

Algoritmos e Estruturas de Dados III

Aula 8.4 – Métodos de Dicionário
LZW

Prof. Hayala Curto
2022



PUC Minas

LZW



PUC Minas

LZW

LZW – Lempel-Ziv-Welch (1984)

- Versão melhorada do algoritmo LZ78/LZ79 de fácil implementação e que possui grande potencial para outras versões
- Os códigos de 0 a 255 representam sequências de tamanho unitário correspondendo ao símbolo de mesmo valor
- Os códigos de 256 a 4095 são usados para indicar sequências de símbolos encontradas no conteúdo e inseridas no dicionário
- 12 bits!
- Equivale a utilizar um dicionário modificado que foi inicializado com todos os símbolos do alfabeto

<https://www.dcode.fr/lzw-compression>

<https://sites.google.com/view/datacompressionguide/dictionary-based-compression/lempel-ziv-welch-lzw-compression>

LZW

- Exemplo de Dicionário Modificado
 - Dicionário inicial para o alfabeto {A, B, C}

Posição	Prefixo
1	A
2	B
3	C
4	
5	
6	

LZW

- Compressão – IDEM LZ78
- Descompressão – IDEM LZ78
- Pode-se economizar algum espaço na implementação da tabela
 - Não é necessário armazenar os símbolos (sequências de tamanho unitário na tabela), basta retornar o código do símbolo, quando a busca for feita para sequência de tamanho unitário
 - Para sequências de tamanho maior ou igual a 2, a busca deve retornar a posição da tabela acrescida do tamanho do alfabeto

LZW

- Exemplo de Dicionário Modificado
 - Dicionário inicial para o alfabeto {A, B, C}

Posição Retornada	Posição Real	Prefixo
1	—	A
2	—	B
3	—	C
4	1	
5	2	
6	3	

LZW Codificação



LZW - Algoritmo

- 1) **Inicializar o dicionário** (com símbolos básicos).
- 2) Repetir até o fim do texto:
 - A partir da posição atual, achar a maior string **w** existente no dicionário.
 - Escrever o índice de **w** na saída.
 - Olhar o próximo caráter **a** que não fez parte de **w**.
 - Escrever **wa** no dicionário.
 - Avançar para a posição de **a**.

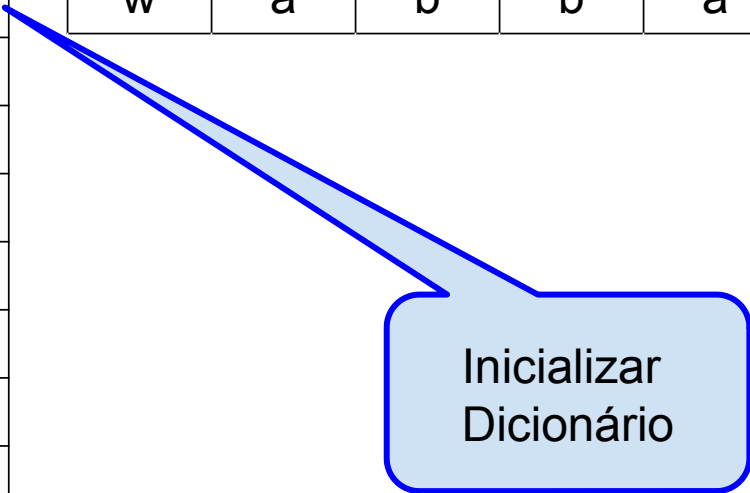
LZW - Algoritmo

Dicionário

0	a
1	b
2	w
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Arquivo:

