

Aula 20

Algoritmos Gulosos

Código de Huffman

Projeto e Análise de Algoritmos

Professor Eurinardo Rodrigues Costa
Universidade Federal do Ceará
Campus Russas

2021.1

Aula Passada

Código de Huffman

Codificação Fixa

Codificação Variável

Problema

Algoritmo

Aula Passada

PAA - Aula 20

Prof. Eurinardo

Aula Passada

Código de
Huffman

Codificação Fixa

Codificação Variável

Problema

Algoritmo

Definição (Algoritmos Gulosos)

Algoritmos que fazem uma sequência de escolhas gulosas, isto é, a opção escolhida é sempre a que parece ser melhor no momento.

Código de Huffman

PAA - Aula 20

Prof. Eurinardo

Aula Passada

Código de
Huffman

Codificação Fixa

Codificação Variável

Problema

Algoritmo

Código de Huffman

PAA - Aula 20

Prof. Eurinardo

Aula Passada

Código de
Huffman

Codificação Fixa

Codificação Variável

Problema

Algoritmo

Temos um arquivo de tamanho 100 com os símbolos a , b , c , d , e e f com as frequências abaixo:

Código de Huffman

Temos um arquivo de tamanho 100 com os símbolos a , b , c , d , e e f com as frequências abaixo:

	a	b	c	d	e	f
Frequência	45	13	12	16	9	5

Aula Passada

Código de Huffman

Codificação Fixa

Codificação Variável

Problema

Algoritmo

Código de Huffman

Temos um arquivo de tamanho 100 com os símbolos *a*, *b*, *c*, *d*, *e* e *f* com as frequências abaixo:

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>
Frequência	45	13	12	16	9	5
Cod. Fixa (3bits)	000	001	010	011	100	101

Aula Passada

Código de
Huffman

Codificação Fixa

Codificação Variável

Problema

Algoritmo

Código de Huffman

Temos um arquivo de tamanho 100 com os símbolos *a*, *b*, *c*, *d*, *e* e *f* com as frequências abaixo:

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>
Frequência	45	13	12	16	9	5
Cod. Fixa (3bits)	000	001	010	011	100	101
Cod. Variável	0	101	100	111	1101	1100

Código de Huffman

Temos um arquivo de tamanho 100 com os símbolos a , b , c , d , e e f com as frequências abaixo:

	a	b	c	d	e	f
Frequência	45	13	12	16	9	5
Cod. Fixa (3bits)	000	001	010	011	100	101
Cod. Variável	0	101	100	111	1101	1100

Temos para a codificação fixa 3×100

Código de Huffman

Temos um arquivo de tamanho 100 com os símbolos a , b , c , d , e e f com as frequências abaixo:

	a	b	c	d	e	f
Frequência	45	13	12	16	9	5
Cod. Fixa (3bits)	000	001	010	011	100	101
Cod. Variável	0	101	100	111	1101	1100

Temos para a codificação fixa $3 \times 100 = 300$ bits

Código de Huffman

Temos um arquivo de tamanho 100 com os símbolos a , b , c , d , e e f com as frequências abaixo:

	a	b	c	d	e	f
Frequência	45	13	12	16	9	5
Cod. Fixa (3bits)	000	001	010	011	100	101
Cod. Variável	0	101	100	111	1101	1100

Temos para a codificação fixa $3 \times 100 = 300$ bits e

Para a codificação variável

Código de Huffman

Temos um arquivo de tamanho 100 com os símbolos a , b , c , d , e e f com as frequências abaixo:

	a	b	c	d	e	f
Frequência	45	13	12	16	9	5
Cod. Fixa (3bits)	000	001	010	011	100	101
Cod. Variável	0	101	100	111	1101	1100

Temos para a codificação fixa $3 \times 100 = 300$ bits e

Para a codificação variável

$$45 \times 1$$

Código de Huffman

Temos um arquivo de tamanho 100 com os símbolos a , b , c , d , e e f com as frequências abaixo:

	a	b	c	d	e	f
Frequência	45	13	12	16	9	5
Cod. Fixa (3bits)	000	001	010	011	100	101
Cod. Variável	0	101	100	111	1101	1100

Temos para a codificação fixa $3 \times 100 = 300$ bits e

Para a codificação variável

$$45 \times 1 + 13 \times 3$$

Código de Huffman

Temos um arquivo de tamanho 100 com os símbolos a , b , c , d , e e f com as frequências abaixo:

	a	b	c	d	e	f
Frequência	45	13	12	16	9	5
Cod. Fixa (3bits)	000	001	010	011	100	101
Cod. Variável	0	101	100	111	1101	1100

