

תרגיל 2

Application Layer & Sockets

תאריך פרסום: 3.2.2024, תאריך הגשה: 15.2.2024 (עד 23:55), בלבד.

הגשה בקבוצות עד גודל 3. בקבוצות מגודל 3 יש לענות על יותר שאלות (ראו פירוט בכל חלק).

חלק א (30%)

קבוצות מגודל קטן מ-3: ענו על 6 מתוך השאלות הבאות.

קבוצות מגודל 3: ענו על 10 שאלות.

בחלק מהשאלות יש למצוא מידע ברשת. כאשר מתבקש לציין כיצד מצאתם מידע מסוים, אין לכתוב שימוש ב GPT (הסבר יש למצוא בדרכים אחרות) ואין לצרף צילומי מסך מ GPT בשום מקרה

- 1) חפשו ברשת RFC העוסק ב HTTP3. ציינו שני חידושים בפרוטוקול המופיעים ב RFC זה. הסבירו בקצרה וצרפו צילומי מסך.
- 2) מבין 4 ממדי השירות לאפליקציות, תארו שירות אחד הקיים באינטרנט ואינו קיים ברשתות טלפון, ושירות אחד הקיים בטלפון אך אינו קיים באינטרנט. הסבירו בקצרה. האם קיימת רשת **ציבורית** ידועה שבה קיימים כל ממדי השירות?
- 3) תנו 3 נימוקים לכך שאפליקציה אינה שקולה לפרוטוקול. האם יתכן שפרוטוקול מסוים יהיה קשור ליותר מאפליקציה אחת? הסבירו.
- 4) כאשר מבצעים הצפנה ב HTTP, גם אם הנמען ומספר הפורט שלו אינם מוצפנים, כיצד נוכל לדעת שההודעה בצד השני לא תתפרש כהודעה לא מוצפנת (כלומר בוודאות יתבצע פענוח הצפנה)?
- 5) בויכוח בין מידעניו אליס ובוב, הוא טוען שכדי לבצע מיקבול של בקשות חובה להשתמש ביותר מקישור יחיד בו זמנית, והיא טוענת שאפשר לבצע זאת גם על גבי קישור יחיד. מי מהם צודק? הסבירו.
- 6) איזה מבין שרתי ה DNS בהירארכיה שומר את המידע המועט ביותר (**שאינו** שרת אוטוריטטיבי)? הסבירו. חפשו IP של שרת אמיתי כזה – כתבו אותו בצירוף הסבר לגבי הדרך שבה מצאתם אותו (חובה לצרף צילום מסך).
- 7) מהי כתובת ה IP של שרת ה-Web של מכללת ספיר? הסבירו כיצד מצאתם את הכתובת, וצרפו צילום מסך לתשובתכם. אם גולשים למחלקה למדעי המחשב – האם סביר שנקבל אותו IP או IP אחר? תארו מצב שבו תשובתכם היתה יכולה להיות הפוכה.
- 8) ציינו 2 מקומות בהם ניתן לשמור מטמון ב DNS **שאינם** שרתים בהירארכיה. ללא קשר לחלק הקודם - הסבירו כיצד יתכן שנשאלת שאלתת DNS אחת ונקבל שתי תשובות.
- 9) חפשו ברשת 2 תקיפות על DNS והסבירו בקצרה כל אחת מהן. חפשו תיעוד בתקשורת לתקיפה שהתבצעה ע"י DNS – צרפו צילום מסך והסבירו בקצרה.
- 10) לאליס מחשב שלו IP יחיד, ובו מוקצה לה מספר פורט יחיד. היא מעוניינת להריץ שרת לאפליקציה מעל UDP עם מספר פורט זה. **א.** כמה שרתים שונים ניתן להריץ מעל פורט זה? הסבירו. **ב.** נניח כי במחשב של בוב קיימים 3 לקוחות לאפליקציה זו (מעל פורטים שונים) המעוניינים לשלוח הודעות לשרת של אליס (מעל פורט יחיד). האם הדבר אפשרי? הסבירו.
- 11) נתונים 4 מספרים בבסיס 10: 333,123,321,455. חשבו checksum ל-4 המספרים הללו (לפי שיטה הדומה ל-UDP) ע"י המרה של כל אחד מהם למספר בינארי בן 9 ביטים (**חובה** לבצע padding משמאל למספרים שאינם מגיעים ל-9 ביטים). הפעולה האחרונה צריכה להיות חישוב משלים ל-1. מומלץ (לא חובה) לכתוב קוד שעושה זאת, אך אם השתמשתם בקוד, חובה לצרף את הקוד להגשת התרגיל, ולהסביר בקצרה.

