Compressão

Análise de Algoritmos – Ciência da Computação



Prof. Daniel Saad Nogueira Nunes

Instituto Federal de Brasília, Câmpus Taguatinga



Sumário

- Introdução
- Run-Length-Coding
- Código de Huffman



Compressão de Dados

- Em Ciência da Computação, Compressão de Dados envolve o emprego de técnicas para codificar a informação utilizando menos bits que a sua representação original.
- A compressão pode ser tanto com perdas (lossy) ou sem perdas (lossless).
- Geralmente, a compressão de dados envolve um trade-off entre espaço e tempo.
 - Trocamos espaço por tempo de processamento em compressão/descompressão.
 - ► Trocamos espaço por qualidade...



Compressão sem Perdas

- Crucial quando não queremos perder nenhuma informação.
- Exploram a redundância da informação para comprimi-la.
- Completamente reversível.
- Exemplos:
 - Lempel-Ziv (LZ).
 - Huffman Encoding.
 - Run-Length Encoding.
 - Grammar Compression.



Compressão com Perdas

- A compressão com perdas é utilizada quando podemos permitir uma certa perda, que eventualmente implica em degradação de qualidade.
- Compressão alcançada é maior que a compressão sem perdas.
- Retira-se elementos não essenciais da entrada, de modo que não haja prejuízo por parte do usuário.
- Formatos de arquivos populares que envolvem compressão com perdas:
 - MPEG.
 - ► JPG.
 - ► MP3.



- Nos focaremos em compressão sem perdas.
- Compressão com perdas é altamente estudada em processamento de sinais.
 - Engenharia Elétrica e de Computação.

Sumário

2 Run-Length-Coding



Run-Length-Coding

- O Run-Length-Coding se foca em repetições contíguas no texto para alcançar compressão.
- Exemplo: RLE(aaaaabbacaacaaaaaaa) = 5a2b1a1c2a1c7a



Run-Length-Coding

Algorithm 1: RLE(T)

```
Input: T
```

1 $T \leftarrow T + \$$

Output: RLE(T)

```
\begin{array}{lll} \mathbf{2} & c \leftarrow 0 \\ \mathbf{3} & i \leftarrow 0 \\ \mathbf{4} & \mathbf{while} \ i < n \ \mathbf{do} \\ \mathbf{5} & c + + \\ \mathbf{6} & \mathbf{if}(\ T[i] \neq T[i+1]\ ) \\ \mathbf{7} & OUTPUT(c, T[i]) \\ \mathbf{8} & c \leftarrow 0 \end{array}
```



Sumário

Código de Huffman



- Suponha que tenhamos um texto com três bilhões de símbolos.
- Suponha ainda que temos apenas 4 símbolos distintos neste texto.
 - $\Sigma = \{a, c, t, g\}.$
- Quantos bits precisamos para representar cada símbolo?



- Suponha que tenhamos um texto com três bilhões de símbolos.
- Suponha ainda que temos apenas 4 símbolos distintos neste texto.
 - $\Sigma = \{a, c, t, g\}.$
- Quantos bits precisamos para representar cada símbolo?
- 2 bits apenas.



- Suponha que tenhamos um texto com três bilhões de símbolos.
- Suponha ainda que temos apenas 4 símbolos distintos neste texto.

- Quantos bits precisamos para representar cada símbolo?
- 2 bits apenas.
- \bullet a = 00, c = 01, g = 10 e t = 11.



- Suponha que tenhamos um texto com três bilhões de símbolos.
- Suponha ainda que temos apenas 4 símbolos distintos neste texto.

$$\Sigma = \{a, c, t, g\}.$$

- Quantos bits precisamos para representar cada símbolo?
- 2 bits apenas.
- \bullet a = 00, c = 01, g = 10 e t = 11.
- O texto codificado 010100010001110010 corresponde à qual texto original?



- Usando apenas 2 bits por símbolo, qual o espaço necessário para armazenar o arquivo?
- Se o símbolo a tivesse 3 vezes mais ocorrência que os outros símbolos, teríamos uma outra representação mais vantajosa?



