

תרגיל בית 4

בכל השאלות, הראה את דרך החישוב.

1. פרימיניג

a. קידוד פרימיניג:

- i. מה יהיה הרץ שישדר אחרי פרימיניג, כ商量ים בום, כשהם מוצאים?
כשה-FLAG הוא ESC 0xAA והו 0xBB. כנדרש לשדר את הרץ הבא:

0x AA AA BB BB BB B1 1B 11 1A A1 AB 7A

- ii. מה יהיה הרץ שישדר כשהפרימיניג יבוצע-ב Byte stuffing שתוואר בשקפי ההרצאה
כפי שמצוין ב프וטוקול PPP over SONET, עבור הרץ הבא:

0x 7E 7D 7E 7D 5E 5D 5D AA AA BB BB 7E 7E 11

- iii. מה יהיה הרץ שישדר אחרי פרימיניג, כ商量ים בום, כמו שתואר בהרצאה. כנדרש לשדר את הרץ הבא:

0x AA FA FF A8 FF FF AA

b. פיענוח פרימיניג:

- i. יש לפענח את רצף הבטים שהתקבלו בשכבה הילינק, לרץ שהיה לפני ביצוע הפרימיניג.
0x AA BB AA 1B BB BB BB AB BB BB 1A A1 BB BB AA

- כשהפרימיניג מוצע-ב Byte stuffing כשה-FLAG 0xBB הוא ESC 0xAA והו FLAG. יש לפענח את רצף הבטים שהתקבלו בשכבה הילינק, לרץ שהיה לפני ביצוע הפרימיניג.
0x 7E 7D 5E AA 7D 5D BB 7D 5E 7D 5E 11 22 BB 7D 5E 7E

- כשהפרימיניג מוצע-ב Byte stuffing שתוואר בשקפי ההרצאה כפי שמצוין בפרוטוקול PPP over SONET

2. internet checksum

a. חשב את ה-internet checksum של ההודעה הבאה:

0x 4B C7 E0 9B 0D 73 2F FD B7 67 84 B2 6A F9 47 5E 05 09

- b. בדוק האם הייתה שגיאה בהודעה התקבלה עם קוד לגילוי שגיאות internet checksum. בזידור:

0x 9B AF B7 9F 31 35 C1 08 16 A3 35 D0 23 D5 EB B2 B0 B9

3. CRC

a. חשב את ה-CRC של ההודעה הבאה, עם ה-generator 10010:

0x 77 AC 3A

- b. בדוק האם הייתה שגיאה התקבלה עם קוד CRC לגילוי שגיאות, עם ה-generator 10010:
0x 35 F1 BC 0D
האם היו שגיאות בשידור?

4. Hamming code

a. להודעה הבאה התקבלה עם Hamming code לגילוי שגיאות:

0x 35 F1 BC

נתון שכל היותר הייתה שגיאה של בית אחד בשידור. האם הייתה שגיאה בשידור? מה המידע ששודר?

5. יש להזכיר את השאלות 13 ו-15 מקובץ השאלות מה מבחנים על שכבה הילינק פרימיניג וגילוי ותיקון שגיאות.

1. פרימיניג

a. קידוד פרימיניג:

i. מה יהיה הרצף שישודר אחרי פרימיניג, כשבוצעים ,Flag byte with byte stuffing כשה-FLAG הוא 0xAA וה-ESC הוא 0xBB. כנדרש לשדר את הרצף הבא:

0x AA AA BB BB BB B1 1B 11 1A A1 AB 7A

ii. מה יהיה הרצף שישודר כשהפרימיניג יבוצע ב- Byte stuffing שתואר בשקפי הרצאה כפי שבוצע בפrotocol PPP over SONET, עברו הרצף הבא:

0x 7E 7D 7E 7D 5E 5E 5D 5D AA AA BB BB 7E 7E 11

iii. מה יהיה הרצף שישודר אחרי פרימיניג, כשבוצעים ,bit stuffing כמו שתואר בהרצאה. כנדרש לשדר את הרצף הבא:

