressão simétrica

- ▣ Algoritmos de compressão e descompressão **possuem a mesma complexidade** (mesmo tempo de processamento)
  - Ex.: Algoritmos baseados em dicionários

## □ Compressão assimétrica

- ▣ Desbalanceamento de complexidade entre compressão e descompressão (tempo real-streaming)
- ▣ Comprimir apenas uma vez e descomprimir várias (MP3)
  - Contrário: backup

# Compressão - Adaptabilidade

28

## Classificações na compressão

- Perda
- Simetria
- **Adaptabilidade**
  - ▣ **Não adaptativos**
  - ▣ **Adaptativos**
  - ▣ **Semi-adaptativos**

# Compressão - Adaptabilidade

29

## □ Adaptabilidade

- ▣ Refere-se à característica do processo/ algoritmo de se adaptar aos dados de entrada

## □ Não adaptativos

- ▣ **Dicionários estáticos definidos** à priori em função de estatística de frequência de dados
  - Um dicionário de codificação/compressão é em essência uma tabela que associa símbolos a códigos de menor tamanho

# Compressão - Simetria

30

## □ Adaptabilidade

## □ Adaptativos

- não se baseiam em dicionário pré-definidos, construindo o dicionário em função dos dados de entrada
  - Dinamicamente

## □ Semi-adaptativos (2 passos)

- No primeiro é efetuada uma estatística da entrada, gerando um dicionário.
- Na segunda fase é efetuada a codificação/compressão propriamente dita

# Compressão - Desempenho

31

## □ Medição do Desempenho de Compressão

- ▣ As técnicas variam no modo e eficiência de compressão, necessitando abordagens para medir seus desempenhos
- ▣ Quais abordagens?
  - Taxa de Compressão
  - Qualidade da mídia reconstituída
  - Complexidade da informação e velocidade de compressão

# Compressão - Desempenho

32

## □ Taxa de Compressão

- Razão entre o tamanho do dado comprimido (C) e o tamanho do dado original (O)
- Caso das técnicas sem perda, quanto menor a taxa melhor a técnica
- Para técnicas de compressão com perda, considera-se a qualidade da mídia restaurada
- Ex.: 00000000 (8bits) -> 80 (2bits)
- $Taxa = 2/8 = 1/4 = 0.25$ 
  - $T(\%) = (1 - (C/O))$



# Compressão - Desempenho

33

- Qualidade da mídia reconstituída
  - ▣ Medida em SNR (Razão Sinal/Ruído)
  - ▣ Aplicável apenas para técnicas com perda
    - Deve-se optar pelo compromisso entre uma alta taxa de compressão e a qualidade desejada
- Complexidade de implementação e velocidade de compressão
  - ▣ Usual, quanto mais complexa, menor a velocidade de compressão
    - Parâmetro deve ser considerado para aplicações de tempo real (streaming)

# Referências

34

- ❑ Sistemas Multimídia Distribuídos. Prof Roberto Willrich. UFSC, curso de mestrado fora da sede – UNOESC.
- ❑ <https://www.gsigma.ufsc.br/~popov/aulas/multimidia/SistemasMultimidia.pdf>