

* Lab 9 * Data Communication Lab

Abdullah Dirs
Owda

* chapter 10 - Error Detection & Correction *

P10.1: max. effect of 2-ms burst of noise on data transmitted at the following rates?

- (a) 1500 bps (b) 12 kbps (c) 100 Kbps (d) 100 Mbps

Sol:

$$\text{effect Bit} = \text{data rate} \times \text{burst length}$$

(a) effect Bit = $1500 \times (2 \times 10^{-3}) = 3 \text{ bit effected}$

(b) effect Bit = $12 \times 10^3 \times (2 \times 10^{-3}) = 24 \text{ bits effected}$

(c) effect Bit = $100 \times 10^3 \times (2 \times 10^{-3}) = 200 \text{ bits effected}$

(d) effect Bit = $100 \times 10^6 \times (2 \times 10^{-3}) = 200000 \text{ bits effected}$

P10.3: XOR is one of the most used operations in calculations of codewords. Apply XOR on the following pairs.

Sol:

(a)
$$\begin{array}{r} 10001 \\ 10001 \\ \hline 00000 \end{array} \oplus$$

(c)
$$\begin{array}{r} 10011 \\ 11111 \\ \hline 01100 \end{array} \oplus$$

(b)
$$\begin{array}{r} 11100 \\ 00000 \\ \hline 11100 \end{array} \oplus$$

XOR		
A	B	Cut
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Q10-4 : In Table 10.1, the sender sends dataword 10.

A 3 bit burst error corrupts the codeword.

Can receiver detect the error? Defend your answer.

جواب:

Table 10.1

data words	codewords
00	000
01	011
10	101
11	110

burst error

هو حدوث تغير
في بتية أو
أكثر في data unit.

: data words

هي البيانات التي
يتم إرسالها
بشكل منفصل
في blocks أو
بشكل منفصل كبتيات

: Codeword

لا أضيف
redundant bits
للـ data words
نحالي عنها codeword

Answer:

لا يبي أن 10 (data word) ،
الـ codeword لها هو 101 .

لا يصير 3 bit burst ، الـ codeword بتغير إلى 010
وهذا من موجود في الجدول ، وبالتالي
receiver لا يستطيع اكتشاف الخطأ .

لا الخطأ : لأن حدوث error

ووصل الـ codeword 000 ،

الـ receiver من أجل لا يستطيع

الخطأ لأنه 000 موجود في الجدول

ويعتبر valid codeword .

P10.5: Using code in Table 10.2, what the dataword if each of the following codewords is received?

Sol: (a) 01011 $\Rightarrow$ Invalid.
 ↑
 codeword ↑
 dataword

(b) 11111 $\Rightarrow$ Invalid codeword
 ↑
 codeword

(c) 00000 $\Rightarrow$ 0000

(d) 11011 $\Rightarrow$ 1101

P10.6: Prove that code represented by the following codewords is not linear. You need to find only one case that violates the linearity.

$\{(00000), (01011), (10111), (11111)\}$

Sol:
 اءى XOR بين اءى اءى
 .

$$\begin{array}{r}
 10111 \\
 01011 \\
 \hline
 11100
 \end{array}$$

This is not valid codeword (see table 10.2)

اى XOR بين اءى

linear block code
 اى XOR بين
 two codewords
 الناتج يكون
 valid codeword

P 10-7 : What the Hamming Distance for each of the following codewords?

سوال :

(a) $d(\underline{10000}, \underline{00000})$
Same size
 $= \boxed{1}$

(b) $d(\underline{10101}, \underline{10000})$
 $= \boxed{2}$

(c) $d(\underline{00000}, \underline{11111})$
 $= \boxed{5}$

(d) $d(\underline{00000}, \underline{00000})$
 $= \boxed{0}$

⇒ Note :
 Hamming Distance
 دو کد کد کے درمیان
 کی جگہوں کی تعداد ہے
 جہاں پر وہ مختلف ہیں۔

P 10-8 : Although it can be formally proved the code in

Table 10.3 is both linear & cyclic, we only two tests to partially prove fact.

سوال :

غرض
 بقول 10.3
 کد لائن
 ایک فقط
 two tests
 سے ثابت
 linear
 cyclic

⇒ Note :

cyclic
 یعنی
 shift-left
 codeword
 کی جگہ
 کی codeword

Ex :

$b_1 = a_0, b_2 = a_1, b_3 = a_2$
 $b_4 = a_3, b_5 = a_4, b_6 = a_5$
 $b_0 = a_6$

codeword
 کی جگہ
 کی codeword
 کی جگہ
 کی codeword

P10-8:

answer:

(a) Test cyclic property on codeword 0101100.

Sol: Codeword $\rightarrow$ shift left $\neq$

0101100 $\Rightarrow$ shift left

1011000

This is also codeword.

$\therefore$ It's cyclic.

(b) Test the linear property on codeword
0010110 and 111111.

Sol:

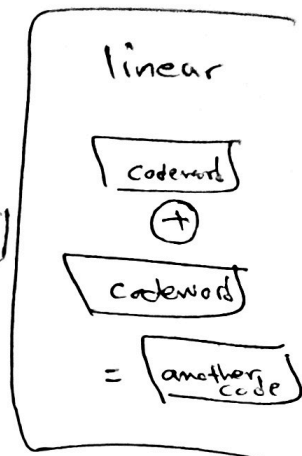
111111
0010110 $\oplus$

1101001

This another
Codeword

$\therefore$ It's linear.

#



P10-10: Assuming even parity.

find parity bit?

- (a) $1001011 \Rightarrow$ even parity bit = $\boxed{0}$
- (b) $0001100 \Rightarrow$ parity bit = $\boxed{0}$
- (c) $1000000 \Rightarrow$ parity bit = $\boxed{1}$
- (d) $1110111 \Rightarrow$ Parity bit = $\boxed{0}$

لو كد الوحدية زوجي
يكبره البت ب $\boxed{0}$ ،
ولو كد الوحدية
فردية راح
يكبره البت ب $\boxed{1}$

P10-11:

Simple parity bit : ما بقدر التشفير

الخطأ في الوحدية ،

في جدول المثال : خطئيه ، 4 ، 6 ، 8 .
= = =

الكل :

$\Rightarrow$ organize this characters in table & create row and column parity.

$\Rightarrow$ The bit in row parity is sent with byte.

$\Rightarrow$ The column parity is sent as an extra byte

Show how the following errors can be detected:

- (a) An error at (R3, C3). (In a).

س: In this case of one error, it can be detected and corrected because the two affected parity bits can defined where the error is.

خطأ واحد فقط ، وفي parity bit اثنين

الجدول بوضوح:

(a) التشفير
الخطأ ودره

(b) التشفير
(دوره نقول)

(c) التشفير
(دوره نقول)

(d) ما التشفير

$\boxed{0}$

(b) Two errors at $(R3, C4)$ and $(R3, C6)$.

حل:

① * $\Rightarrow$ Two errors can definitely be detected because they affect two bits of column parity.
 الخاطئ
 لأنهم راجع تأثيرا
 على بتيه
 Column parity
 $\Rightarrow$ The receiver knows the message is somewhat corrupted (although not where). It discards the whole message.

(c) Three errors at $(R2, C4)$, $(R2, C5)$ and $(R3, C4)$.

حل:

① * $\Rightarrow$ Three error are detected because they affect two parity bits. one of column parity & one of row parity.
 الخاطئ
 لأنواع
 تأثيرا بتيه
 Column parity
 رتيه
 (row parity)
 $\Rightarrow$ The receiver knows the message is somewhat corrupted (although not where). It discards the whole message.

(d) Four errors at $(R1, C2)$, $(R1, C6)$, $(R3, C2)$ & $(R3, C6)$

حل:

In this case, Cannot be detected because none of parity bits are affected.

① * $\Rightarrow$ Not detected because none of parity bits are affected.
 الخاطئ
 لأنهم راجع تأثيرا
 على بتيه
 Column parity
 رتيه
 (row parity)
 (F)

P 16-12

at sender

⇒ dataword ⇒ with (k) bits , 1
codeword with (n) bits .

cip : k : Dataword
 n : codeword
 dataword کے بعد بیتیں :

2) $\Leftarrow$ الآن : نقسم الـ dataword المعطية على divisor (حيث حجم $\text{divisor} = n - k + 1$) ، نأخذ بقية ما يلزم ، إلى الجزء الذي هو الباقى القسمة .

(8)

at receiver:

الـ receiver يقسم codeword بنفس الـ divisor
ليقسم على الـ sender.

