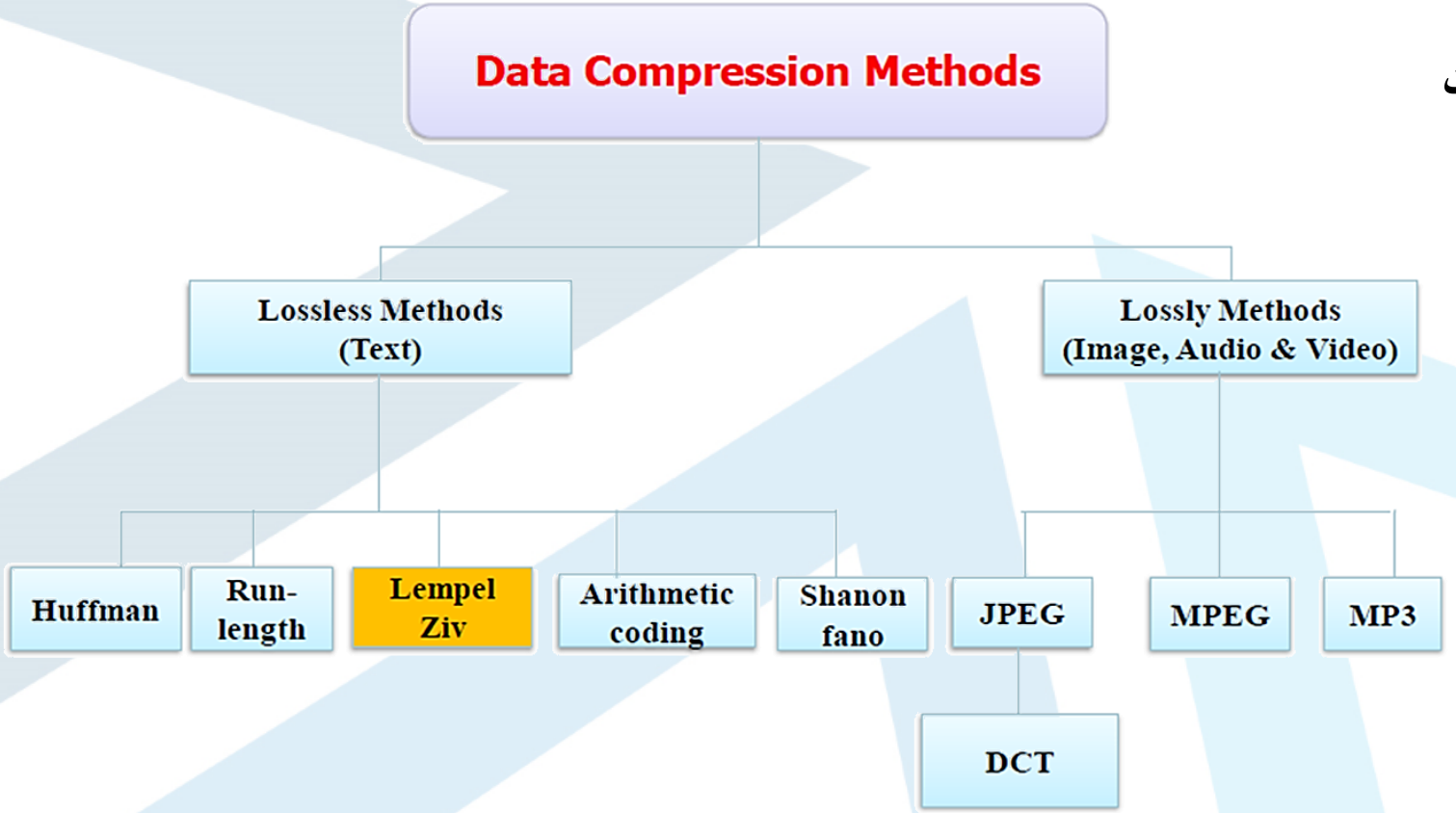
جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

وسائط متعددة
المحاضرة السادسة

أ.د. فادي غصنه

Lempel-Ziv Code

طرق ضغط البيانات



Lempel-Ziv Algorithm

-- خوارزمية الضغط LZ تستخدم قطار من الأحرف في حال ترميز النصوص أو القيم المتسلسلة في حال ترميز الصور بدلا من استخدام حرف واحد أو قيمة معينة بواسطة ترميز الـ ASCII. مثال: من أجل ضغط نص ما يتم تشكيل جدول أو قاموس يضم كل احتمالات تسلسل الأحرف وتكرارها في النص من اجل أن ترسل وتعالج بين مرمز وفاك الترميز .

- تعرف هذه الخوارزمية بـ Dictionary Coding- (خوارزميات الضغط عن طريق الإستبدال النصي أو الضغط عن طريق القواميس)
- هي خوارزمية ضغط دون ضياع، وتعد أحد أصناف الترميز الإحصائية
- تعتمد على مراقبة العلاقة بين أجزاء البيانات الواردة واستبدال جميع الكلمات المكررة **بدليل يشير إليها** وهو أقصر منها وذلك في جدول dictionary الذي يحوي الكلمات الواردة في النص المراد ترميزه.