0x AA FA FF A8 FF FF AA

$$E = \text{ESC}$$

$$F = \text{Flag ESC}$$

F F E E E

0x AA AA BB BB BB B1 1B 11 1A A1 AB 7A

0x AA B6 AAB BAA BBA B8 B8 B8 B8 B8 B8 B1 1B 11 1A A1 AB 7A AA

ii. מה יהיה הרצף שישודר כשהפרימיניג יבוצע ב- Byte stuffing שתואר בשקפי הרצאה כפי שבוצע בפrotocol PPP over SONET, עברו הרצף הבא:

0x 7E 7D 7E 7D 5E 5E 5D 5D AA AA BB BB 7E 7E 11

ppp over Sonet :

7E ⇒ 7D SE

7D ⇒ 7D SD

7E 7D *

7E 7DSE 7DSD 7DSE 7DSD SE SE SD SD AA AA
BB B8 7DSE 7DSE 11 7E

iii. מה יהיה הרצף שישודר אחרי פרימינג, כ商量ים כמו שתואר בהרצאה. כנדרש לשדר את הרצף הבא:

0x AA FA FF A8 FF FF AA

AA 1010 1010 11111111	FA 1111 1010 1010 1010	FF 1111 1111	A8 1010 1000	FF 11111111
-----------------------------	------------------------------	-----------------	-----------------	----------------

היר גדור. ווועגן:

Flag 01111110	10101010	111110 ₁₀	111101 ₁₁	101000	111110 ₁₁
<u>11111011</u> =	010101010		01111110		

b. פיענוח פרימינג:

i. יש לפענח את רצף הבתים שהתקבלו בשכבה הילינק, לרצף שהוא לפני ביצוע הפרימינג.

0x AA BB AA 1B BB BB BB AB BB BB 1A A1 BB BB AA

כשהפרימינג בוצע ב-Byte stuffing כשה-FLAG הוא 0xAA והוא-ESC הוא 0xBB.

ii. יש לפענח את רצף הבתים שהתקבלו בשכבה הילינק, לרצף שהוא לפני ביצוע הפרימינג.

0x 7E 7D 5E AA 7D 5D BB 7D 5E 11 22 BB 7D 5E 7E

כשהפרימינג בוצע ב-Byte stuffing שתוואר בשקפי ההרצאה כפי שמוצג בפרטוקול PPP over SONET

0x ~~AA~~ ~~BB~~ AA 1B ~~BB~~ BB ~~BB~~ BB AB ~~BB~~ BB 1A A1 ~~BB~~ BB AA

OXAA = 553
OXBB = ESC

Res: 0x AA 1B BB BB AB BB 1A A1 BB

0x ~~7E~~ 7D 5E AA 7D 5D BB 7D 5E 7D 5E 11 22 BB 7D 5E ~~7E~~
~~7D~~ 5E → 7E

(II)

7DSD → 7D
Res: 7E AA 7D BB 7E 7E 11 22 BB 7E

internet checksum .2

. חשב את ה-internet checksum של ההודעה הבאה:

0x 4B C7 E0 9B 0D 73 2F FD B7 67 84 B2 6A F9 47 5E 05 09

b. הבדיקה הבאה התקבלה עם קוד לגילוי שגיאות internet checksum. בדוק אם הייתה שגיאה.

בשידור:

0x 9B AF B7 9F 31 35 C1 08 16 A3 35 D0 23 D5 EB B2 B0 B9

0x 4B C7 E0 9B 0D 73 2F FD B7 67 84 B2 6A F9 47 5E 05 09 (Q
7791 PWD 2 K PXC, R {32})

$$\begin{array}{r}
 & + & 4BC7 \\
 & + & E09B \\
 & + & OD73 \\
 & + & 2F FD \\
 & + & B7G7 \\
 & + & 84B2 \\
 & + & GAF9 \\
 & + & 47SE \\
 & + & CS09 \\
 \hline
 & = & 5DSE
 \end{array}$$

