

מבוא לרשתות מחשבים אביב תש"ף

תרגיל בית 1

תאריך הגשה: 23.04.2020 23:59

האחראי על התרגיל: דן, דוא"ל danaa@campus.technion.ac.il

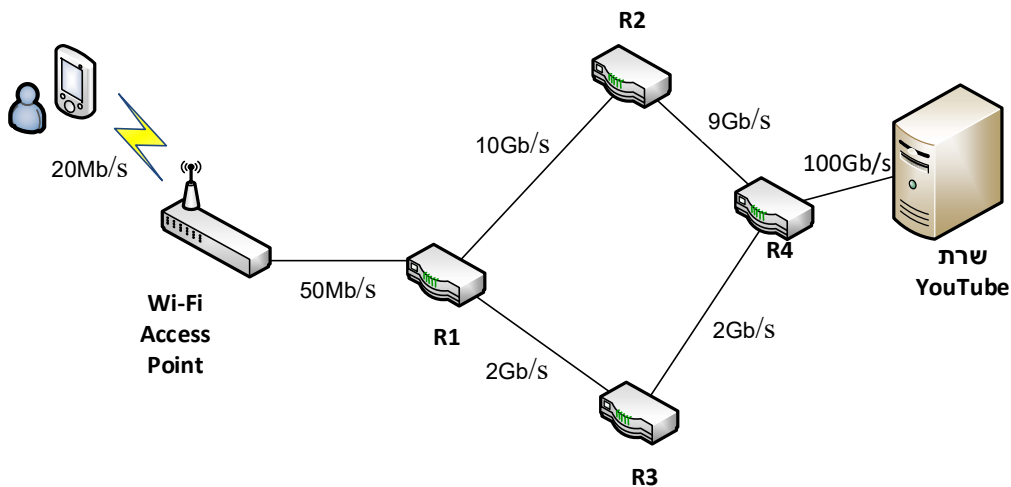
נמקו היטב אך בקצרה את כל תשובותיכם. תשובה לא מנומקת לא תזכה במלוא הניקוד!

הגשה מוקלדת תזכה בבונוס של 5 נקודות.

ההגשה מומלצת בזוגות וההגשה הינה אלקטרונית!

שאלה 1 – מודל השכבות

משתמש מתחבר לאינטרנט עם הטלפון החכם שלו באמצעות Wi-Fi. הוא מפעיל את ה- Internet browser שלו ומכניס בשורת הפקודה לינק שקיבל לסרטון ב-Youtube. השרת מקבל את הבקשה ומתחיל לשלוח את הסרטון.



א. הסרטון שנשלח מחולק למסגרות מידע. אם גודל ה Payload (ה Data) בכל מסגרת מידע היא 1500 בתים. מהו גודל מסגרת שמקבלת השכבה הפיזית בשרת?

שימו לב ש:

- גדלי ה Headers הם:
 - TCP Header : 20 בתים
 - UDP Header : 8 בתים
 - IPV4 Header (Layer 3) : 20 בתים
 - IPV6 Header (Layer 3) : 40 בתים
 - MAC Header (Layer 2) : 14 בתים
- הפוליוןם היוצר הסטנדרטי ברשת לחישוב ה CRC שאינו כלול ב MAC Header ומתווסף בסוף המסגרת הוא: CRC-32 (g=32)
- הפרוטוקול בין ה Client בטלפון לשרת ה YouTube הוא HTTP
- HTTP משתמש ב TCP כ Transport Protocol.
- התעבורה ברשת היא מעל IPV4.

- ב. בהנחה שפרוטוקול הניתוב מנתב ע"פ הדרך הקצרה ביותר בזמן – מה יהיה מסלול המסגרות מידע מהשרת ועד הטלפון החכם תחת הנתונים הבאים?
- המרחק בין R4 ל R2 הוא 10 ק"מ ובין R2 ל R1 הוא 3 ק"מ
 - המרחק בין R4 ל R3 הוא 5 ק"מ ובין R3 ל R1 הוא 6 ק"מ
 - המרחק בין R1 ל Access Point קצר מאד כך שזמן ההתפשטות זניח.
 - זמן ההתפשטות של המסגרות העוברות בתווך האלחוטי בין ה Wi-Fi Access Point לטלפון הוא זניח.
 - השרת מחובר ל R4 ברשת המקומית, כך שזמן ההתפשטות זניח.
 - מהירות ההתפשטות בקו היא $2/3$ מהירות האור.
 - קצבי השידור בכל ערוץ מצוינים בדיאגרמה והם כנהוג ביחידות של Bits/Sec
 - ה-Wi-Fi Access Point פועל כמו נתב
 - זמן פענוח (Parsing) של Header ע"י שכבה כלשהיא הוא $1\mu\text{sec}$
 - זמן בניית (Re-Parsing) של Header ע"י שכבה כלשהיא הוא $2\mu\text{sec}$
 - בכל שכבה, כאשר שולחים חבילה/מסגרת מבצעים Re-Parsing וכאשר מקבלים חבילה מבצעים Parsing

שימו לב: $1\text{M}=10^6$, $1\text{G}=10^9$, $1\mu\text{sec}=10^{-6}\text{sec}$

- ג. עקב חשש למתקפות סייבר מצד הרשת – הוחלט להפעיל ב-Wi-Fi Access Point שירות Firewall אשר יבדוק כל חבילה שמגיעה מהאינטרנט ויפיל כל חבילה חשודה. ה-Firewall מחפש מתקפות סייבר ברמת האפליקציה.