Temos para a codificação fixa $3 \times 100 = 300$ bits e

Para a codificação variável

$$45 \times 1 + 13 \times 3 + 12 \times 3$$

Código de Huffman

Temos um arquivo de tamanho 100 com os símbolos a , b , c , d , e e f com as frequências abaixo:

	a	b	c	d	e	f
Frequência	45	13	12	16	9	5
Cod. Fixa (3bits)	000	001	010	011	100	101
Cod. Variável	0	101	100	111	1101	1100

Temos para a codificação fixa $3 \times 100 = 300$ bits e

Para a codificação variável

$$45 \times 1 + 13 \times 3 + 12 \times 3 + 16 \times 3$$

Código de Huffman

Temos um arquivo de tamanho 100 com os símbolos a , b , c , d , e e f com as frequências abaixo:

	a	b	c	d	e	f
Frequência	45	13	12	16	9	5
Cod. Fixa (3bits)	000	001	010	011	100	101
Cod. Variável	0	101	100	111	1101	1100

Temos para a codificação fixa $3 \times 100 = 300$ bits e

Para a codificação variável

$$45 \times 1 + 13 \times 3 + 12 \times 3 + 16 \times 3 + 9 \times 4$$

Temos um arquivo de tamanho 100 com os símbolos a , b , c , d , e e f com as frequências abaixo:

	a	b	c	d	e	f
Frequência	45	13	12	16	9	5
Cod. Fixa (3bits)	000	001	010	011	100	101
Cod. Variável	0	101	100	111	1101	1100

Temos para a codificação fixa $3 \times 100 = 300$ bits e

Para a codificação variável

$$45 \times 1 + 13 \times 3 + 12 \times 3 + 16 \times 3 + 9 \times 4 + 5 \times 4$$

Código de Huffman

Temos um arquivo de tamanho 100 com os símbolos a , b , c , d , e e f com as frequências abaixo:

	a	b	c	d	e	f
Frequência	45	13	12	16	9	5
Cod. Fixa (3bits)	000	001	010	011	100	101
Cod. Variável	0	101	100	111	1101	1100

Temos para a codificação fixa $3 \times 100 = 300$ bits e

Para a codificação variável

$$45 \times 1 + 13 \times 3 + 12 \times 3 + 16 \times 3 + 9 \times 4 + 5 \times 4 = 224$$

Temos um arquivo de tamanho 100 com os símbolos a , b , c , d , e e f com as frequências abaixo:

	a	b	c	d	e	f
Frequência	45	13	12	16	9	5
Cod. Fixa (3bits)	000	001	010	011	100	101
Cod. Variável	0	101	100	111	1101	1100

Temos para a codificação fixa $3 \times 100 = 300$ bits e

Para a codificação variável

$$45 \times 1 + 13 \times 3 + 12 \times 3 + 16 \times 3 + 9 \times 4 + 5 \times 4 = 224$$

OBS.: A codificação variável não pode ser ambígua.

Código de Huffman

Temos um arquivo de tamanho 100 com os símbolos a , b , c , d , e e f com as frequências abaixo:

	a	b	c	d	e	f
Frequência	45	13	12	16	9	5
Cod. Fixa (3bits)	000	001	010	011	100	101
Cod. Variável	0	101	100	111	1101	1100

Temos para a codificação fixa $3 \times 100 = 300$ bits e

Para a codificação variável

$$45 \times 1 + 13 \times 3 + 12 \times 3 + 16 \times 3 + 9 \times 4 + 5 \times 4 = 224$$

OBS.: A codificação variável não pode ser ambígua.

a	b	c	d
0	01	11	001

Temos um arquivo de tamanho 100 com os símbolos a , b , c , d , e e f com as frequências abaixo:

	a	b	c	d	e	f
Frequência	45	13	12	16	9	5
Cod. Fixa (3bits)	000	001	010	011	100	101
Cod. Variável	0	101	100	111	1101	1100

Temos para a codificação fixa $3 \times 100 = 300$ bits e

Para a codificação variável

$$45 \times 1 + 13 \times 3 + 12 \times 3 + 16 \times 3 + 9 \times 4 + 5 \times 4 = 224$$

OBS.: A codificação variável não pode ser ambígua.

a	b	c	d
0	01	11	001

$001 = d$ ou $001 = ab$???