$$P(\omega) \approx 1 - \int \rho_{\text{th}}(\omega) d\omega$$

Checksum = $\sim 0 \times 5DSE$

checksum = 0x A7B1

0x 9B AF B7 9F 31 35 C1 08 16 A3 35 D0 23 D5 EB B2 B0 B9

9) $\int_{-1}^1 x^2 dx =$ $\frac{2}{3}$, $\int_0^1 x^2 dx =$ $\frac{1}{3}$

9B AF

+
B79F

+
3135

+
C108

+
16A3

+
35D0

+
F3D5

+
EBB2

BC B9

0x 5232

Checksum = ~0x5232 = 0x ADCD ≠ 0xFFFF

idle ~...? / 0f

Hamming code .4

ההודה הבהה התקבלה עם Hamming code לגילוי שגיאות:

0x 35 F1 BC

נתון שלכל היוטר הייתה שגיאה של בית אחד בשידור. האם הייתה שגיאה בשידור? מה המידע ששודר?

ר' יר. מחרב :

12 4 8 16
 00 11 01 01 11 11 000
 = = = = = = =

XOR

9 bit 1

0 bit 2

0 bit 4

1 bit 8

0 bit 16

• C - סט של כל גיבוב. גיבובים יוצרים סדרה של גיבובים.

00110100	11110001	10111100
----------	----------	----------

ר' יר. מחרב :

101 0111 1000 1011 1100

13. בערך מסויים מועברים פרויימים באורך 1000 ביטים. בערך יש שגיאות אקראיות, אך מובהק שבפרויימים מסויים המרכיבים בין זוג ביטים שגויים יהיה תמייד קטן מ-20. קלומר שאם לדוגמה הבית השגוי הראשון בפרויימים הוא הבית ה-500 עד הבית האחרון השגוי בפרויימים הוא הבית ה-519 ואין ביטים שגויים אחרי בית זה.

בנה אלגוריתם לתקן שגיאות שמתחאים לערך.

כמה ביטים נוספים נדרש לשדר אלגוריתם שכותבת בלבד ביטי הפרויימים המקורי?

15. מקוד ה-parity אפשר לבנות קוד parity תלת ממד שגם יכול לתקן שגיאות. הרעיון הוא לשדר בלוקים כשל בלוק הוא בעל חשורות עם ו-*ביטים* לשורה. בכל בלוק סוכמים כל שורה ומוסיפים ביט parity בסוף כל שורה. בנוסף בכל בלוק סוכמים כל עמודה ומוסיפים ביט parity בסוף העמודה כך שנוצרת שורה נוספת נספtha של *ביטי parity*. בנוסף סוכמים את כל הביטים בעלי מקומות דומים בכל הבלוקים ליצירת ביט parity נוספים כך שמתќבל בלוק parity נוסף. הדוגמה הבאה היא של בלוק parity תלת ממד בגודל של $3 \times 3 \times 3$.

1	0	0	1
0	0	1	1
1	1	0	0
0	1	1	0

1	0	1	0
1	1	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1

1	0	0	1
0	0	1	1
1	1	0	0
0	1	1	0

בטי parity מסומנים באפור. רואים שבסכום הבלוק \oplus עברו כל שורה וכל עמודה בית parity נסף. אפשר לראות לדוגמה בבלוק הראשון בשורה השניה חושב parity עם ערך 0 (מסומן בחץ). בסופם הבלוק הרביעי הוא בלוק parity, וכל הביטים שבו הם בטי parity שחושבו

8

כתוב כאן מה Hamming Distance של קוד h-parity התלית מימדי:
הסבר:

CC, JAS-575, 217, 218.

פתרונות תרגיל בית 4

.1

פרימיניג

a. קידוד פרימיניג:

.i. מה יהיה הרצף שישדר אחרי פרימיניג, כ商量ים, כשהמוצעיםFlag byte with byte stuffing, הוא 0xAA וה-ESC הוא 0xBB. כנדרש לשדר את הרצף הבא:

0x AA AA BB BB BB B1 1B 11 1A A1 AB 7A

פתרון:

0x **AA** BB AA **BB** AA **BB** BB BB BB BB B1 1B 11 1A A1 AB 7A **AA**
בירוק ה-FLAG, בכחול ה-ESC.