Lempel-Ziv Algorithm

-- بدلا من إرسال كلمة ترميز بـ ASCII-codewords لكل حرف في النص أو قيمة في مصفوفة الصورة المراد ترميزها، يتم إرسال عنوان موقع القيمة أو الحرف المراد ترميزه في القاموس المشكل أي مهما كان طول الحرف يتم ترميزه بعدد ثابت من البتات يدل على موقع الحرف أو القيمة في القاموس المخزن في كل من المرسل والمستقبل.

-- في المستقبل يقوم فك الترميز باستخدام العنوان المرسل للموقع حتى يصل إلى الكلمة أو القيمة المناسبة من القاموس أو الجدول المخزن لديه حتى يبدأ عملية بناء النص أو الصورة.

- تصنف خوارزميات الضغط (LZ) إلى صنفين:
  - i. **LZ77**
  - ii. **LZ78**

تتفق الخوارزميتين من حيث المبدأ.

الخوارزمية LZ78

مبدأ العمل

تعتمد هذه الخوارزمية على بناء جدول يتضمن كل الكلمات
الواردة في النص لمرة واحدة (أول مرة)،
بحيث لا يكون هناك حاجة عند الترميز لإرسال الكلمة عند ورودها في النص مرة أخرى
وإنما يرسل **دليلاً يشير إلى موقع هذه الكلمة ضمن الجدول**.

- عملية بناء القاموس dictionary
  - **في حال ورود الكلمة لأول مرة:**

ترمز بكلمة ترميز وتكون مؤلفة من جزأين هما الدليل والكلمة نفسها : **(index,word)**

  - **في حال كانت الكلمة في الجدول:**

هنا لا داعي لإرسال الكلمة ويتم إرسال الدليل فقط كالتالي **(index,)**

(0, char)	if one-character pattern is not in Dictionary.
(DictionaryPrefixIndex, lastPatternCharacter)	if multi-character pattern is not in Dictionary.
(DictionaryPrefixIndex,)	if the last input character or the last pattern is in the Dictionary.

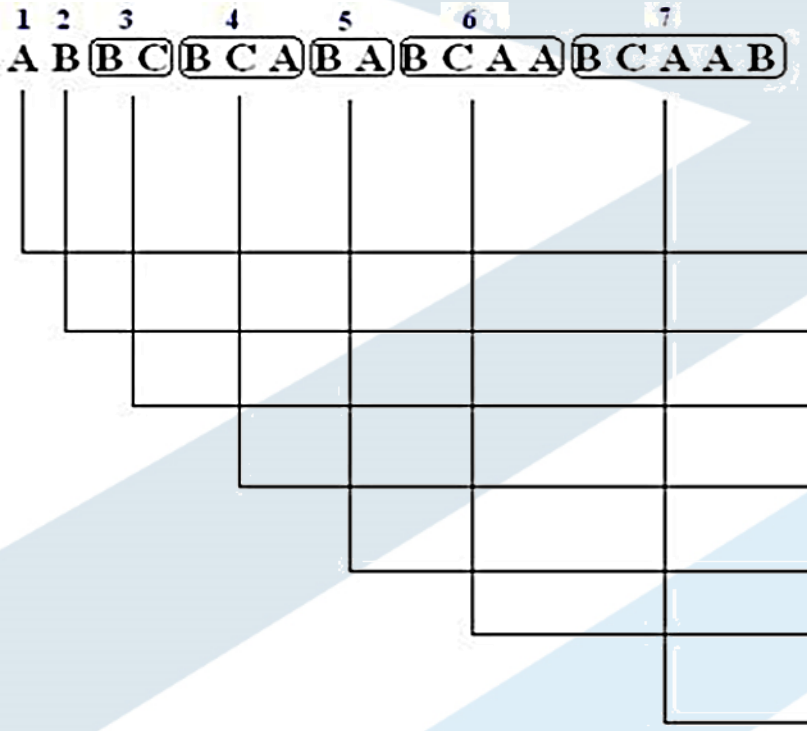
يعرف هذا الجدول بالقاموس المتكيف (adaptive dictionary) :

أي أنه لا حاجة لأن يكون فاك الترميز على **علم مسبق** بمحتويات هذا الجدول، وإنما يقوم **ببناء جدوله حالما يستقبل البيانات** الواردة وذلك بآلية مشابهة للآلية التي يعمل بها المرمز