- Usando apenas 2 bits por símbolo, qual o espaço necessário para armazenar o arquivo?
- Se o símbolo a tivesse 3 vezes mais ocorrência que os outros símbolos, teríamos uma outra representação mais vantajosa?
- Sim! a = 0, b = 1, c = 10 e d = 11.



- Usando apenas 2 bits por símbolo, qual o espaço necessário para armazenar o arquivo?
- Se o símbolo a tivesse 3 vezes mais ocorrência que os outros símbolos, teríamos uma outra representação mais vantajosa?
- Sim! a = 0, b = 1, c = 10 e d = 11.
- Códigos de comprimento variável (VLC) tem representação mais eficiente dependendo da frequências dos símbolos.



- Usando apenas 2 bits por símbolo, qual o espaço necessário para armazenar o arquivo?
- Se o símbolo a tivesse 3 vezes mais ocorrência que os outros símbolos, teríamos uma outra representação mais vantajosa?
- Sim! a = 0, b = 1, c = 10 e d = 11.
- Códigos de comprimento variável (VLC) tem representação mais eficiente dependendo da frequências dos símbolos.
- Qual o problema dessa representação?



- Usando apenas 2 bits por símbolo, qual o espaço necessário para armazenar o arquivo?
- Se o símbolo a tivesse 3 vezes mais ocorrência que os outros símbolos, teríamos uma outra representação mais vantajosa?
- Sim! a = 0, b = 1, c = 10 e d = 11.
- Códigos de comprimento variável (VLC) tem representação mais eficiente dependendo da frequências dos símbolos.
- Qual o problema dessa representação?
- O texto codificado 010100010001110010 corresponde à qual texto original?



Códigos de Comprimento Variável

- Alguns Códigos de Comprimento variável possuem a propriedade indesejável de ambiguidade.
- No entanto, uma classe específica de códigos de comprimento variável se vê livre dessa indesejável propriedade.
- Códigos de prefixo.
 - Nenhum símbolo codificado é prefixo de outro símbolo codificado.
 - A decodificação é feita sem ambiguidade.
- Exemplo: a = 0, c = 10, g = 110 e t = 111.



Códigos de Comprimento Variável

Código de Huffman

- Huffman em 1952 elaborou o famoso algoritmo que iria ser batizado com seu nome.
- Este algoritmo construía uma estrutura de dados no formato de árvore que gerasse um código de prefixo ótimo!
- Se baseia na propriedade de atribuir códigos menores à símbolos mais frequentes do texto.
- Conhece alguma coisa que faz isso?



Códificação de Huffman

International Morse Code

- 1. The length of a dot is one unit.
- A dash is three units.
 The space between parts of the same letter is one unit.
- The space between letters is three units.
 The space between words is seven units.

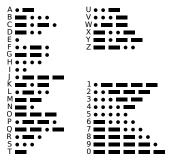


Figura: Código Morse (não é um código de prefixo!).



Código de Huffman



(a) **f**:5 **e**:9 **c**:12 **b**:13 **d**:16 **a**:45

Figura: Construção da Árvore de Huffman.



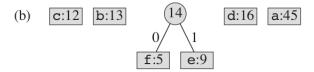


Figura: Construção da Árvore de Huffman.



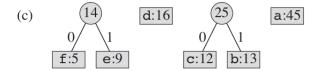


Figura: Construção da Árvore de Huffman.



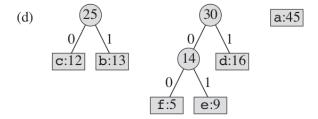


Figura: Construção da Árvore de Huffman.



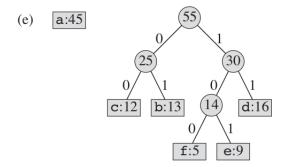


Figura: Construção da Árvore de Huffman.



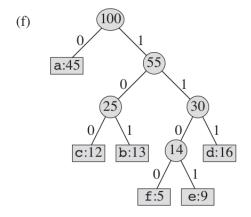


Figura: Construção da Árvore de Huffman.