w	a	b	b	a	w	a	b	b	a
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



Inicializar
Dicionário

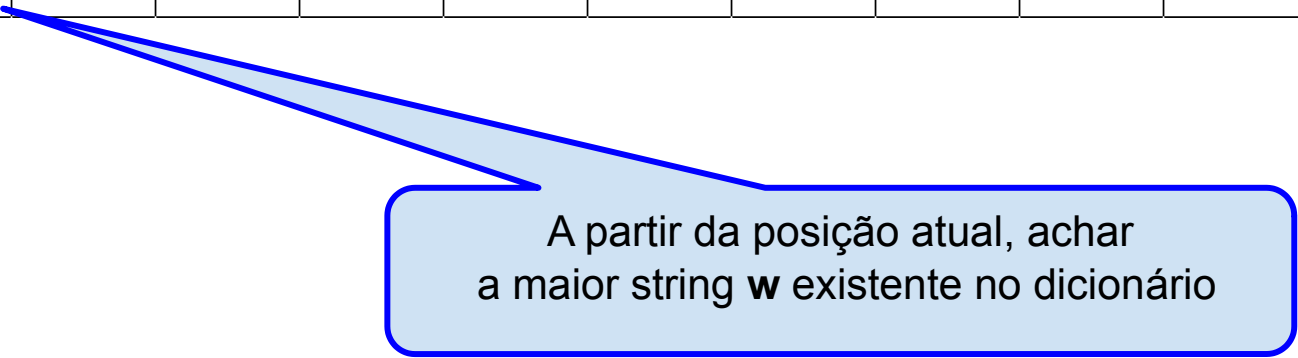
LZW - Algoritmo

Dicionário

0	a
1	b
2	w
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Arquivo:

w	a	b	b	a	w	a	b	b	a
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



A partir da posição atual, achar a maior string **w** existente no dicionário

LZW - Algoritmo

Dicionário

0	a
1	b
2	w
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Arquivo:

w	a	b	b	a	w	a	b	b	a
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

2



Escrever o índice de **w** na saída.

LZW - Algoritmo

Dicionário

0	a
1	b
2	w
3	wa
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Arquivo:

w	a	b	b	a	w	a	b	b	a
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

2

Olhar o próximo carácter **a** que não fez parte de **w**.

Escrever **wa** no dicionário

LZW - Algoritmo

Dicionário

0	a
1	b
2	w
3	wa
4	ab
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Arquivo:

w	a	b	b	a	w	a	b	b	a
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

2

0

Encontrei o símbolo **a** na posição **0**. O próximo símbolo é o **b**. Escrevo **ab** no dicionário

LZW - Algoritmo

Dicionário

0	a
1	b
2	w
3	wa
4	ab
5	bb
6	
7	
8	
9	
10	

Arquivo:

w	a	b	b	a	w	a	b	b	a
2	0	1							

Encontrei o símbolo **b** na posição **1**. O próximo símbolo é o **b**. Escrevo **bb** no dicionário

LZW - Algoritmo

Dicionário

0	a
1	b
2	w
3	wa
4	ab
5	bb
6	ba
7	
8	
9	
10	

Arquivo:

w	a	b	b	a	w	a	b	b	a
2	0	1	1						

Encontrei o símbolo **b** na posição **1**. O próximo símbolo é o **a**. Escrevo **ba** no dicionário

LZW - Algoritmo

Dicionário

0	a
1	b
2	w
3	wa
4	ab
5	bb
6	ba
7	aw
8	
9	
10	

Arquivo:

w	a	b	b	a	w	a	b	b	a
2	0	1	1	0					

Encontrei o símbolo **a** na posição **0**. O próximo símbolo é o **w**. Escrevo **aw** no dicionário

LZW - Algoritmo

Dicionário

0	a
1	b
2	w
3	wa
4	ab
5	bb
6	ba
7	aw
8	wab
9	
10	

Arquivo:

w	a	b	b	a	w	a	b	b	a
2	0	1	1	0	3				

Encontrei os símbolos **wa** na posição 3. O próximo símbolo é o **b**. Escrevo **wab** no dicionário

LZW - Algoritmo

Dicionário

0	a
1	b
2	w
3	wa
4	ab
5	bb
6	ba
7	aw
8	wab
9	bba
10	

Arquivo:

w	a	b	b	a	w	a	b	b	a
2	0	1	1	0	3		5		

Encontrei os símbolos **bb** na posição 5. O próximo símbolo é o **a**. Escrevo **bba** no dicionário