Código de Huffman

PAA - Aula 20

Prof. Eurinardo

Aula Passada

Código de
Huffman

Codificação Fixa

Codificação Variável

Problema

Algoritmo

Lema

Qualquer codificação livre de prefixo (não ambígua) pode ser representada por uma árvore estritamente binária (em que cada nó tem 0 ou 2 filhos)

Lema

Qualquer codificação livre de prefixo (não ambígua) pode ser representada por uma árvore estritamente binária (em que cada nó tem 0 ou 2 filhos)

Problema

Lema

Qualquer codificação livre de prefixo (não ambígua) pode ser representada por uma árvore estritamente binária (em que cada nó tem 0 ou 2 filhos)

Problema

Entrada: Símbolos com suas respectivas frequências.

Lema

Qualquer codificação livre de prefixo (não ambígua) pode ser representada por uma árvore estritamente binária (em que cada nó tem 0 ou 2 filhos)

Problema

Entrada: Símbolos com suas respectivas frequências.

Objetivo: Encontrar uma árvore estritamente binária com **codificação ótima** a partir das frequências dos símbolos.

Código de Huffman

PAA - Aula 20

Prof. Eurinardo

Aula Passada

Código de
Huffman

Codificação Fixa

Codificação Variável

Problema

Algoritmo

Algoritmo 2: Huffman(C)

Algoritmo 3: Huffman(C)

1 $n \leftarrow$ tamanho de C

Algoritmo 4: Huffman(C)

- 1 $n \leftarrow$ tamanho de C
- 2 $Q \leftarrow$ construirHeapMin(C)

Algoritmo 5: Huffman(C)

- 1 $n \leftarrow$ tamanho de C
- 2 $Q \leftarrow$ construirHeapMin(C)
- 3 **para** $i \leftarrow 1$ **até** $n - 1$ **faça**

|

Algoritmo 6: Huffman(C)

```
1  $n \leftarrow$  tamanho de  $C$ 
2  $Q \leftarrow$  construirHeapMin( $C$ )
3 para  $i \leftarrow 1$  até  $n - 1$  faça
4   criar nó  $z$ 
```

Algoritmo 7: Huffman(C)

```
1  $n \leftarrow$  tamanho de  $C$ 
2  $Q \leftarrow$  construirHeapMin( $C$ )
3 para  $i \leftarrow 1$  até  $n - 1$  faça
4   criar nó  $z$ 
5    $z.esq \leftarrow$  removerHeapMin( $Q$ )
```

Algoritmo 8: Huffman(C)

```
1  $n \leftarrow$  tamanho de  $C$ 
2  $Q \leftarrow$  construirHeapMin( $C$ )
3 para  $i \leftarrow 1$  até  $n - 1$  faça
4   criar nó  $z$ 
5    $z.esq \leftarrow$  removerHeapMin( $Q$ )
6    $z.dir \leftarrow$  removerHeapMin( $Q$ )
```

Algoritmo 9: Huffman(C)

```
1  $n \leftarrow$  tamanho de  $C$ 
2  $Q \leftarrow$  construirHeapMin( $C$ )
3 para  $i \leftarrow 1$  até  $n - 1$  faça
4   criar nó  $z$ 
5    $z.esq \leftarrow$  removerHeapMin( $Q$ )
6    $z.dir \leftarrow$  removerHeapMin( $Q$ )
7    $z.freq \leftarrow z.esq.freq + z.dir.freq$ 
```

Algoritmo 10: Huffman(C)

```
1  $n \leftarrow$  tamanho de  $C$ 
2  $Q \leftarrow$  construirHeapMin( $C$ )
3 para  $i \leftarrow 1$  até  $n - 1$  faça
4   criar nó  $z$ 
5    $z.esq \leftarrow$  removerHeapMin( $Q$ )
6    $z.dir \leftarrow$  removerHeapMin( $Q$ )
7    $z.freq \leftarrow z.esq.freq + z.dir.freq$ 
8   inserirHeapMin( $Q, z$ )
```

Algoritmo 11: Huffman(C)

```
1  $n \leftarrow$  tamanho de  $C$ 
2  $Q \leftarrow$  construirHeapMin( $C$ )
3 para  $i \leftarrow 1$  até  $n - 1$  faça
4   criar nó  $z$ 
5    $z.esq \leftarrow$  removerHeapMin( $Q$ )
6    $z.dir \leftarrow$  removerHeapMin( $Q$ )
7    $z.freq \leftarrow z.esq.freq + z.dir.freq$ 
8   inserirHeapMin( $Q, z$ )
9 retorne removerHeapMin( $Q$ )
```



LEISERSON, C.E., STEIN, C., RIVEST, R.L.,
CORMEN T.H.

Algoritmos: teoria e prática, 3ed.

Editora Campus, ano 2012.

Obrigado!