חלק ב (70%)

קבוצות עד גודל 2: ענו על 4 מתוך השאלות הבאות - **שאלה 1 היא בגדר חובה**
קבוצות מגודל 3: ענו על כל השאלות

- (1) נתון שרת Web אמריקאי של חברה ישראלית, העונה על בקשות עבור אתר מסויים שחלק מהן מגיעות מאמריקה וחלק מישראל. באתר זה קיים קובץ ראשי (דף HTML) ובו הפניות ל-5 תמונות, והתמונות עצמן.
- הקמת קישור ע"י הלקוח דורשת שליחת 3 חבילות:** שליחת חבילה קטנה מהלקוח, שליחת חבילה קטנה מהשרת, ושליחת חבילה קטנה מהלקוח לאישור.
- בקשת קובץ מהשרת דורשת גם היא שליחת 3 חבילות:** חבילה קטנה מהלקוח, חבילה מהשרת (הגודל תלוי בסוג תוכן), וחבילה קטנה מהלקוח לאישור.
- הזמן הדרוש לחבילה לעבור בין השרת ללקוח יחושב באופן הבא:
אם הלקוח באותה מדינה, מהירות הגעת הקובץ תחשב כ-9Mbps
אם הלקוח במדינה אחרת, מהירות הגעת הקובץ תחשב כ-3Mbps
לדוגמא, אם הלקוח באותה מדינה, ושולחים קובץ בגודל 18Mbit, הזמן לשליחת הקובץ הוא 2 sec, ואם הלקוח במדינה אחרת, הזמן לשליחת הקובץ הוא $18/3 = 6 \text{ sec}$
- א. כמה זמן ידרש ללקוח אמריקאי להקים קישור עם האתר, אם גודל החבילה הקטנה הוא 10Kb? כמה זמן ידרש ללקוח ישראלי להקים קישור עם האתר?
בונוס עד 2 נק': בחישובים סמנו את שני הזמנים להקמת קישור בהתאמה כ- T_{0AM}, T_{0ISR} בנו את הנוסחאות בעזרתם במידת האפשר ורק אחר כך הציבו
- ב. דף ה HTML הנמצא באתר הוא מגודל 500Kb וכל תמונה באתר היא בגודל 1Mb. נניח שמדובר בקישורי HTTP רציפים – כמה זמן ידרש ללקוח אמריקאי שהקים קישור להוריד את כל הקבצים, וכמה זמן ידרש ללקוח ישראלי לעשות זאת? הניחו כי הבקשות אינן מתבצעות במקביל.
- ג. חזרו על הסעיף הקודם, בהנחה כי הבקשות לתמונות מתבצעות במקביל.
- ד. עתה הניחו כי מדובר בקישורים לא רציפים ולא מקבילים. כמה זמן ידרש ללקוח האמריקאי בסך הכל (כולל הקמת הקישורים) לקבלת כל הקבצים? כמה זמן ידרש ללקוח הישראלי?
- ה. חזרו על הסעיף הקודם כשמדובר בקישורים לא רציפים ומקבילים, אך הניחו כי יש ליצור קודם קישור (כמו בסעיף א') לפני שאפשר למקבל
- ו. נניח כי קצבי השידור אינם ידועים לאף חבילה, וגם לא גדלי החבילות. כמה RTTs ידרשו ללקוח ישראלי מתחילת התקשורת ועד לקבלת כל הקבצים: (1) כאשר הקישורים הם רציפים ללא הקבלה כלשהי (2) כאשר מדובר במיקבול של עד 2 בקשות וקישורים לא רציפים?

- (2) נתונה רשת לוקאלית בחברת סטרטאפ, שבה קצב העברת קבצים הוא 120Mbps. ברשת זו נמצאות 2 תחנות אשר כל אחת מהן שולחת בכל שניה קובץ בגודל 12Mb. הקו ברשת הגישה של החברה לספק שלה הוא במהירות 24Mbps. הקבצים הנשלחים לאינטרנט החיצוני מגיעים ליעד בתוך 2.4 שניות בממוצע.
- זמן העיכוב בתורים בנתב שבין ה-LAN לרשת הגישה, מחושב לפי מקדם העומס T_i^8 ע"י הנוסחה: $2500 \cdot T_i^8$. למשל כאשר מקדם העומס הוא 0.5, העיכוב בתורים הוא $9.76 \text{ msec} = 2500 \cdot 0.5^8$
- א. מהו מקדם העומס ב-LAN ומהו מקדם העומס ברשת הגישה?
- ב. עבור קובץ **בודד** – מהו הזמן הכולל מרגע תחילת השידור שלו ע"י התחנה ועד שיגיע ליעד? הביאו בחשבון את 4 הדברים הבאים: (1) העיכוב בשידור LAN (2) העיכוב בתורים בנתב לפי הנוסחה הנתונה ומקדם העומס שחישבתם בסעיף הקודם (3) העיכוב בשידור ברשת הגישה (4) הזמן באינטרנט החיצוני
- ג. עתה מצטרפות 3 תחנות נוספות – חשבו את מקדמי העומס החדשים, ואת ההפרש בעיכוב הכולל לאובייקט בודד. האם קיבלתם שינוי ליניארי? הסבירו
- ד. Bob הציע פיתרון: שדרוג הקו לספק ל 240Mbps במחיר זול יחסית. Alice הציעה להקים שרת פרוקסי אשר יענה לחצי מהבקשות בממוצע בתוך ה-LAN. הסבירו איזה מהפתרונות טוב יותר. במידת האפשר, נמקו ע"י חישוב.