لو باقي القسمة 0 - بلا خطأ - خطأ في الـ error

أما لو باقي القسمة 1 - خطأ في الـ error

CRC codeword ?

الـ 12

codeword dataword

$$\Rightarrow \text{divisor} = n - k + 1$$

$$5 = n - 9 + 1$$

$$5 = n - 8$$

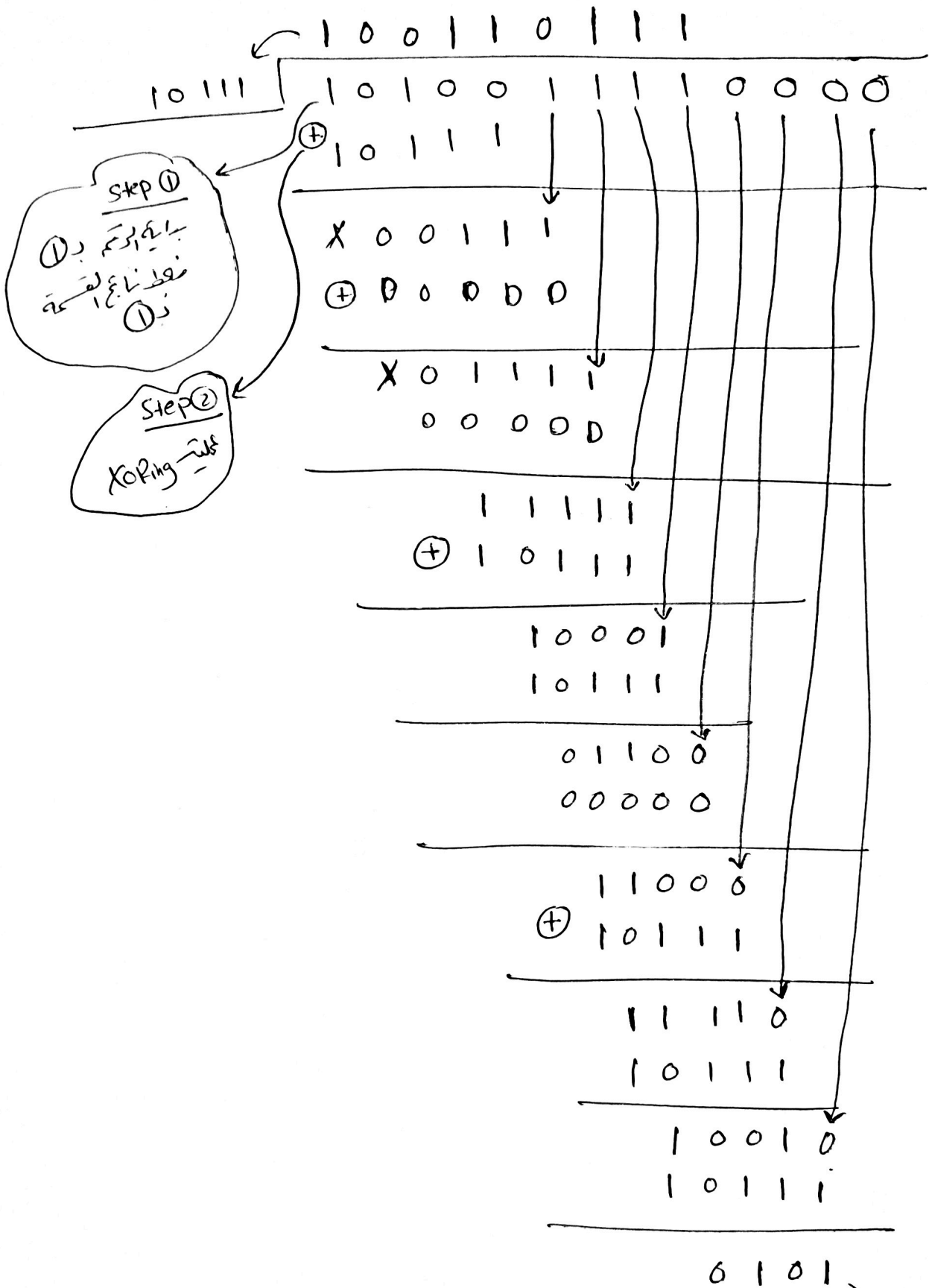
$$n = 13$$

عدد البتات في الـ dataword

$$n - k = 13 - 9 = 4$$

$$\text{dataword} = 1010011110000$$

الـ 4 بتات



The code word will be 10100111 0101

↓ dataword ↓ remainder

P10-18:

Assume a packet is made only of four 16-bits words $(A7A2)_{16}$, $(CABF)_{16}$, $(903A)_{16}$, and $(A123)_{16}$. Manually simulate the algorithm in Figure 10.17 to find checksum.

حل:

← أجمع البايت مع البايت

① ① ①
A 7 A 2

C A B F

+ 9 0 3 A

A 1 2 3

← 2 البايت wrapping
② A 3 B E
2 +

A 3 C 0 #

5 C 3 F ⇒ checksum

one's

complement

في جمع ال hex : ← أجمع البايتات وخلص البايت

لو البايت أقل من 16 يخطو الرقم ويتبطل ..

مثلا لو البايت آية من 16 :

بشوف المجموع آية من 16 فيه

وخلصه بالبايت ولفه

ببدا المجموع ونحوه ال 16

الموجودة يكون البايت

: checksum

المرسل يقوم

أجمع البايتات والمجموع

يكون هو checksum

ويتم إرسال البايت

رباعية checksum

والمتقبل به يستلمهم

ويجمع البايتات الثاني ويقارنه

البايت المجموع مع المجموع البيني

وصلة مع البايت، إذا لفت

بوجه مضاعف فليس error

: One's complement

بدي أبعث one's comp

تأتي checksum لل receiver

وخذ ال receiver لا يجمعهم

سليم ويطلع منه 0 مضاعف فليس error

A	B	C	D	E	F
10	11	12	13	14	15

مثال کے اُجھ:

$$\boxed{30} = 3 + A + F + 2 : \text{اولیٰ نمبر}$$

ار 30 مِخا بس 16 درجہ ← ①

① حل جائے

$$30 - 16 = \boxed{14}$$

↓ (E)
حل فی سائج

$$\boxed{27} = \textcircled{1} + 2 + 3 + B + A : \text{ثانی نمبر}$$

↑
بالہ
الی قبل

حل 27 مِخا بس 16 درجہ ← ① بالہ

$$27 - 16 = \boxed{11}$$

↓
B ← سائج

ہذا

P10-20 : $(4567)_{16}$ & $(BA98)_{16}$. checksum?

سؤال

$$\begin{array}{r}
 4 \ 5 \ 6 \ 7 \\
 B \ A \ 9 \ 8 \ + \\
 \hline
 F \ F \ F \ F \\
 \text{one's} \swarrow \\
 \text{comp} \quad \boxed{0 \ 0 \ 0 \ 0} \quad \#
 \end{array}$$

P10-25 : $\Rightarrow$ approach FEC .

$\Rightarrow$ each packet contains 10 samples

$\Rightarrow$ the sender loads first packet with odd-numbered samples of first 20 samples .

$\Rightarrow$ the second packet with even-numbered of first 20 samples and so on .

$\Rightarrow$ The receiver records the samples & play them .
Assume the third packet is lost . what will be missed at the receiver bit ?

1st Packet : 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19 .

2nd Packet : 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 .

3rd Packet : 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39 .

تفقد (جزء من البتات الرابع) | تفقد (جزء من البتات الثالث) |
هلقت بقية الباقي receiver بي يتلقاهم يرجع يربطهم . وبتالي : Δ

~~at receiver~~

at receiver

1st: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.
 2nd: 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20.
 3rd: 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30.
 4th: 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40.

↓
 لا قوت : جزى نه نشات فق و جزى نه را رفع #

P10-26: Assume we want to send a dataword of two bits using FEC on hamming distance. Show how the following list of datawords / codeword can automatically correct up to a one bit error in transmission.

00 → 00000 01 → 01011 10 → 10101 11 → 11110

سوال:

⇒ Hamming distance

$$d_{min} = 2t + 1$$

↓
 # of errors can be corrected

$$d_{min} = 3 \Rightarrow 3 = 2t + 1 \Rightarrow \boxed{t = 1}$$

↓
 correct of error

00 → 00000

01 → 01011

10 → 10101

11 → 11110

$$\therefore \boxed{d_{min} = 3}$$

$$\boxed{d = 3}$$

$$\boxed{d = 3}$$

$$\boxed{d = 4}$$

d is # of
non zero code.