LZW - Algoritmo

Dicionário

0	a
1	b
2	w
3	wa
4	ab
5	bb
6	ba
7	aw
8	wab
9	bba
10	

Arquivo:

w	a	b	b	a	w	a	b	b	a
2	0	1	1	0	3		5		0

Encontrei o símbolo **a** na posição 0. **Thats all Folks!**

LZW - Algoritmo

Dicionário

0	a
1	b
2	w
3	wa
4	ab
5	bb
6	ba
7	aw
8	wab
9	bba
10	

Arquivo:

w	a	b	b	a	w	a	b	b	a
2	0	1	1	0	3		5		0
0010	0000	0001	0001	0000	0011		0101		0000

LZW - Algoritmo

Dicionário

0	a
1	b
2	w
3	wa
4	ab
5	bb
6	ba
7	aw
8	wab
9	bba
10	

Arquivo:

w	a	b	b	a	w	a	b	b	a
2	0	1	1	0	3		5		0
0010	0000	0001	0001	0000	0011		0101		0000

8 números de 4 bits = 32 bits

0010000000010001000000110101000

Compressão = $1 - 32/80 = 60\%$

LZW

Decodificação



LZW - Algoritmo

- Inicializar o dicionário (com símbolos básicos).
- Decodificar o 1º índice, escrevê-lo na saída e armazená-lo em **w**.
- Colocar **w?** no dicionário.
- Repetir até o fim dos índices:
 - Decodificar o primeiro símbolo **s** do próximo índice.
 - Trocar o **?** da última entrada no dicionário por **s**.
 - Decodificar o resto do índice, escrevê-lo na saída e armazená-lo em **w**.
 - Colocar **w?** no dicionário.

LZW - Algoritmo

0	a
1	b
2	w
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Arquivo:

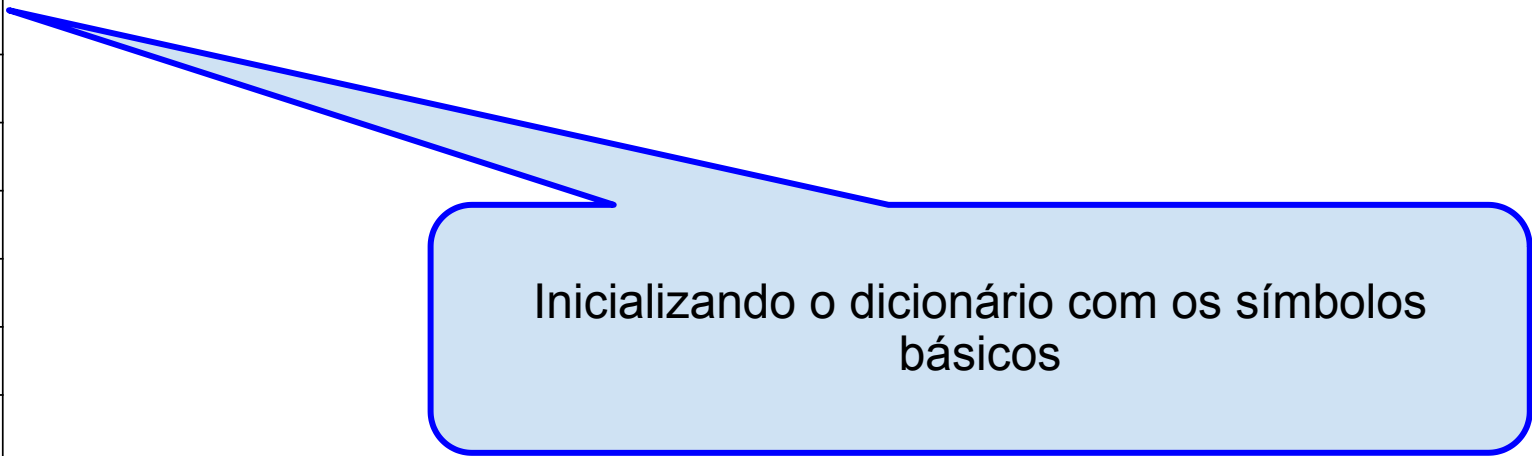
2	0	1	1	0	3	5	0
0010	0000	0001	0001	0000	0011		0101

LZW - Algoritmo

0	a
1	b
2	w
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Arquivo:

2	0	1	1	0	3	5	0
---	---	---	---	---	---	---	---



Inicializando o dicionário com os símbolos básicos

LZW - Algoritmo

0	a
1	b
2	w
3	w?
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Arquivo:

2	0	1	1	0	3	5	0
---	---	---	---	---	---	---	---

w

Decodificar o primeiro índice e colocar **w?** no dicionário

LZW - Algoritmo

0	a
1	b
2	w
3	wa
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Arquivo:

2	0	1	1	0	3	5	0
---	---	---	---	---	---	---	---

w

a

Decodificar o primeiro símbolo **s** do próximo índice e trocar o **?** da última entrada no dicionário por s

LZW - Algoritmo

0	a
1	b
2	w
3	wa
4	a?
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Arquivo:

2	0	1	1	0	3	5	0
---	---	---	---	---	---	---	---

w

a

Decodificar o resto do índice, escrevê-lo na saída e armazená-lo em **w**. Colocar **w?** no dicionário

LZW - Algoritmo

0	a
1	b
2	w
3	wa
4	ab
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Arquivo:

2	0	1	1	0	3	5	0
w	a	b					

Decodificar o primeiro símbolo **s** do próximo índice e trocar o **?** da última entrada no dicionário por s

LZW - Algoritmo

0	a
1	b
2	w
3	wa
4	ab
5	b?
6	
7	
8	
9	
10	

Arquivo:

2	0	1	1	0	3	5	0
w	a	b					

Decodificar o primeiro símbolo **s** do próximo índice e trocar o **?** da última entrada no dicionário por s

LZW - Algoritmo

0	a
1	b
2	w
3	wa
4	ab
5	b?
6	
7	
8	
9	
10	

Arquivo:

2	0	1	1	0	3	5	0
w	a	b					

Decodificar o resto do índice, escrevê-lo na saída e armazená-lo em **w**. Colocar **w?** no dicionário

LZW - Algoritmo

0	a
1	b
2	w
3	wa
4	ab
5	bb
6	
7	
8	
9	
10	

Arquivo:

2	0	1	1	0	3	5	0
w	a	b	b				

Decodificar o primeiro símbolo **s** do próximo índice e trocar o ? da última entrada no dicionário por s

LZW - Algoritmo

0	a
1	b
2	w
3	wa
4	ab
5	bb
6	b?
7	
8	
9	
10	

Arquivo:

2	0	1	1	0	3	5	0
w	a	b	b				

Decodificar o resto do índice, escrevê-lo na saída e armazená-lo em **w**. Colocar **w?** no dicionário

LZW - Algoritmo

0	a
1	b
2	w
3	wa
4	ab
5	bb
6	ba
7	a?
8	
9	
10	

Arquivo:

2	0	1	1	0	3	5	0
w	a	b	b	a			

LZW - Algoritmo

0	a
1	b
2	w
3	wa
4	ab
5	bb
6	ba
7	aw
8	wa?
9	
10	

Arquivo:

2	0	1	1	0	3	5	0
w	a	b	b	a	w	a	

LZW - Algoritmo

0	a
1	b
2	w
3	wa
4	ab
5	bb
6	ba
7	aw
8	wab
9	bb?
10	

Arquivo:

2	0	1	1	0	3	5	0
w	a	b	b	a	w	a	b

LZW - Algoritmo

0	a
1	b
2	w
3	wa
4	ab
5	bb
6	ba
7	aw
8	wab
9	bba
10	a?

Arquivo:

2	0	1	1	0	3	5	0		
w	a	b	b	a	w	a	b	b	a