לצורך מענה על שאלות 3-4, התקינו את תוכנת Wireshark

- (3) הריצו משורת הפקודה של חלונות את nslookup לאתר לבחירתכם (אותו לא ראינו בכיתה) והקליטו את התעבורה בעזרת Wireshark. בצעו פניה גם לאתר שאינו קיים לבחירתכם (למשל כתובת בג'בריש), והקליטו.

- א. בצעו צילום מסך של תקשורת ה-DNS שביצעתם, כולל ה-query וה-response, והדביקו את הצילומים לתשובה לסעיף זה. כתבו לאילו אתרים פניתם.
- ב. מהי המשמעות של שדות A ו-AAAA בתשובה, ומדוע יש את שתיהן?
- ג. כיצד ניתן לדעת לפי התעבורה אם קיבלנו את ה-IP המבוקש כתשובה או לא? אילו שדות קיימים בהודעה לשם כך?
- ד. האם קיימת בהקלטה תעבורת DNS נוספת שאינה קשורה לבקשות שלכם? הסבירו וצרפו צילומי מסך.
- ה. חפשו בהקלטה 3 פרוטוקולים נוספים שלא למדנו, סמנו אותם בצילום המסך, והסבירו כל אחד מהם בקצרה (2-3 משפטים).

4) כנסו לאתר ה-web של מכללת אחווה – www.achva.ac.il, והקליטו ב-wireshark את התעבורה (לצורך התשובה הישארו בדף הבית ואל תדפדפו באתר)

- א. בצעו צילום מסך של תקשורת ה-HTTP שביצעתם, כולל request ו-response, והדביקו את הצילום לתשובה לסעיף זה.
- ב. האם בוצע שימוש ב-HTTP רציף או לא-רציף? נמקו ב-2 דרכים: האחת – בעזרת התבוננות ב-header של packet (כפי שעשינו בתרגול) והשניה – בעזרת ה-traffic.
- ג. האם עברה ברשת גם תעבורת DNS? אם כן – הדביקו את צילום המסך של התעבורה. אם לא, הסבירו מדוע.
- ד. תארו מצב אפשרי שבו תבצעו את אותן פעולות כמו בסעיף ג' אך התשובה תהיה הפוכה. (אין צורך לצרף צילומי מסך וכד')
- ה. האם השאילתות שבוצעו ב-DNS הן רקורסיביות או שאינן רקורסיביות? האם ניתן להסיק זאת ללא בחינת התוכן של החבילות? הסבירו בקצרה.

5) הסטודנטים Amir, Bob, Cecil והמרצה Alice וכתבים אפליקציית רשת, שחלקה רץ מעל UDP וחלקה מעל TCP. לשם כך, האפליקציה מקבלת פורט נפרד ל-UDP ופורט נפרד ל-TCP בכל תחנה. הארבעה סיכמו שהמרצה Amir יריץ במחשב הביתי שלו שני שרתים, כאשר שרת ה-UDP ירוץ מעל פורט 1010 ושרת ה-TCP ירוץ מעל פורט 101 (נניח בשאלה כי הפורטים פנויים).

כתובות ה-IP של הארבעה הם: Alice – 1.11.2.22 Bob- 2.33.4.55 Clyde-3.44.5.66 Amir-40.50.60.70
 מספרי הפורטים הזמינים עבור 3 הסטודנטים הם:
 עבור Alice הם 220, 2200 (עבור TCP)
 עבור Bob הם 330, 3300 (עבור TCP)
 עבור Cecil הם 440, 4400 (עבור TCP)

- א. נניח כי כל אחד מ-3 הסטודנטים יוצר קישור UDP וקישור TCP עם המחשב של Amir. כתבו את כל מזהי ה-Sockets שיווצרו בארבע התחנות
- עתה מצטרפת לחבורה גם המרצה Ida, שכתובת ה-IP שלה היא 140.150.160.170 וגם היא מריצה שרת אפליקציה מעל UDP (בפורט 5050) ומעל TCP (בפורט 505).
- ב. חלק ה-UDP באפליקציה של כל אחד מ-3 מהסטודנטים צריכה לדבר עתה גם עם השרת של Amir וגם עם השרת של Ida. כתבו את מזהי כל הסוקטים שיווצרו (רק עבור UDP) ב-5 התחנות.
- ג. חזרו על הסעיף הקודם עבור TCP, וכתבו את מזהי כל הסוקטים שיווצרו.
- ד. בשלב הבא, כל אחד מהסטודנטים מביא 12 חברים נוספים כלקוחות, כך שבסך הכל קיימים 39 לקוחות המתחברים ל-2 השרתים, גם ב-TCP וגם ב-UDP. כתבו כמה סוקטים שונים ייווצרו אצל Amir וכמה אצל Ida, והסבירו בקצרה. אין חובה צורך לרשום את מזהי הסוקטים.

בהצלחה