תוך כמה זמן כעת תגיע חבילת מידע מהשרת לטלפון?

שאלה 2 – קוד Hamming

- בערוץ תקשורת מקבלת שכבת הקו מסגרות Data לשליחה. אורך המסגרת הוא בית אחד. מה המספר המינימלי של סיביות הגנה שיש לצרף לכל מסגרת כדי להבטיח תיקון של שגיאה אחת? הסבירו את החישוב.
- בערוץ זה נקלטה ההודעה המקודדת הבאה: $0xA09$. האם נפלה שגיאה? אם כן – תקנו אותה (בהנחה שיכולה להיות בערוץ מקסימום שגיאה אחת). בכל מקרה – ציינו מה מסגרת ה Data בהקסה שתועבר לשכבת הרשת.
- עבור כל אחת מהמחרוזות הבאות שהתקבלו ואשר קודדו בקוד Hamming למילים באורך 11 סיביות ומילות קוד באורך 15 סיביות- קבעו האם התרחשה שגיאה בשידור או לא. במקרה וכן, נסו לתקן את השגיאה או הסבירו מדוע אי אפשר לתקן את השגיאה. הניחו שיש לכל היותר שגיאה אחת.

a. 111111100110000

b. 111111111111111

c. 100110101001111

שאלה 3 – CRC

לאחר שרכש את הכלים הדרושים בקורס רשתות, אמיל החליט להקים רשת משלו בפקולטה. על מנת לזהות שגיאות ברשת הוא החליט להשתמש ב-CRC. אחרי שסיין אפשרויות רבות הוא התלבט על שימוש באחד מהפולינומים היוצרים הבאים:

1. $0x0 \ (g = 5)$

2. $0x3B \ (g = 6)$

3. $0x13 \ (g = 5)$

שימו לב שזה הייצוג בהקסה שלהם. כשעוברים מייצוג הקסה של פולינום יוצר לייצוג פולינומי $G(x)$ יש תמיד להוסיף את דרגת הפולינום. לדוגמא: הפולינום $CRC1 = 0x1 \ (g = 1)$ יוצג ע"י הפולינום $G(x)$ הבא: $X^1 + X^0$

א. בהנחה שיש לכל היותר שגיאה אחת ברשת, באיזה פולינומים כדאי להשתמש? נמקו!

ב. בהנחה שיתכן שגיאה אחת או שלוש שגיאות או חמש שגיאות, באיזה פולינומים כדאי להשתמש? נמקו!

בסופו של דבר, אמיל בחר להשתמש בפולינום השני ברשימה. כעת כדי לבחון את שימושיות הרשת הוא רצה לשלוח בה את המחרוזת $M = 'cs'$.

המחשב השולח ממיר ל-hexadecimal את המחרוזת לפי קוד ASCII (ניתן למצוא את הטבלה באתר <https://www.asciitable.com>). ההודעה היא רצף של בתים מיוצגים ב-hexadecimal כאשר הבית הראשון ברצף (במקרה זה – הייצוג בהקסה של התו 'o') הוא ה-most significant byte והבית האחרון הוא ה-least significant byte. הייצוג הפולינומי של ההודעה יהיה בהתאם.

ג. מה תהיה המילה $T(x)$ שמשודרת על הקו? רשמו אותה ב-hexadecimal ופרטו את אופן החישוב

ד. האם נצליח לזהות בהודעות שיתקבלו שגיאות מהצורה $E(x) = x^{k+7} + x^k$? נמקו!

ה. ברשת התקבלה הודעה נוספת $0x1B0B$. האם ההודעה התקבלה באופן תקין? אם כן, מה הייתה ההודעה? אם לא, האם תוכלו להגיד כמה שגיאות נפלו בהודעה המקורית? הראו את חישובכם.

שאלה 4 – גילוי \ תיקון שגיאה

בערוץ תקשורת עם סיכוי שגיאה בביט של $10^{-6} * 5$ עבור ביט נתון, משדרים מסגרות באורך 12,500 **בתים**.

א. מה הסיכוי של מסגרת להגיע ללא אף שגיאת שידור? עם שגיאת שידור בודדת?

נניח כי ניתן לצמצם את מספר הביטים במסגרת לטובת ביטי קוד לתיקון שגיאות/זיהוי שגיאות (כלומר גודל המסגרת הכולל נותר 12,500 בתים). נניח כי הקודים לתיקון שגיאות מספיקים כדי לוודא שהמסגרת נשלחת רק פעם אחת, ונניח כי במקרה והקוד לזיהוי שגיאות מגלה שגיאת שידור, מתבצע ניסיון שידור נוסף שתמיד מצליח.

נגדיר ניצולת של הערוץ: היחס בין ביטי המידע במסגרת לאורך הממוצע של המסגרת.

ב. עבור שני המקרים הבאים, קבעו ע"פ הגדרת הניצולת האם עדיף להשתמש בקודים לתיקון שגיאות או בקודים לזיהוי שגיאות:

a. קוד לזיהוי שגיאות הדורש 10 ביט לעומת קוד לתיקון שגיאות המשתמש ב-100 ביט.

b. קוד לזיהוי שגיאות הדורש 500 ביט לעומת קוד לתיקון שגיאות המשתמש ב-29000 ביט.