مثال ١ عن الخوارزمية LZ78

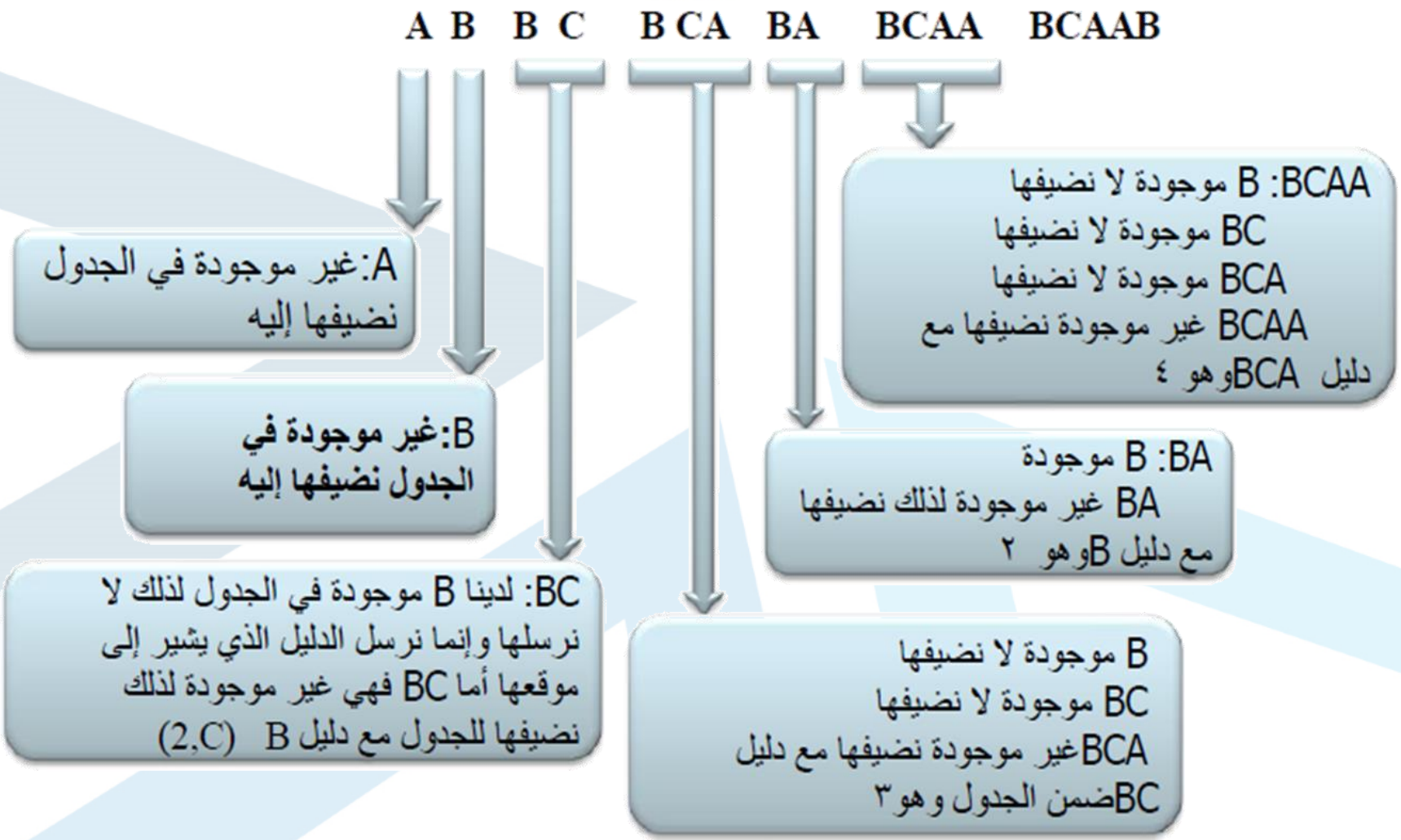
المطلوب ترميز سلسلة المحارف الآتية:

ABBCBCABABCAABCAAB



output	Dictionary index	Dictionary string
(0, A)	1	A
(0, B)	2	B
(2, C)	3	BC
(3, A)	4	BCA
(2, A)	5	BA
(4, A)	6	BCAA
(6, B)	7	BCAAB

.


A B B C B CA BA BCAA BCAAB
A:غير موجودة في الجدول نضيفها إليه
B:غير موجودة في الجدول نضيفها إليه
BC: لدينا B موجودة في الجدول لذلك لا نرسلها وإنما نرسل الدليل الذي يشير إلى موقعها أما BC فهي غير موجودة لذلك نضيفها للجدول مع دليل B (2,C)
B موجودة لا نضيفها
BC موجودة لا نضيفها
BCAغير موجودة نضيفها مع دليل BCضمن الجدول وهو٣
BA: B موجودة
BA غير موجودة لذلك نضيفها مع دليل Bوهو ٢
BCAA: B موجودة لا نضيفها
BC موجودة لا نضيفها
BCA موجودة لا نضيفها
BCAA غير موجودة نضيفها مع دليل BCAوهو ٤

- يرمز الجزء الصحيح من كلمة الترميز بعدد بتات تمثل الترميز الثنائي لـ (للدليل –1)
- مثلاً (4,A)حسب الرسالة المرمزة دليل كلمة الترميز هذه هو 6 و الجزء الصحيح هو 4:

4 ترمز بـ 100 ⟹ لترميز العدد 5 إلى 3 خانات ⟹ Index-1=5 ⟹ Index=6

- و منه:

الرسالة المرمزة: (0,A)(0,B)(2,C)(3,A)(2,A)(4,A)(6,B)

index 1 2 3 4 5 6 7

0A0B10C11A010A100A110B

- مقدار الضغط =عدد البتات المطلوبة لترميز هذه الرسالة بالآسكي مقسوماً على عدد البتات اللازمة للترميز باستخدام الخوارزمية LZ78
- يكون عدد البتات المطلوبة لترميز هذه الرسالة بلغة ASCIIهو:

7*18=126 bits

- يكون عدد البتات المطلوبة للترميز باستخدام الخوارزمية LZ78 :

0A	0B	10C	11A	010A	100A	110B
(1+7)	(1+7)	(2+7)	(2+7)	(3+7)	(3+7)	(3+7)

(1+7) + (1+7) + (2+7)+ (2+7)+ (3+7) + (3+7) +(3+7)=64 BITS

مقدار الضغط : 126 /64= 1.96

index	index-1	bits	Number of significant bits
1	0	0	1
2	1	1	
3	2	10	2
4	3	11	
5	4	100	3
6	5	101	
7	6	110	
8	7	111	
9	8	1000	4
10	9	1001	
11	10	1010	
12	11	1011	
13	12	1100	
14	13	1101	
15	14	1110	
16	15	1111	

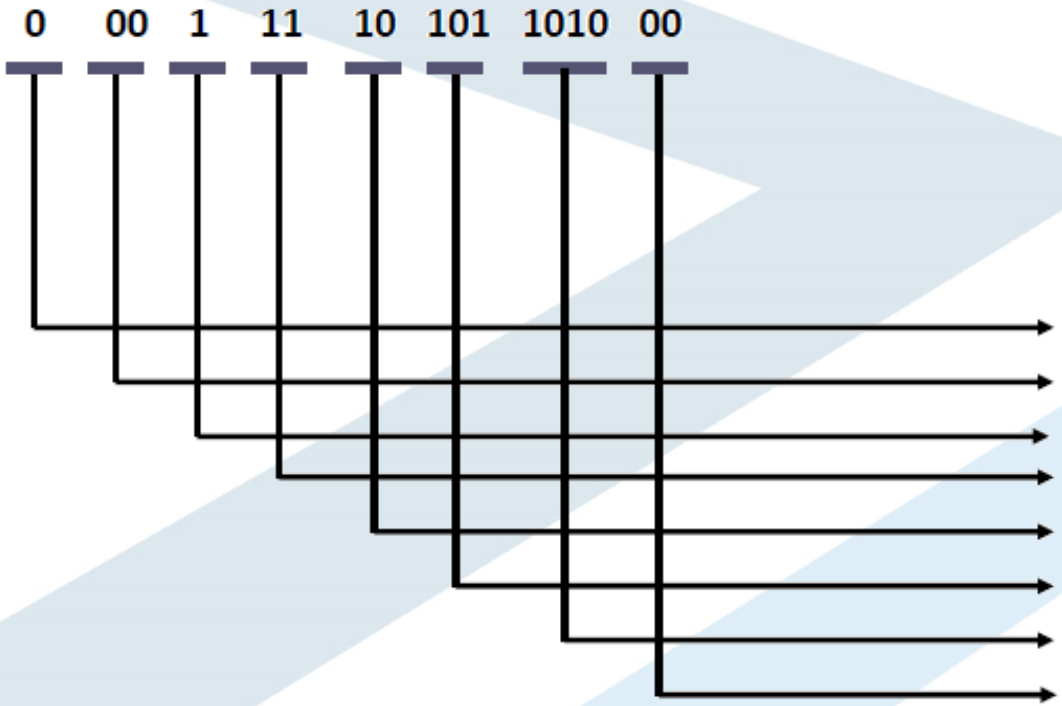
Codeword	(0, A)	(0, B)	(2, C)	(3, A)	(2, A)	(4, A)	(6, B)
index	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**

Bits: $(1 + 7) + (1 + 7) + (2 + 7) + (2 + 7) + (3 + 7) + (3 + 7) + (3 + 7) = 64$ bits

مثال ٢ عن الخوارزمية LZ78

المطلوب ترميز السلسلة الآتية وحساب مقدار الضغط:

0001111010110100 0



	Dictionary	
Output	Index	string
(0, 0)	1	0
(1, 0)	2	00
(0, 1)	3	1
(3, 1)	4	11
(3, 0)	5	10
(5, 1)	6	101
(6, 0)	7	1010
(2,)	8	00

الرسالة المرمزة= (0,0) (1,0) (0,1) (3,1) (3,0) (5,1)(6,0) (2,)

حساب مقدار الضغط:

- يكون عدد البتات المطلوبة للترميز باستخدام الخوارزمية LZ78 :

	(0,0)	(1,0)	(0,1)	(3,1)	(3,0)	(5,1)	(6,0)	(2,)
index	1	2	3	4	5	6	7	8
	00	10	001	111	0110	1011	1100	010
	(1+7)	(1+7)	(2+7)	(2+7)	(3+7)	(3+7)	(3+7)	3

(1+7)+ (1+7)+ (2+7)+ (2+7)+ (3+7)+(3+7)+(3+7)+3=67 bits

index	index-1	bits	Number of significant bits
1	0	0	1
2	1	1	
3	2	10	2
4	3	11	
5	4	100	3
6	5	101	
7	6	110	
8	7	111	
9	8	1000	4
10	9	1001	
11	10	1010	
12	11	1011	
13	12	1100	
14	13	1101	
15	14	1110	
16	15	1111	

Codeword (0,0) (1,0) (0,1) (3,1) (3,0) (5,1) (6,0) (2,)

index 1 2 3 4 5 6 7 8

Bits: $(1+7)+(1+7)+(2+7)+(2+7)+(3+7)+(3+7)+(3+7)+(3)=$

67 bits

- يكون عدد البتات المطلوبة لترميز هذه الرسالة بلغة ASCIIهو:

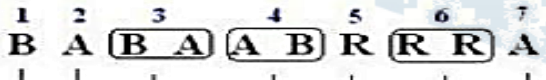
7*17=119 bits

- **يكون مقدار الضغط : 119/67=1.77**

مثال ٣ عن الخوارزمية LZ78

المطلوب ترميز سلسلة المحارف الآتية:

BABAABRRRA

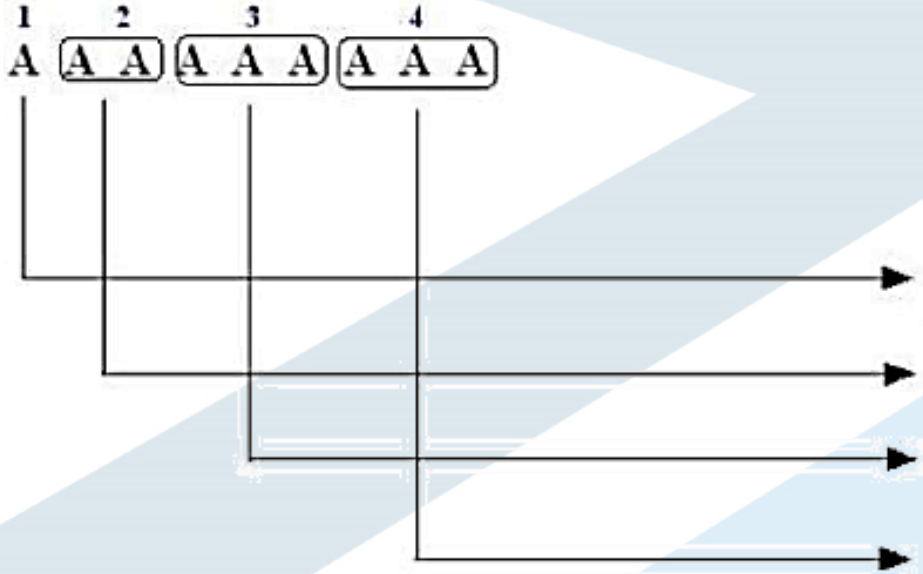


output	Dictionary index	Dictionary string
(0, B)	1	B
(0, A)	2	A
(1, A)	3	BA
(2, B)	4	AB
(0, R)	5	R
(5, R)	6	RR
(2,)		

وهكذا تكون الرسالة المرمزة: (0, B)(0, A)(1, A)(2, B)(0, R)(5, R)(2,)

مثال ٤ عن الخوارزمية LZ78

المطلوب ترميز سلسلة المحارف الآتية: AAAAAAAAA

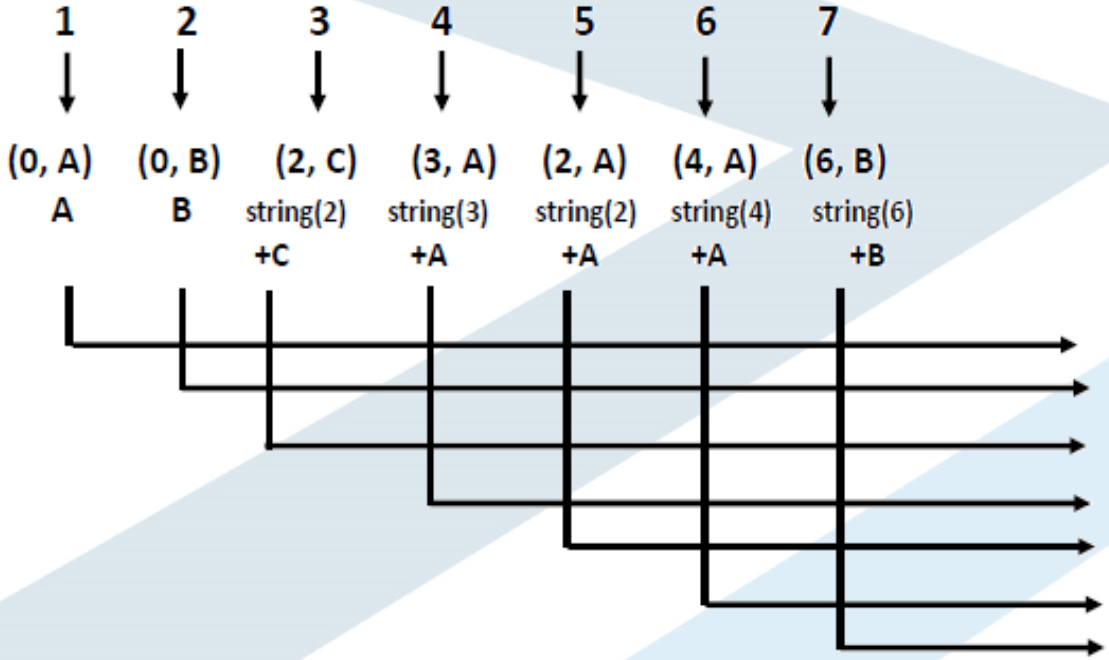


	Dictionary	
output	index	string
(0, A)	1	A
(1, A)	2	AA
(2, A)	3	AAA
(3,)		

وهكذا تكون الرسالة المرمزة: (0, A)(1, A)(2, A)(3,)

مثال ٥ عن الخوارزمية LZ78

المطلوب: فك ترميز الرسالة : (0, A) (0, B) (2, C) (3, A) (2, A) (4, A) (6, B)



	Dictionary	
Output	Index	string
A	1	A
B	2	B
BC	3	BC
BCA	4	BCA
BA	5	BA
BCAA	6	BCAA
BCAAB	7	BCAAB

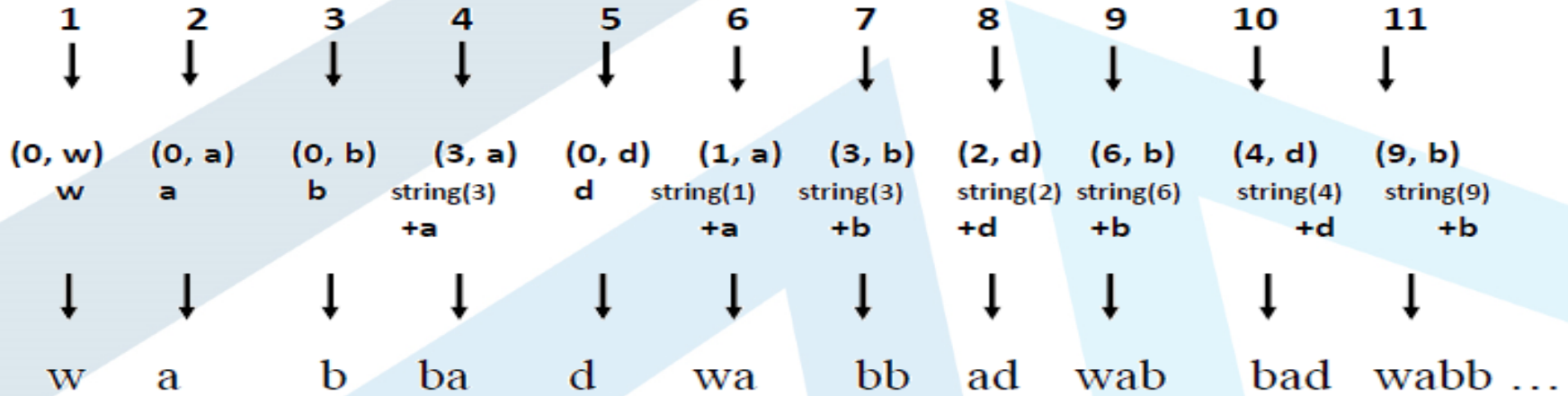
الرسالة بعد فك ترميزها: **ABBCBCABABCAABCAAB**

مثال ٦ عن الخوارزمية LZ78

المطلوب: فك ترميز الرسالة الآتية المرمزة باستخدام LZ78:

(0, w) (0, a) (0, b) (3, a) (0, d) (1, a) (3, b) (2, d) (6, b) (4, d) (9, b) (8, w) (0, o) (13, d) (1, o) (14, w) (13, o) (6,)

الحل:



و هكذا نتابع الحل فتكون الرسالة بعد فك ترميزها :

wabbadwabbadwabbadwabbadwoodwoodwoowa

مثال ٧ عن الخوارزمية LZ78

المطلوب فك ترميز الرسالة الآتية: (0, B)(0, A)(1, A)(2, B)(0, R)(5, R)(2,)

	Dictionary	
output	index	string
B	1	B
A	2	A
BA	3	BA
AB	4	AB
R	5	R
RR	6	RR
A		

وهكذا تكون الرسالة بعد فك ترميزها: BABAABRRRA

مثال ٨ عن الخوارزمية LZ78

المطلوب فك ترميز الرسالة الآتية: (0, A)(1, A)(2, A)(3,)

	Dictionary	
output	index	string
A	1	A
AA	2	AA
AAA	3	AAA
AAA		

وهكذا تكون الرسالة بعد فك ترميزها: AAAAAAAAA

إيجابيات وسلبيات الخوارزمية LZ

إيجابيات الخوارزمية lempl zif

- تحقق نسبة ضغط كبيرة وفعالة من أجل النصوص الكبيرة
- لا داعي لأن يحتوي فاك الترميز على (dictionary) مسبقاً، لأنه يقوم ببنائه اعتماداً على البيانات الواردة بالتتالي

سلبيات الخوارزمية lempl zif

- غير فعالة في ضغط النصوص الصغيرة

خوارزمية LZW

- تم تطوير خوارزمية Lempel–Ziv فيما بعد من قبل Terry A.Welch
- تم تسمية هذه الخوارزمية بخوارزمية LZW.
- يعتمد مبدأ هذه الخوارزمية على بناء محتويات القاموس ديناميكياً حالما يتم إرسال النص في كلا الطرفين المرمز وفاك الترميز
- تتضمن المداخل الـ **128 الأولى** في القاموس المحارف المفردة التي تشكل مجموعة الآسكي.
- تحتوي بقية محتويات ومداخل القاموس محرفين أو أكثر (كلمات).
- سيعلم القاموس بعد كل space أنها كلمة جديدة.

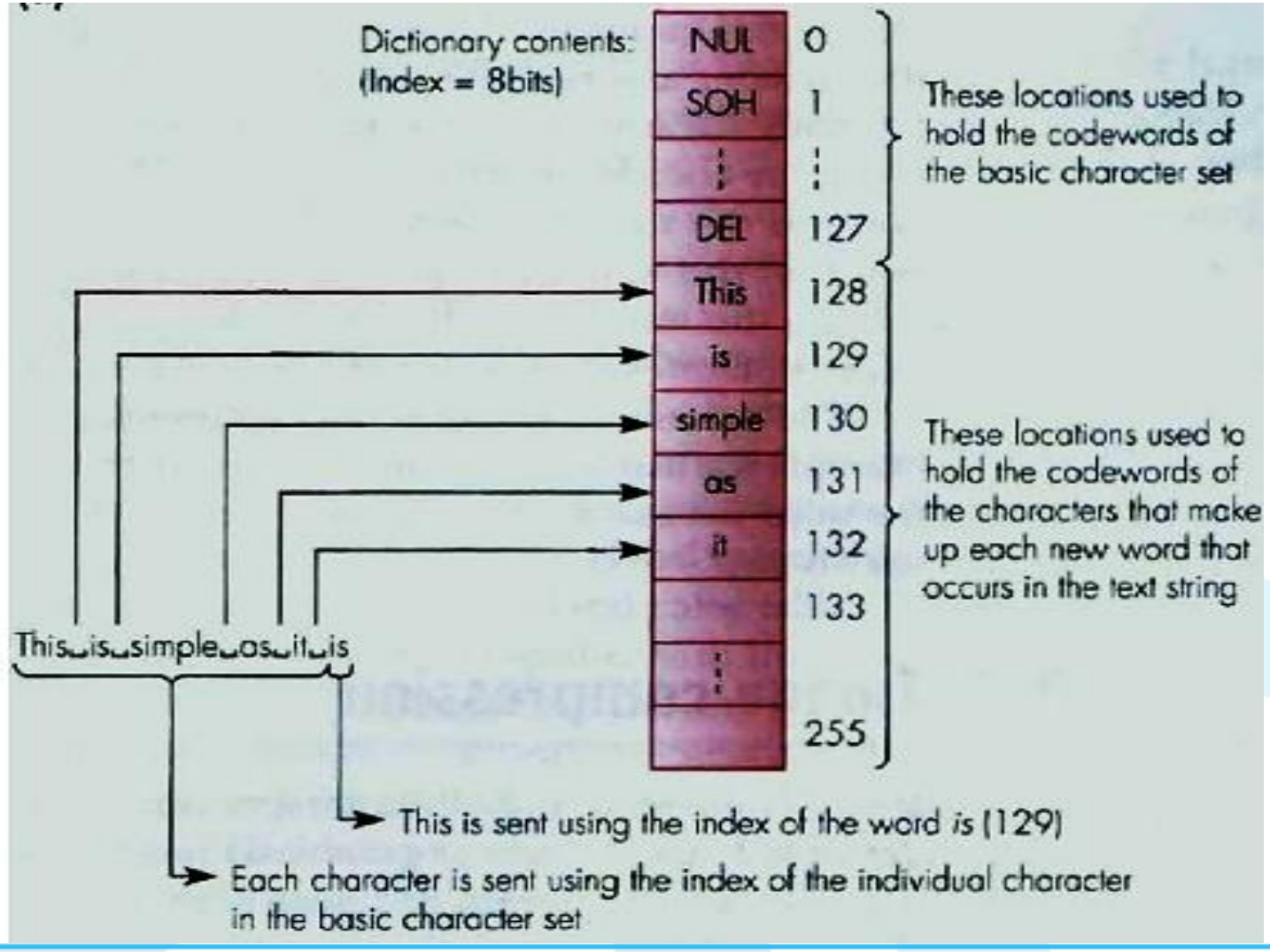
مثال عن خوارزمية LZW

- نستعرض آلية تمثيل العبارة (**This is simple as it is**)في القاموس.

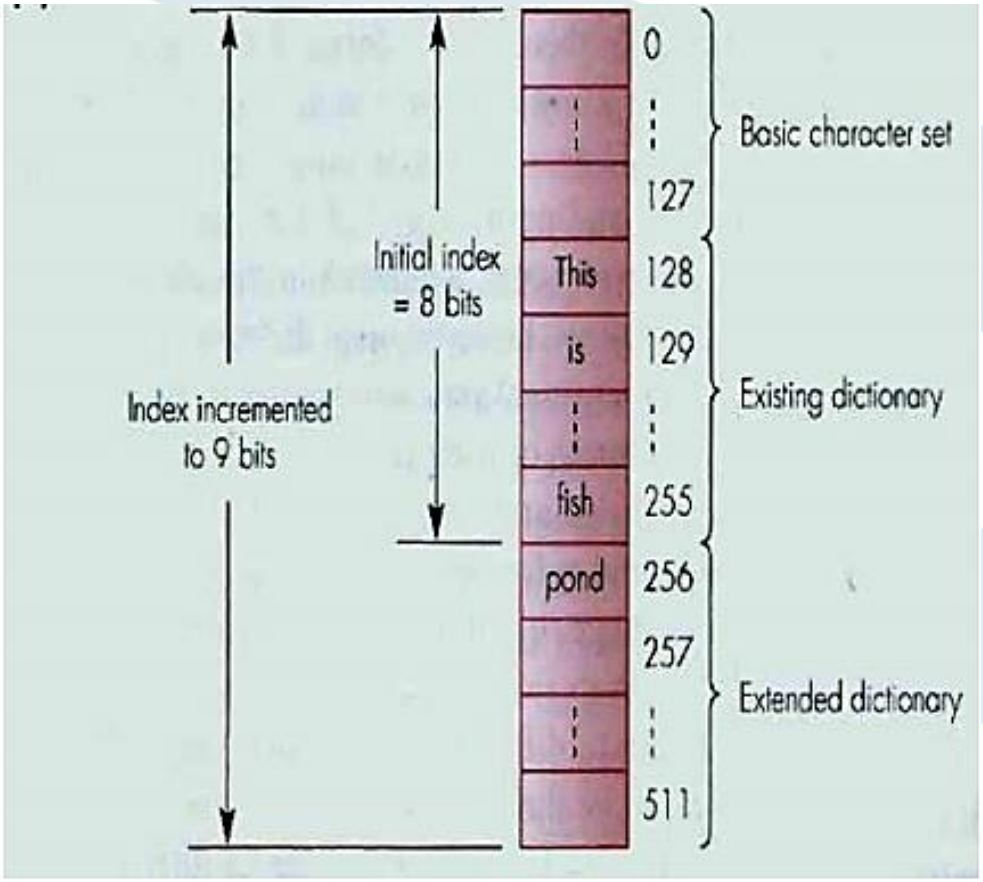
✓المواقع من (**0**) **وحتى** (**127**): تستخدم لتحميل كلمات الترميز لمجموعة المحارف الأساسية.

✓المواقع من (**128**)**وحتى** (**255**): تستخدم لتحميل كلمات ترميز المحارف التي تركب كل كلمة جديدة تحصل في سلسلة محارف النص.

✓نلاحظ من الشكل أن الكلمة (is) مكررة وكان دليلها هو (129)، وبالتالي عند ورودها في النص مرة أخرى يتم ارسال دليل الكلمة فقط.


Dictionary contents:
(Index = 8bits)
NUL
SOH
DEL
This
is
simple
as
it
0
1
127
128
129
130
131
132
133
255
These locations used to hold the codewords of the basic character set
These locations used to hold the codewords of the characters that make up each new word that occurs in the text string
This␣is␣a␣simple␣as␣it␣is
This is sent using the index of the word is (129)
Each character is sent using the index of the individual character in the basic character set

خوارزمية LZW



-- في حال لدينا تطبيق ما مكون من 128 حرف أو قيمة أساسية، إذا القاموس في كل من المرمز وفاك الترميز سيبدأ بـ مدخل 2^8=128(ASCII)+128(word or values)=256

-- من اجل تمديد القاموس ديناميكيا من اجل ملائمة زيادة المداخيل لعدد جديد نضيف بت واحد لترميز المواقع وفق 2^9 =512 مدخل.

-- في المثال المبين جانبا نلاحظ أن آخر دخل في القاموس الموجود هي كلمة ***Fish*** الكلمة التالية هي ***Pond*** وغير موجودة في القاموس الأساسي، لذلك يتم تمديد القاموس بمقدار 1 Bit للعناوين مما يزيد الأمكنة إلى 2^9 =512 .