.ii. מה יהיה הרצף שישדר כהפרימיניג יבוצע ב-Byte stuffing שתואר בשקפי ההרצאה כפי שמדובר ב프וטוקול PPP over SONET, עבור הרצף הבא:

0x 7E 7D 7E 7D 5E 5D 5D AA AA BB BB 7E 11

פתרון:

0x **7E** **7D** **5E** **7D** **5D** **7D** **5E** **5D** 5D AA AA BB BB **7D** **5E** **7D** **5E** 11 **7E**
.ESC, באדום הבטים שהשתנו אחרי ששמו את ה-FLAG.

.iii. מה יהיה הרצף שישדר אחרי פרימיניג, כ商量ים, כמו שתואר בהרצאה. כנדרש לשדר את הרצף הבא:

0x AA FA FF A8 FF FF AA

פתרון:

訳文

1010 1010 1111 1010 1000 1111 1111 1111 1111 1111 1010 1010

נוסף flags ו-bit stuffing, כפי שמתואר בהרצאה:

0111 1110 1010 1010 1111 10010 1111 10111 1010 1000 1111 10111 11011 11101 1010 1010 0111 1110
bit stuffing, FLAG, בכחול ה-ESC.

b. פיענוח פרימיניג:

.i. יש לפענה את רצף הבטים שהתקבלו בשכבה הילינק, לרצף שהוא לפני ביצוע הפרימיניג.

0x AA BB AA 1B BB BB BB AB BB BB 1A A1 BB BB AA
כשהפרימיניג יבוצע ב-Byte stuffing כשה-ESC הוא 0xAA וה-FLAG הוא 0xBB.

פתרון:

0x **AA** **BB** AA **1B** **BB** **BB** **BB** AB **BB** **BB** 1A A1 **BB** **BB** **AA**
0x AA 1B BB BB AB BB BB 1A A1 BB

.ii. יש לפענה את רצף הבטים שהתקבלו בשכבה הילינק, לרצף שהוא לפני ביצוע הפרימיניג.

0x 7E 7D 5E AA 7D 5D BB 7D 5E 7D 5E 11 22 BB 7D 5E 7E
כשהפרימיניג יבוצע ב-Byte stuffing כמי שמדובר בפרוטוקול PPP over SONET

פתרון:

0x **7E** **7D** **7E** AA **7D** **7D** BB **7D** **7E** **7D** **7E** 11 22 BB **7D** **7E** **7E**
0x 7E AA 7D BB 7E 7E 11 22 BB 7E

internet checksum .2

חשב את ה-internet checksum של ההודעה הבאה: .a

0x 4B C7 E0 9B 0D 73 2F FD B7 67 84 B2 6A F9 47 5E 05 09

תשובה:

נחלק את ההודעה לקובוצות של 16 ביט, נסכום ב-1's complement

$$\begin{array}{r} 4B \quad C7 \\ + \quad E0 \quad 9B \\ + \quad 0D \quad 73 \\ + \quad 2F \quad FD \\ + \quad B7 \quad 67 \\ + \quad 84 \quad B2 \\ + \quad 6A \quad F9 \\ + \quad 47 \quad 5E \\ + \quad 05 \quad 09 \\ \hline 3 \quad 5D \quad 4B \\ + \quad 5D \quad 4B \\ \hline \quad \quad \quad 3 \\ \hline 5D \quad 4E \end{array}$$

نمיר לבינארי ונחליף סימן ב-1's complement, כלומר נהפרק כל בית:

0101 1101 0100 1110
0101 0010 1011 0001

نمיר בחזרה לבסיס 16, ונקבל sha-checksum הוא: A2B1

.b. ההודעה הבאה התקבלה עם קוד לגילוי שגיאות internet checksum. בדוק האם הייתה שגיאה בשידור:

0x 9B AF B7 9F 31 35 C1 08 16 A3 35 D0 23 D5 EB B2 B0 B9

תשובה:

נחלק את ההודעה לקובוצות של 16 ביט, נסכום ב-1's complement

$$\begin{array}{r} 9B \quad AF \\ + \quad B7 \quad 9F \\ + \quad 31 \quad 35 \\ + \quad C1 \quad 08 \\ + \quad 16 \quad A3 \\ + \quad 35 \quad D0 \\ + \quad 23 \quad D5 \\ + \quad EB \quad B2 \\ + \quad B0 \quad B9 \\ \hline 4 \quad 52 \quad 3E \\ + \quad 52 \quad 3E \\ \hline \quad \quad \quad 4 \\ \hline 52 \quad 42 \end{array}$$

החיבור אמר ליצאת FFFF ששකול ב-1's complement ל-0. כיוון שלא יצא כך אנחנו מניחים שיש שגיאה בשידור.

CRC .3

чисב את ה-CRC של ההודעה הבאה, עם ה-generator .a

0x 77 AC 3A

פתרונות:

נמיר את ההודעה לבינארי:

0111 0111 1010 1100 0011 1010

ה-CRC יהיה בגודל 4, ולכן נוסיף 4 אפסים, ונחלק ב-generator :

$$\begin{array}{r} 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \text{---} \\ 0 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \\ 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \\ \text{---} \\ 1 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \\ 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \text{---} \\ 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \\ 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \text{---} \\ 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \\ 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \text{---} \\ 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \\ 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \text{---} \\ 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \text{---} \\ 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \text{---} \\ 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \\ 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \text{---} \\ 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \\ 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \text{---} \\ 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \text{---} \\ 0 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\ \text{---} \\ 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \end{array}$$

קיבלנו שה-CRC הוא 0000

הערה: בחילוק יש כאן קיצור, שמקוצר קצר את הכתיבה. אפשר לעבוד לפי הקיצור זהה או פשוט לכתוב הכל, התוצאה אמורה לצאת זהה.

10010: generator CRC לגילוי שגיאות, עם ה-*ה*-

0x 35 F1 BC 0D

האם היו שגיאות בשידור?

פתרונות:

גmir את ההודעה ל賓ארי:

0011 0101 1111 0001 1011 1100 0000 1101

ונהלך ב-generator:

רואים שיש שארית ולכן אנחנו מניחים שהיו שגיאות.

Hamming code .4

ההודעה הבאה התקבלה עם Hamming code לגילוי שגיאות:

0x 35 F1 BC

נתון שלכל היותר הייתה שגיאה של בית אחד בשידור. האם היה שגיאה בשידור? מה המידע ששודר?

תשובה:

נמיר את ההודעה **לBINARI:**

0011 0101 1111 0001 1011 1100

נכחו באת הביטים עם המספר שלהם ונסמן את ביתי הבדיקה:

$\frac{0}{1}$	$\frac{0}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{0}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{0}{7}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{13}$	$\frac{0}{14}$	$\frac{0}{15}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{17}$	$\frac{0}{18}$	$\frac{1}{19}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{21}$	$\frac{1}{22}$	$\frac{1}{23}$	$\frac{0}{24}$
---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

נחשב את הסיגרונות:

נסכם את הסכום של בית 1, ביטים: 1,3,5,7,9,11,13,15,17,19,21,23 קלומר 0

נסכם את הסכום של בית 2,3,6,7,10,11,14,15,18,19,22,23 כלומר 0

נסכם את הסכום של בית 4, ביטים: 0,4,5,6,7,12,13,14,15,20,21,22,23

נסכם את הסכום של בית 8, ביטים: 8,9,10,11,12,13,14,15,24

נסכם את הסכום של בית 16, ביטים: 16,17,18,19,20,21,22,23,24 קלומר 0

נסדר את הסכימות לפי סדר יורד של הביטים ונקבע שיש שגיאה בבית: 01000 = 8

המשמעותי הוי שהשגיאה נוצרה בשידור היא בכלל בבית בדיקה.

נתן את השגיאה ונקלט שמה שנשלחה הוא:

0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

וכמידע שנשלח (ללא סיביות הבדיקה) הוא: 0011110001011100

אפשר לראות את אותו חישוב רק באורה קצרה יותר גրפית בטבלה הבאה: