

רשתות תקשורת: מטלה 3

השתמשתי ב_4 IPv4 בכל המטלה

חלק ב': פרוטוקול RUDP

מבנה ה-Header:

Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
Length			Checksum
Flags	Sequence number		

כasher:

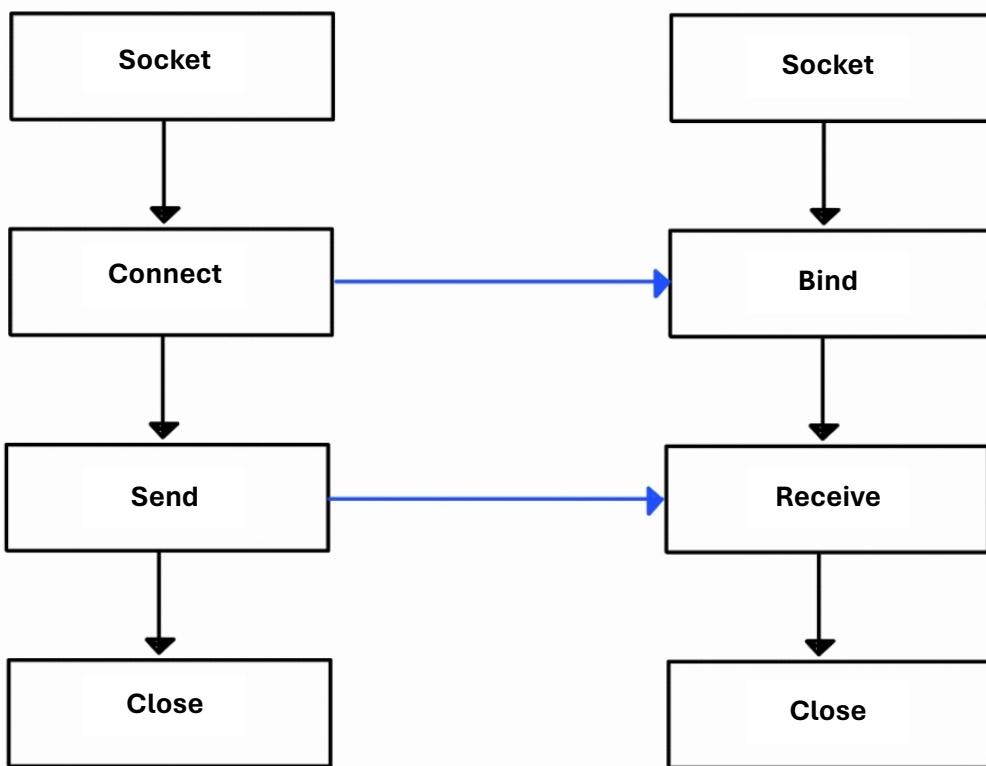
Length – אורך המידע הנשלח לא כולל header.

Checksum – ערך הבדיקה על המידע הנשלח לא כולל header.

Flags – מציין את סוג הודעה מתווך: ACK, SYN, ACKSYN, DATA, FIN, ACKFIN, NACK.

Sequence number – מציין את מספר החבילה (בינארי, יפורט בהמשך).

מבנה סכמטי: (מתאר רק את פעולות המשתמש)



תיאור כללי:

הפרוטוקול עצמו בונה בפועל מעטפת על גב סוקט UDP. כמו כן הפרוטוקול שבינו מתחשב בשני צרכים עיקריים שהגדכנו: א. פשוטות השימוש: רצינו למשם פרוטוקול מהיר שנותן רמת אמינות גבוהה. חלק זהה, תקורת הפרוטוקול יחסית נמוכה (6 בתים) ובודיקת השגיאות שנעשית על המידע שנשלח היא בסיסית. כמו כן לא מתקיימות flow control ולא congestion control.

ב. פשוטות השימוש: רצינו לשמר על דמיון לסוקט UDP מבחרינת הרצתו על ידי משתמשים. חלק זהה, כל צד במודל השירות. לקוח משתמש באربע פונקציות בלבד. כמו כן בודאי, אין חשיפה מדויקת לאופן פתיחת הקשר, שליחת אישורים וסגירת הקשר למשתמשים.

קבועים:

MAX_TRIES – מספר הפעמים המקיים לניסויות שליחת הודעות שלא מקבלות אישור.

TIMEOUT – הזמן המקיים לצד שליח הודעה מהכח לא קבלת תשובה.

INCOMMING_CONNECTIONS_TIMEOUT – הזמן המקיים לצד מקבל מהכח לקבלת חיבור.

INCOMMING_DATA_TIMEOUT – הזמן המקיים לצד מקבל מהכח לקבלת מידע.

MAX_SEG_SIZE – הגודל המקיים של סegment שנשלח על ידי הסוקט.

פונקציות::Socket

שימוש: מופעלת על ידי `receivever`, מקבלת `fd` של הソוקט, כתובת IP ומספר פורט. הפונקציה מקשרת את הsocket לכתובת המתאימה, מחייבת לחברים נכנים ומארשת אותם.

מימוש: 0 אם אכן התקבל חיבור תוך זמן מוגדר, 1 אם עבר שגיאה, -2 אם לא התקבל חיבור, -3 אם עבר שגיאה בקבלת חיבור. הפונקציה מחייבת שהגדרכנו, מימשנו את פתיחת הקשר בפונקציה זו. מעבר לכך שמתבצעת פונקציית `bind` של UDP, הsocket ממתין לבקשת חיבור. בפועל הוא ממתין לשולחת הודעה SYN מהזדמנות, sender, וכך מגיעה הוא מוחזר הודעה ACKSYN. הערת א': חלק מעירון פשוטות השימוש איחדנו את שתי הפונקציות `bind + accept`.

הערה ב': הפונקציה לשולחת בקשה SYN רק פעם אחת ומיד לאחר מכן שולחה ללא שגיאות. במידה והאישור לא הגיע לבקשת החיבור, אנחנו נדע להתמודד עם בקשה SYN חוזרת בפונקציה receive.

:Connect

שימוש: מופעלת על ידי `sender`, מקבלת `fd` של הsocket, כתובת IP ופורט של היעד. הפונקציה מתחברת לצד `receivever` columar בודקת שיש חיבור זמין מצד השני שיוכן לקבל מידע.

מבדיקה: 0 עברו הצלחה בחיבור, 1 עברו שגיאה, 2 עברו צד מקבל שלא מגיב.

מימוש: הפונקציה שולחת בקשה SYN על ידי `sendto` של סוקט UDP, מחייבת לתגובה SYN מהזדמנות receiver ובירת זוז לא הגעה אחרי TIMEOUT מוגדר, הפונקציה שולחת שוב SYN. התהליך זה חוזר על עצמו מספר מוגדר של ניסיונות. אם לא התקבל SYN הפונקציה מבודדת -2.

הערה א': חלק מהגדרת התרגיל (מקבל ושלוח יחידים) וכחלק מייעד פשוטות השימוש, הפונקציה שומרת את כתובת היעד לשימוש עתידי כך שבשליחת מידע משתמש לא יצטרך לספק כתובת זו.

:Receive

שימוש: מופעלת על ידי `receivever`, מקבלת `fd` של הsocket, מצביע לאחסון המידע המתתקבל, גודל מקסימלי לקליטת מידע, כתובת פנוייה לאחסון כתובת המקור. הפונקציה מחייבת לקבל מידע ומאחסנת מידע, בגודל שהוא לכל היותר הגודל המקורי שספק, במיקום הנtent.

מבדיקה: מספר הבתים שהתקבלו, 1 אם לא התקבל שום מידע מהשולח, 2 עברו שלוח שסיטם את ההתקשות, 3 עברו שגיאות.

מימוש: הפונקציה בפועל מקבלת מידע על גבי סוקט UDP, בגודל מקסימלי מוגדר מראש. הפונקציה מחילקת את המידע לheader ו-data ומתרWOODDT דעם החבילה כדלהלן: עברו חבילת SYN הפונקציה מוחזרת ACKSYN וממשיכה להחות למידע. עבור חבילת DATA הפונקציה בודקת מס' סידורי ביןארי, במידה והתקבל חביבה שכבר receiver יש לשלוח הפונקציה תשליח הודעה ACK עם המספר הסידורי של החביבה שהתקבלה (שוב). בעת הפונקציה תבצע שתי בדיקות תקיןות: במידה ואורך המידע שונה משדה אורך המידע בheader או שיש שינוי בchecksum, הפונקציה תסמן NACK בחבילת התגובה ותשליח אותה לשולח. עברו חבילת FIN המקבל יוחזר ACKFIN ויחזיר -2.

הערה א': מכיוון שהמשתמש תcenן לקבל מידע מהsocket, הפונקציה לא תיעזר אלא אם כן קפץ הטימר לקבל מידע או שאכן התקבל מידע, ד"א חביבה שסומנה בתור DATA, DATA והתקבל הודעה SYN או FIN, הפונקציה ידעת להתמודד עם זה ולא להעלות את החביבה הזה לשימוש אלא לחחות לקבלת מידע.

הערה ב': מספר סידורי ביןארי היא דרך לבדוק שאין שליחת חוזרת של מידע כאשר השימוש הוא בצורת stop&wait. השולח מעדכן את המספר של החביבה או 0 או 1 ומזכה לקלט ACK שמכיל את המספר שהוא שלח. מכך המקלט, הוא מזכה לקלט חביבה שהמספר הסידורי שללה שונה מהמספר הסידורי של החביבה הקודמת שהגיעה. במידה והarrivית חביבה עם מספר סידורי זהה הוא מבין שהיא שודרה שוב. זה קורה בಗל שהשולח לא קיבל את חבילת התגובה או שהוא קיבל חבילת תגובה פגומה ולא ערך אצלו, בזדק, שהמקבל קיבל את החביבה.

לשני הצדדים יש משתנה סטטי שודיעו לנוכח וlidעכו בהתאם לקבלת אישורים.

הערה ג': בהחרצת ACKFIN המקלט שליחת הודעה יחידה ולא מחייבת לתגובה מהשולח, במידה והN.T של השולח יקפו את מספר הפעמים המקוריים והשולח יצא מפונקציית סגירת הקשר. גם כאן מבחן, העדפנו לעכב את השולח ולא את המקלט. באופן עקרוני מקלט אמר לקלט מכמה מקורות ולכך עדיף לעכב אותם כמה שפותות (שלא יחכה לראות שאין עוד הודעה FIN) על

חשבון שליחת חוזרת מצד השולח במידה וחביבה FIN לא הגיע.

הערה ד': הsocket של המקלט לא נסגר לאחר קבלת FIN אלא אם כן המשתמש רוצה לסגור את הsocket.

:Send

שימוש: מופעלת על ידי `the sender`, מקבלת פד של הסוקט, מצביע למידע לשילוחו וגודל המידע. הפונקציה שולחת את המידע לצד המქבל שבוצעה אליו התחברות.

מחזירה: מספר הבטים שנשלחו, -1 עבור שגיאות.

שימוש: הפונקציה שולחת מידע לצד שבוצע אליו חיבור. במידה ולא בוצע חיבור הפונקציה לא תשלח את המידע כי אנחנו לא יודעים אם יש צד שני זמני שהולך לקבל אותו. בפועל הפונקציה מחלקת את המידע לפי MSS ושולחת אותו בחתיכות. במידה והמידע לשילוח קטן מה MSS הפונקציה תשלח רק את המידע ללא בתים מיוחדים. לאחר שליחת המידע הפונקציה ממחה זמן מוגדר לקלט ACK מהמקבל. במידה וזה לא הגיע הפונקציה תנסה לשלח שוב את המידע מספר פעמים מוגדר מראש. הערה א: הסבר על מספר סידורי נמצא בפונקציית `receive`.

:Close

שימוש: מופעלת על ידי שני הצדדים לסיום התקשרות או סגירת הסוקט. מחזירה: 0 עבור סגירה מוצלחת. -1 עבור שגיאות.

שימוש: לשם עמידה בהגדלתנו את הפרוטוקול והסוקט פשוט סכמת סגירת קשר הנקראת FIN והמתנה לקבלת ACKFIN מצד המქבל. מצד `the sender` בשלב זהה מתבצעת סכמת סגירת קשר הכוללת שליחת FIN והמתנה לקבלת ACKFIN מצד המქבל. במידה וזה לא התקבלה לאחר זמן מוגדר מראש, הפונקציה תשלח שוב הודעת FIN מספר מוגדר של נסיניות. מצד המქבל הפונקציה תאפס משתנים רלוונטיים. לשני הצדדים הפונקציה לבסוף תסגור את סוקט הUDP שבו השתמשו בימושם שלנו במהלך כל ההתקשרות.

הסברים נוספים:

פתיחה קשור – מבוצעת שליחת SYN על ידי השולח והחזרת ACKSYN על ידי המქבל. הסברים מפורטים נמצאים בהסברים על הפונקציות.

בדיקות תקינות – מבוצעות בדיקת תקינות אורך המידע ובדיקת checksum עבור כל חבילה מידע שמתבקשת. הנתונים מוצמדים לחבילה על ידי השולח (נמצאים בheader) ונבדקים על ידי המქבל. לגבי checksum יש פונקציה שמבצעת checksum לפי בתים בודדים עם פועלות XOR עלchecksum (פונקציה שבנויה בלבד). פירוט נמצא בהסברים על הפונקציות שלילה חוזרת – מתבצעת שליחה חוזרת של חבילות במידה ולא הגיע ACK על קבלת חבילה תורן זמן מוגדר או במידה והגע NACK על חבילה שלא עברה בדיקת תקינות. מספר השילוחות החזרות האפשרות וזמן המתנה לקבלת ACK מוגדרים מראש בh UDP.

סגירת קשור – מתבצעת שליחה של חבילת FIN על ידי השולח והחזרת ACKFIN על ידי המქבל. פירוט לגבי אופן הפעולה מופיע בהסבירים על הפונקציות.

MSS – יש לשים לב שאנו לא מאפשרים בפרוטוקול שלנו שליחת מידע בפועל של יותר ממספר מוגדר מראש של בתים. מצד השולח אין זה אומר שאי אפשר לחת לפונקציה `send` יותר בתים מ `MSS` אלא שבעוד הפונקציה תחלק אותם לSEGMENTS באורך הנ"ל. מצד המქבל זה כן מאד רלוונטי לעובדה שהמשתמש יצטרך "לשאוב" את כל הבטים שהוא מצפה לקבל מהסוקט (כמו שעשינו בTCP_Receiver).

איבוד פאקטות % 0

פתרונות קשר: רואים את תחילת פיתוח הקשר בשלוש הפקודות הראשונות.

The screenshot shows the Wireshark interface with the following details:

- Top Bar:** File, Edit, View, Go, Capture, Analyze, Statistics, Telephone, Wireless, Tools, Help.
- Toolbar:** Apply a display filter ... <Ctrl-/>, various icons for selection, search, and zoom.
- Frame List:** Shows 244 frames, with frame 103 selected. Frame 103 is highlighted in blue.
- Frame Details:** Shows the structure of frame 103.
 - No.: 103
 - Time: 00:00:00.000000
 - Source: 127.0.0.1
 - Destination: 127.0.0.1
 - Protocol: TCP
 - Length: 74
 - Info: Seq=74 Win=65495 Len=0 MSS=65495 SACK_PERM= TSval=2666398664 TSeqer=0 WS=128
- Frame Bytes:** Hex dump of frame 103.
- Frame ASCII:** ASCII dump of frame 103.
- Frame Timeline:** Timeline showing the duration of frame 103.
- Bottom Status Bar:** Ready to load or capture, Packets: 284, Displayed: 284 (100.0%), Dropped: 169 (59.5%), Profile: Default.

שליחת מידע: רואים שהsequence number שלOLT הוא עד 2815762 והsequence number שלONT הוא 2750279 + מספר הבטים שנשלחו עכשווי (65483).

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephone Wireless Tools Help

Apply a display filter ... <Ctrl>/>

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
76	0.803780157	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	65549	53414 - 9999 [ACK] Seq=2899866 Len=65536 Tsval=2666398668 TSer=2666398667 [TCP segment of a reassembly]
77	0.803812294	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	65549	53414 - 9999 [ACK] Seq=2895449 Len=65536 Tsval=2666398668 TSer=2666398667 [TCP segment of a reassembly]
78	0.803819665	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	66	9999 - 53414 [ACK] Seq=1 Ack=2160932 Win=65536 Len=65536 Tsval=2666398668 TSer=2666398668
79	0.803862914	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	65549	53414 - 9999 [ACK] Seq=2160932 Ack=1 Win=65536 Len=65536 Tsval=2666398668 TSer=2666398667 [TCP segment of a reassembly]
80	0.803891773	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	65549	53414 - 9999 [ACK] Seq=2226415 Ack=1 Win=65536 Len=65536 Tsval=2666398668 TSer=2666398667 [TCP segment of a reassembly]
81	0.803925172	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	66	9999 - 53414 [ACK] Seq=1 Ack=2191889 Win=65536 Len=65536 Tsval=2666398668 TSer=2666398668
82	0.804007294	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	65549	53414 - 9999 [ACK] Seq=2291889 Ack=1 Win=65536 Len=65536 Tsval=2666398668 TSer=2666398667 [TCP segment of a reassembly]
83	0.804329221	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	65549	53414 - 9999 [ACK] Seq=2375281 Ack=1 Win=65536 Len=65536 Tsval=2666398668 TSer=2666398667 [TCP segment of a reassembly]
84	0.804352085	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	66	9999 - 53414 [ACK] Seq=1 Ack=2422864 Win=3112576 Len=0 Tsval=2666398668 TSer=2666398668
85	0.804411324	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	65549	53414 - 9999 [ACK] Seq=2422864 Ack=1 Win=65536 Len=65536 Tsval=2666398668 TSer=2666398667 [TCP segment of a reassembly]
86	0.804468152	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	65549	53414 - 9999 [ACK] Seq=2488347 Ack=1 Win=65536 Len=65483 Tsval=2666398668 TSer=2666398667 [TCP segment of a reassembly]
87	0.804476873	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	66	9999 - 53414 [ACK] Seq=1 Ack=2553830 Win=3112576 Len=0 Tsval=2666398668 TSer=2666398668
88	0.804534337	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	65549	53414 - 9999 [ACK] Seq=2553830 Ack=1 Win=65536 Len=65483 Tsval=2666398668 TSer=2666398667 [TCP segment of a reassembly]
89	0.804616918	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	65549	53414 - 9999 [ACK] Seq=2619131 Ack=1 Win=65536 Len=65483 Tsval=2666398668 TSer=2666398668 [TCP segment of a reassembly]
90	0.804625487	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	66	9999 - 53414 [ACK] Seq=1 Ack=2684796 Win=3112576 Len=0 Tsval=2666398669 TSer=2666398668
91	0.804681566	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	65549	53414 - 9999 [ACK] Seq=2684796 Ack=1 Win=65536 Len=65483 Tsval=2666398669 TSer=2666398668 [TCP segment of a reassembly]
92	0.804750139	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	65549	53414 - 9999 [ACK] Seq=2758729 Ack=1 Win=65536 Len=65483 Tsval=2666398669 TSer=2666398668 [TCP segment of a reassembly]
93	0.804757251	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	66	9999 - 53414 [ACK] Seq=1 Ack=2815762 Win=3112576 Len=0 Tsval=2666398669 TSer=2666398668
94	0.804826501	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	65549	53414 - 9999 [ACK] Seq=2815762 Ack=1 Win=65536 Len=65483 Tsval=2666398669 TSer=2666398668 [TCP segment of a reassembly]
95	0.804885823	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	65549	53414 - 9999 [PSH, ACK] Seq=2881245 Ack=1 Win=65536 Len=65483 Tsval=2666398669 TSer=2666398668 [TCP segment of a reassembly]
96	0.804893816	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	66	9999 - 53414 [ACK] Seq=1 Ack=2946728 Win=3112576 Len=0 Tsval=2666398669 TSer=2666398668
97	0.804954056	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	65549	53414 - 9999 [ACK] Seq=2946728 Ack=1 Win=65536 Len=65483 Tsval=2666398669 TSer=2666398668 [TCP segment of a reassembly]
98	0.805009426	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	65549	53414 - 9999 [ACK] Seq=3012211 Ack=1 Win=65536 Len=65483 Tsval=2666398669 TSer=2666398668 [TCP segment of a reassembly]
99	0.805017477	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	66	9999 - 53414 [ACK] Seq=1 Ack=3077694 Win=3112576 Len=0 Tsval=2666398669 TSer=2666398669
100	0.805016369	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	65549	53414 - 9999 [ACK] Seq=3077694 Ack=1 Win=65536 Len=65483 Tsval=2666398669 TSer=2666398668 [TCP segment of a reassembly]
101	0.805011385	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	208	53414 - 9999 [PSH, ACK] Seq=3143701 Ack=1 Win=2552 Tsval=2666398669 TSer=2666398668 [TCP segment of a reassembly]
102	0.805011387	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	66	9999 - 53414 [ACK] Seq=3143701 Ack=1 Win=2552 Len=2552 Tsval=2666398669 TSer=2666398668
103	0.805078992	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	67	53414 - 9999 [PSH, ACK] Seq=3145729 Ack=1 Win=65536 Len=65483 Tsval=2666398669 TSer=2666398669 [TCP segment of a reassembly]
104	0.805099477	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	66	9999 - 53414 [ACK] Seq=3145730 Ack=1 Win=65536 Len=65483 Tsval=2666398669 TSer=2666398669 [TCP segment of a reassembly]
105	0.8050905139	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	65549	53414 - 9999 [ACK] Seq=3157039 Ack=1 Win=65536 Len=65483 Tsval=2666398669 TSer=2666398669 [TCP segment of a reassembly]
106	0.80509056423	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	66	9999 - 53414 [ACK] Seq=3211213 Ack=1 Win=65536 Len=65483 Tsval=2666398669 TSer=2666398669
107	0.80509056799	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	65549	53414 - 9999 [ACK] Seq=3211213 Ack=1 Win=65536 Len=65483 Tsval=2666398669 TSer=2666398669 [TCP segment of a reassembly]

Window: 512
[Calculated window size: 65536]
[Window size scaling factor: 128]
Checksum: 0xffffd4 [unverified]
[Checksum Status: Unverified]
Urgent Pointer: 0
Options: (16 bytes), No-Operation (NOP), No-Operation (NOP), Timestamps
[Timestamps]
[SEQ/ACK analysis]
TCP payload (65483 bytes)
TCP segment data (65483 bytes)

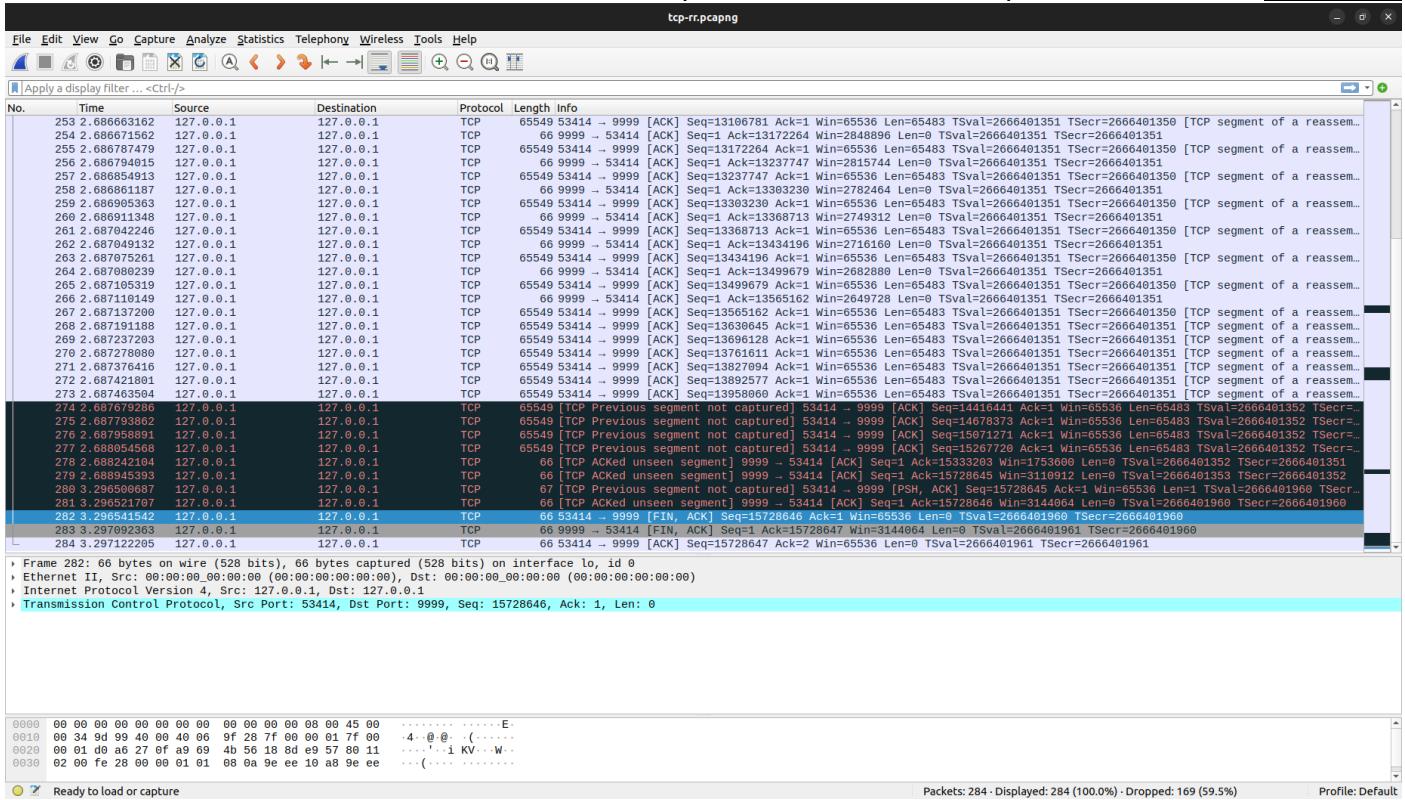
00:00:00:04:00 03 cc 54 31 f2 ed a1 30 7b 2f 2e dd 88 cb aa ad .T1...0 (.....%....t...o...f....%....d...g...%....q...-y...81..

00:00:00:05:00 25 07 d5 18 74 0e 04 fc 7c bd ef e7 18 92 88 66 ..%....t...o...f....%....d...g...%....q...-y...81..

00:00:00:06:00 fd ff 72 c9 38 a2 44 67 d0 22 ef bb cc 9c 0c ..%....t...o...f....%....d...g...%....q...-y...81..

00:00:00:07:00 d3 71 d8 47 89 bb 37 fc 79 a6 e4 91 38 6c f8 b7 ..%....t...o...f....%....d...g...%....q...-y...81..

סיגרת קשר: רואים את שלוש הפקטוות האחרונות של סגירת הקשר.



פלט : receiver

```
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$ ./TCP_Receiver -p 9999 -algo reno
Starting receiver...
Waiting for TCP connection...
Client 127.0.0.1:53414 connected
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Sender sent exit message.

----- *Statistics* -----
- Run #0: File Size: 3.00 MB; Time: 5.04 ms; Speed: 595.71 MB/s
- Run #1: File Size: 3.00 MB; Time: 0.34 ms; Speed: 8746.36 MB/s
- Run #2: File Size: 3.00 MB; Time: 0.60 ms; Speed: 4991.68 MB/s
- Run #3: File Size: 3.00 MB; Time: 0.56 ms; Speed: 5338.08 MB/s
- Run #4: File Size: 3.00 MB; Time: 0.61 ms; Speed: 4942.34 MB/s

----- Receiver end. -----
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$
```

Receiver: reno
Sender: reno

הערה: בצלומים הבאים אני לא אפרט שוב את תהליך פתיחת הקשר, שליחת המידע וסיגרת הקשר אלא רק את הסטטיסטיות ואת תהליך איבוד הפקטוות של שני ה프וטוקולים.

```
Receiver end.
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$ ./TCP_Receiver -p 9999 -algo reno
Starting receiver...
Waiting for TCP connection...
Client 127.0.0.1:44770 connected
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Sender sent exit message.
-----
                                         *Statistics*
- Run #0:    File Size: 3.00 MB;    Time: 3.52 ms;    Speed: 852.03 MB/s
- Run #1:    File Size: 3.00 MB;    Time: 2.82 ms;    Speed: 1064.96 MB/s
- Run #2:    File Size: 3.00 MB;    Time: 1.15 ms;    Speed: 2615.52 MB/s
- Run #3:    File Size: 3.00 MB;    Time: 0.98 ms;    Speed: 3058.10 MB/s
- Run #4:    File Size: 3.00 MB;    Time: 1.87 ms;    Speed: 1600.85 MB/s
- CC Algorithm: reno
- Average time: 2.07 ms
- Average bandwidth: 1838.29 MB/s
-----
Receiver end.
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$
```

Receiver: reno
Sender: cubic

```
Receiver end.
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$ ./TCP_Receiver -p 9999 -algo cubic
Starting receiver...
Waiting for TCP connection...
Client 127.0.0.1:49674 connected
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Sender sent exit message.
-----
                                         *Statistics*
- Run #0:    File Size: 3.00 MB;    Time: 2.07 ms;    Speed: 1447.88 MB/s
- Run #1:    File Size: 3.00 MB;    Time: 0.98 ms;    Speed: 3058.10 MB/s
- Run #2:    File Size: 3.00 MB;    Time: 2.07 ms;    Speed: 1446.48 MB/s
- Run #3:    File Size: 3.00 MB;    Time: 0.98 ms;    Speed: 3073.77 MB/s
- Run #4:    File Size: 3.00 MB;    Time: 1.06 ms;    Speed: 2824.86 MB/s
- CC Algorithm: cubic
- Average time: 1.43 ms
- Average bandwidth: 2370.22 MB/s
-----
Receiver end.
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$
```

Receiver: cubic
Sender: reno

```
Receiver end.
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$ ./TCP_Receiver -p 9999 -algo cubic
Starting receiver...
Waiting for TCP connection...
Client 127.0.0.1:48662 connected
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Sender sent exit message.

-----
-                                     *Statistics*
- Run #0:    File Size: 3.00 MB;    Time: 2.61 ms;    Speed: 1149.87 MB/s
- Run #1:    File Size: 3.00 MB;    Time: 0.43 ms;    Speed: 6993.01 MB/s
- Run #2:    File Size: 3.00 MB;    Time: 0.38 ms;    Speed: 7936.51 MB/s
- Run #3:    File Size: 3.00 MB;    Time: 0.30 ms;    Speed: 9966.78 MB/s
- Run #4:    File Size: 3.00 MB;    Time: 0.36 ms;    Speed: 8379.89 MB/s
- CC Algorithm: cubic
- Average time: 0.82 ms
- Average bandwidth: 6885.21 MB/s

-----
Receiver end.
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$
```

Receiver: cubic
Sender: cubic

:RUDP

פתרונות: ACKSYN receiver שולח SYN ומחזיר ACKSYN sender.

לך

שליחת מידע: רואים ש-12 הספנות הראשונות של ה-data בפרוטוקול UDP של Wireshark ש-**header** של ה-protocol
שלנו. זה כי-12 ספנות בהקסה-דצימלי הם 6 בתים שבהם נמצא header. רואים למשל שהספנות התשיעית והעשרה
משמאלו הם 04 שזה מייצג את המספר שהגדכנו ב프וטוקול ל-flag של DATA. אפשר לראות בכך אונן גם את שאר ה-flags
ואת שאר שדות ה-protocol.

The screenshot shows the Wireshark interface with the following details:

- Frame List:** Shows 27 frames captured on interface lo. Frame 3 is selected.
- Selected Frame (Frame 3):**
 - Summary:** 65524 bytes on wire (524192 bits), 65524 bytes captured (524192 bits) on interface lo, id 0
 - Ethernet II:** Src: 00:00:00:00:00:00 (00:00:00:00:00:00), Dst: 127.0.0.1 (00:00:00:00:00:01)
 - Internet Protocol Version 4:** Src: 127.0.0.1, Dst: 127.0.0.1
 - User Datagram Protocol:** Src Port: 44231, Dst Port: 9998
 - Data:** (65482 bytes)
Data: c4ff7500e41dd426610779a932edd02c44a79cb8aab4fb852e0bbe98a918b9842231f...
- Hex View:** Shows the raw hex data of the selected frame.
- ASCII View:** Shows the raw ASCII data of the selected frame.

SEGMENTATION OVERHEAD: ACK receiver sends FIN and receiver retransmits ACK.

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Wireless Tools Help

Apply a display filter ... <Ctrl>/>

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
472	2.935484380	127.0.0.1	127.0.0.1	UDP	65524	44231 - 9998 Len=65482
473	2.936197659	127.0.0.1	127.0.0.1	UDP	48	9998 - 44231 Len=6
474	2.936295607	127.0.0.1	127.0.0.1	UDP	65524	44231 - 9998 Len=65482
475	2.936490837	127.0.0.1	127.0.0.1	UDP	48	9998 - 44231 Len=6
476	2.936677748	127.0.0.1	127.0.0.1	UDP	65524	44231 - 9998 Len=65482
477	2.940612624	127.0.0.1	127.0.0.1	UDP	48	9998 - 44231 Len=6
478	2.940888477	127.0.0.1	127.0.0.1	UDP	65524	44231 - 9998 Len=65482
479	2.941115920	127.0.0.1	127.0.0.1	UDP	48	9998 - 44231 Len=6
480	2.941332356	127.0.0.1	127.0.0.1	UDP	65524	44231 - 9998 Len=65482
481	2.941774585	127.0.0.1	127.0.0.1	UDP	48	9998 - 44231 Len=6
482	2.941974125	127.0.0.1	127.0.0.1	UDP	65524	44231 - 9998 Len=65482
483	2.942164221	127.0.0.1	127.0.0.1	UDP	48	9998 - 44231 Len=6
484	2.942346556	127.0.0.1	127.0.0.1	UDP	65524	44231 - 9998 Len=65482
485	2.942533687	127.0.0.1	127.0.0.1	UDP	48	9998 - 44231 Len=6
486	2.943121887	127.0.0.1	127.0.0.1	UDP	65524	44231 - 9998 Len=65482
487	2.943537951	127.0.0.1	127.0.0.1	UDP	48	9998 - 44231 Len=6
488	2.943735748	127.0.0.1	127.0.0.1	UDP	65524	44231 - 9998 Len=65482
489	2.943919397	127.0.0.1	127.0.0.1	UDP	48	9998 - 44231 Len=6
490	2.944116695	127.0.0.1	127.0.0.1	UDP	65524	44231 - 9998 Len=65482
491	2.944339490	127.0.0.1	127.0.0.1	UDP	48	9998 - 44231 Len=6
492	2.944332297	127.0.0.1	127.0.0.1	UDP	2928	44231 - 9998 Len=2866
493	2.944347667	127.0.0.1	127.0.0.1	UDP	48	9998 - 44231 Len=6
494	3.591596820	127.0.0.1	127.0.0.1	UDP	49	44231 - 9998 Len=7
495	3.591623493	127.0.0.1	127.0.0.1	UDP	48	9998 - 44231 Len=6
496	3.591653414	127.0.0.1	127.0.0.1	UDP	48	44231 - 9998 Len=6
497	3.591659008	127.0.0.1	127.0.0.1	UDP	48	9998 - 44231 Len=6

Frame 496: 48 bytes on wire (384 bits), 48 bytes captured (384 bits) on interface lo, id 0

Ethernet II, Src: 00:00:00_00:00:00 (00:00:00:00:00:00), Dst: 00:00:00_00:00:00 (00:00:00:00:00:00)

Internet Protocol Version 4, Src: 127.0.0.1, Dst: 127.0.0.1

User Datagram Protocol, Src Port: 44231, Dst Port: 9998

Data (6 bytes)
Data: 0000000000000000
[Length: 6]

0000 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 45 00 E .
0010 00 22 d4 17 40 00 40 11 68 b1 7f 00 00 00 01 7f 00 @ @ h . . .
0020 00 01 ac c7 27 0e 00 0e fe 21 09 00 00 00 00 08 90 ! . . .

Data (data data) 6 bytes
Packets: 497 - Displayed: 497 (100%) - Dropped: 14 (3.8%)
Profile: Default

```
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$ ./RUDP_Receiver -p 9998  
RUDP Receiver started.  
Waiting for connections...  
Sender connected... waiting for data.  
First receiving : Receiving DATA from Sender.  
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes  
Continuing message: C : Receiving DATA from Sender.  
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes  
Continuing message: C : Receiving DATA from Sender.  
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes  
Continuing message: C : Receiving DATA from Sender.  
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes  
Continuing message: C : Receiving DATA from Sender.  
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes  
Continuing message: E : Sender sent exit message.  
Sender end communication.  
-----  
- *Statistics*  
- Run #0: File Size: 3.00 MB; Time: 21.49 ms; Speed: 139.60 MB/s  
- Run #1: File Size: 3.00 MB; Time: 21.17 ms; Speed: 141.70 MB/s  
- Run #2: File Size: 3.00 MB; Time: 23.24 ms; Speed: 129.07 MB/s  
- Run #3: File Size: 3.00 MB; Time: 22.59 ms; Speed: 132.81 MB/s  
- Run #4: File Size: 3.00 MB; Time: 22.12 ms; Speed: 135.63 MB/s  
- Average time: 22.12 ms  
- Average bandwidth: 135.76 MB/s  
-----  
  
Receiver ends.  
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$
```

Receiver: RUDP
Sender: RUDP

איבוד פאקטות 2%

תמונה של retransiton (כאשר שני הצדדים הינו על protool TCP):

The screenshot displays a Wireshark capture of network traffic. At the top, a menu bar includes File, Edit, View, Go, Capture, Analyze, Statistics, Telephony, Wireless, Tools, Help, and a display filter. Below the menu is a toolbar with various icons. A search bar at the top right contains the text "Apply a display filter ... <Ctrl-/>". The main window is divided into two sections: a timeline on the left and a detailed packet list on the right.

Timeline: The timeline shows the sequence of frames over time. Frame 1 is highlighted in blue. The details for Frame 1 are shown below:

Frame 1: 74 bytes on wire (592 bits), 74 bytes captured (592 bits) on interface lo, id 0

Ethernet II, Src: 00:00:00:00:00:00 (00:00:00:00:00:00), Dst: 00:00:00:00:00:00 (00:00:00:00:00:00)

Internet Protocol Version 4, Src: 127.0.0.1, Dst: 127.0.0.1

Transmission Control Protocol, Src Port: 37800, Dst Port: 9999, Seq: 0, Len: 0

Detailed Packet List: The right pane shows the detailed list of captured packets. The first few rows are as follows:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
49	0:00:00:72:48:01	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	32887	37880 - 9999 [ACK] Seq=851267 Ack=1 Win=65536 Len=32741 TSval=2674096918 TSecr=2674096918 [TCP segment of a reassembly]
50	0:00:00:73:39:17	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	32887	37880 - 9999 [PSH, ACK] Seq=884098 Ack=1 Win=65536 Len=32741 TSval=2674096918 TSecr=2674096918 [TCP segment of a reassembly]
51	0:00:00:74:35:75	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	32887	37880 - 9999 [ACK] Seq=916749 Ack=1 Win=65536 Len=32741 TSval=2674096918 TSecr=2674096918 [TCP segment of a reassembly]
52	0:00:00:75:22:91	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	32887	37880 - 9999 [PSH, ACK] Seq=949498 Ack=1 Win=65536 Len=32741 TSval=2674096918 TSecr=2674096918 [TCP segment of a reassembly]
53	0:00:00:76:18:37	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	32887	37880 - 9999 [ACK] Seq=982231 Ack=1 Win=65536 Len=32741 TSval=2674096918 TSecr=2674096918 [TCP segment of a reassembly]
54	0:00:00:76:87:49	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	32884	37880 - 9999 [PSH, ACK] Seq=1014972 Ack=1 Win=65536 Len=32768 TSval=2674096918 TSecr=2674096918 [TCP segment of a reassembly]
55	0:00:00:77:61:36	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	32884	37880 - 9999 [PSH, ACK] Seq=1047748 Ack=1 Win=65536 Len=32768 TSval=2674096918 TSecr=2674096918 [TCP segment of a reassembly]
56	0:00:00:78:59:60	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	32884	[TCP Previous segment not captured] 37880 - 9999 [PSH, ACK] Seq=1113270 Ack=1 Win=65536 Len=32768 TSval=2674096918 TSecr=2674096918 [TCP segment of a reassembly]
57	0:00:00:78:88:22	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	32887	78 9999 - 37880 [ACK] Seq=1 Ack=1088508 Win=1926528 Len=0 TSval=2674096918 TSecr=2674096918 SLE=1113276 SRE=1146644
58	0:00:00:79:55:84	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	32884	37880 - 9999 [ACK] Seq=1146044 Ack=1 Win=65536 Len=32768 TSval=2674096918 TSecr=2674096918 [TCP segment of a reassembly]
59	0:00:00:79:73:80	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	78	[TCP Dup ACK 57#] 9999 - 37880 [ACK] Seq=1 Ack=1088508 Win=1926528 Len=0 TSval=2674096918 TSecr=2674096918 SLE=1113276 SRE=1146644
60	0:00:00:88:73:61	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	32884	[TCP Previous segment not captured] 37880 - 9999 [ACK] Seq=1473724 Ack=1 Win=65536 Len=32768 TSval=2674096918 TSecr=2674096918
61	0:00:00:89:94:34	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	32884	37880 - 9999 [PSH, ACK] Seq=1506492 Ack=1 Win=65536 Len=32768 TSval=2674096918 TSecr=2674096918 [TCP segment of a reassembly]
62	0:00:00:92:49:02	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	32884	[TCP Retransmission] 37880 - 9999 [ACK] Seq=1088508 Ack=1 Win=65536 Len=32768 TSval=2674096918 TSecr=2674096918
63	0:00:00:93:94:15	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	66	9999 - 37880 [ACK] Seq=1 Ack=1539269 Win=1710848 Len=0 TSval=2674096918 TSecr=2674096918
64	0:00:01:04:67:94	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	65549	[TCP Previous segment not captured] 37880 - 9999 [ACK] Seq=1964926 Ack=1 Win=65536 Len=65483 TSval=2674096918 TSecr=2674096918
65	0:00:01:11:57:01	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	65549	[TCP Previous segment not captured] 37880 - 9999 [ACK] Seq=2226858 Ack=1 Win=65536 Len=65483 TSval=2674096918 TSecr=2674096918
66	0:00:01:37:68:47	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	66	[TCP ACKed unseen segment] 9999 - 37880 [ACK] Seq=1 Ack=2750722 Win=1115904 Len=0 TSval=2674096918 TSecr=2674096918
67	0:00:01:44:41:12	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	66	[TCP ACKed unseen segment] 9999 - 37880 [ACK] Seq=1 Ack=2750722 Win=1115904 Len=0 TSval=2674096918 TSecr=2674096918
68	0:00:01:51:33:18	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	66	[TCP ACKed unseen segment] 9999 - 37880 [ACK] Seq=1 Ack=3145720 Win=2101024 Len=0 TSval=26740967435 TSecr=26740967435
70	0:00:01:51:88:54	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	65549	37880 - 9999 [ACK] Seq=3145730 Ack=1 Win=65536 Len=65483 TSval=26740967435 TSecr=26740967435 [TCP segment of a reassembly]
71	0:00:01:58:48:76	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	66	9999 - 37880 [ACK] Seq=1 Ack=3211213 Win=2291968 Len=0 TSval=26740967435 TSecr=26740967435
72	0:00:01:22:21:61	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	65549	37880 - 9999 [ACK] Seq=1 Ack=3211213 Win=65536 Len=65483 TSval=26740967435 TSecr=26740967435 [TCP segment of a reassembly]
73	0:00:01:24:61:39	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	66	9999 - 37880 [ACK] Seq=1 Ack=3276896 Win=4229212 Len=0 TSval=26740967435 TSecr=26740967435
74	0:00:01:24:13:28	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	65549	37880 - 9999 [ACK] Seq=3276696 Ack=1 Win=65536 Len=65483 TSval=26740967435 TSecr=26740967435 [TCP segment of a reassembly]
75	0:00:01:25:75:51	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	66	9999 - 37880 [ACK] Seq=1 Ack=3342179 Win=2553856 Len=0 TSval=26740967435 TSecr=26740967435

Bytes: The bottom left shows the raw bytes of the captured frame. The bottom right shows the EUI-64 address for the source and destination interfaces.

```
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$ ./TCP_Receiver -p 9999 -algo reno
Starting receiver...
Waiting for TCP connection...
Client 127.0.0.1:37800 connected
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Sender sent exit message.
-----
- Run #0:   File Size: 3.00 MB;    Time: 1.49 ms;    Speed: 2020.20 MB/s
- Run #1:   File Size: 3.00 MB;    Time: 0.98 ms;    Speed: 3064.35 MB/s
- Run #2:   File Size: 3.00 MB;    Time: 1.21 ms;    Speed: 2485.50 MB/s
- Run #3:   File Size: 3.00 MB;    Time: 33.68 ms;   Speed: 89.08 MB/s
- Run #4:   File Size: 3.00 MB;    Time: 17.68 ms;   Speed: 169.65 MB/s
- CC Algorithm: reno
- Average time: 11.01 ms
- Average bandwidth: 1565.76 MB/s
-----
Receiver end.
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$
```

Receiver: reno**Sender: reno**

```
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$ ./TCP_Receiver -p 9999 -algo reno
Starting receiver...
Waiting for TCP connection...
Client 127.0.0.1:43766 connected
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Sender sent exit message.
-----
- Run #0:   File Size: 3.00 MB;    Time: 1.10 ms;    Speed: 2719.85 MB/s
- Run #1:   File Size: 3.00 MB;    Time: 0.74 ms;    Speed: 4054.05 MB/s
- Run #2:   File Size: 3.00 MB;    Time: 4.55 ms;    Speed: 659.63 MB/s
- Run #3:   File Size: 3.00 MB;    Time: 0.38 ms;    Speed: 7894.74 MB/s
- Run #4:   File Size: 3.00 MB;    Time: 1.62 ms;    Speed: 1854.14 MB/s
- CC Algorithm: reno
- Average time: 1.68 ms
- Average bandwidth: 3436.48 MB/s
-----
Receiver end.
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$
```

Receiver: reno**Sender: cubic**

```
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$ ./TCP_Receiver -p 9999 -algo cubic
Starting receiver...
Waiting for TCP connection...
Client 127.0.0.1:41232 connected
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Sender sent exit message.
-----
- *Statistics*
- Run #0: File Size: 3.00 MB; Time: 34.16 ms; Speed: 87.82 MB/s
- Run #1: File Size: 3.00 MB; Time: 1.47 ms; Speed: 2042.21 MB/s
- Run #2: File Size: 3.00 MB; Time: 1.84 ms; Speed: 1630.43 MB/s
- Run #3: File Size: 3.00 MB; Time: 1.29 ms; Speed: 2332.81 MB/s
- Run #4: File Size: 3.00 MB; Time: 2.56 ms; Speed: 1172.79 MB/s
- CC Algorithm: cubic
- Average time: 8.26 ms
- Average bandwidth: 1453.21 MB/s
-----
Receiver end.
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$
```

Receiver: cubic
Sender: reno

```
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$ ./TCP_Receiver -p 9999 -algo cubic
Starting receiver...
Waiting for TCP connection...
Client 127.0.0.1:60190 connected
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Sender sent exit message.
-----
- *Statistics*
- Run #0: File Size: 3.00 MB; Time: 1.79 ms; Speed: 1676.91 MB/s
- Run #1: File Size: 3.00 MB; Time: 93.02 ms; Speed: 32.25 MB/s
- Run #2: File Size: 3.00 MB; Time: 0.31 ms; Speed: 9803.92 MB/s
- Run #3: File Size: 3.00 MB; Time: 0.30 ms; Speed: 10135.14 MB/s
- Run #4: File Size: 3.00 MB; Time: 1.27 ms; Speed: 2352.94 MB/s
- CC Algorithm: cubic
- Average time: 19.34 ms
- Average bandwidth: 4800.23 MB/s
-----
Receiver end.
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$
```

Receiver: cubic
Sender: cubic

```
Waiting for connections...
Sender connected... waiting for data
First receiving : Receiving DATA from Sender.
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Continuing message: C : Receiving DATA from Sender.
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Continuing message: C : Receiving DATA from Sender.
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Continuing message: C : Receiving DATA from Sender.
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Continuing message: C : Receiving DATA from Sender.
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Continuing message: C : Receiving DATA from Sender.
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Continuing message: E : Sender sent exit message.
Sender end communication.

-----
- *Statistics*
- Run #0: File Size: 3.00 MB; Time: 76.73 ms; Speed: 39.10 MB/s
- Run #1: File Size: 3.00 MB; Time: 75.97 ms; Speed: 39.49 MB/s
- Run #2: File Size: 3.00 MB; Time: 127.66 ms; Speed: 23.50 MB/s
- Run #3: File Size: 3.00 MB; Time: 88.40 ms; Speed: 33.94 MB/s
- Run #4: File Size: 3.00 MB; Time: 72.89 ms; Speed: 41.16 MB/s
- Average time: 88.33 ms
- Average bandwidth: 35.44 MB/s

-----
Receiver ends.
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$
```

Receiver: RUDP
Sender: RUDP

איבוד גיבשות %:5
פלט:

```
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$ ./TCP_Receiver -p 9999 -algo reno
Starting receiver...
Waiting for TCP connection...
Client 127.0.0.1:35914 connected
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Sender sent exit message.

-----
- *Statistics*
- Run #0: File Size: 3.00 MB; Time: 5.99 ms; Speed: 500.58 MB/s
- Run #1: File Size: 3.00 MB; Time: 205.20 ms; Speed: 14.62 MB/s
- Run #2: File Size: 3.00 MB; Time: 207.26 ms; Speed: 14.47 MB/s
- Run #3: File Size: 3.00 MB; Time: 4.49 ms; Speed: 668.75 MB/s
- Run #4: File Size: 3.00 MB; Time: 3.26 ms; Speed: 921.09 MB/s
- CC Algorithm: reno
- Average time: 85.24 ms
- Average bandwidth: 423.90 MB/s

-----
Receiver end.
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$
```

Receiver: reno
Sender: reno

```
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$ ./TCP_Receiver -p 9999 -algo reno
Starting receiver...
Waiting for TCP connection...
Client 127.0.0.1:55082 connected
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Sender sent exit message.
-----
- *Statistics*
- Run #0: File Size: 3.00 MB; Time: 3.73 ms; Speed: 803.21 MB/s
- Run #1: File Size: 3.00 MB; Time: 0.93 ms; Speed: 3236.25 MB/s
- Run #2: File Size: 3.00 MB; Time: 1.25 ms; Speed: 2409.64 MB/s
- Run #3: File Size: 3.00 MB; Time: 0.87 ms; Speed: 3452.24 MB/s
- Run #4: File Size: 3.00 MB; Time: 1.58 ms; Speed: 1892.74 MB/s
- CC Algorithm: reno
- Average time: 1.67 ms
- Average bandwidth: 2358.82 MB/s
-----
Receiver end.
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$
```

Receiver: reno
Sender: cubic

```
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$ ./TCP_Receiver -p 9999 -algo cubic
Starting receiver...
Waiting for TCP connection...
Client 127.0.0.1:41860 connected
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Sender sent exit message.
-----
- *Statistics*
- Run #0: File Size: 3.00 MB; Time: 1.57 ms; Speed: 1910.83 MB/s
- Run #1: File Size: 3.00 MB; Time: 4.25 ms; Speed: 705.38 MB/s
- Run #2: File Size: 3.00 MB; Time: 0.94 ms; Speed: 3201.71 MB/s
- Run #3: File Size: 3.00 MB; Time: 0.55 ms; Speed: 5434.78 MB/s
- Run #4: File Size: 3.00 MB; Time: 1.37 ms; Speed: 2194.59 MB/s
- CC Algorithm: cubic
- Average time: 1.74 ms
- Average bandwidth: 2689.46 MB/s
-----
Receiver end.
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$
```

Receiver: cubic
Sender: reno

```
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$ ./TCP_Receiver -p 9999 -algo cubic
Starting receiver...
Waiting for TCP connection...
Client 127.0.0.1:51312 connected
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Sender sent exit message.
-----
- *Statistics*
- Run #0:   File Size: 3.00 MB;    Time: 2.07 ms;    Speed: 1447.88 MB/s
- Run #1:   File Size: 3.00 MB;    Time: 1.46 ms;    Speed: 2059.03 MB/s
- Run #2:   File Size: 3.00 MB;    Time: 2.47 ms;    Speed: 1213.10 MB/s
- Run #3:   File Size: 3.00 MB;    Time: 2.46 ms;    Speed: 1218.03 MB/s
- Run #4:   File Size: 3.00 MB;    Time: 2.44 ms;    Speed: 1232.03 MB/s
- CC Algorithm: cubic
- Average time: 2.18 ms
- Average bandwidth: 1434.01 MB/s
-----
Receiver end.
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$
```

Receiver: cubic
Sender: cubic

תיעוד איבוד הפקחות וביצוע שלילה חדש:

Frame 462: 65524 bytes on wire (524192 bits), 65524 bytes captured (524192 bits) on interface lo, id 0
Ethernet II, Src: , Dst: (00:00:00:00:00:00)
Internet Protocol Version 4, Src: 127.0.0.1, Dst: 127.0.0.1
User Datagram Protocol, Src Port: 55746, Dst Port: 9998
Data (65482 bytes)
Data: c4ffbf0f4012df3300778bf82af9be911beed03b0bec1258bd6f1738b2c54cccd3a719f2..

[Length: 65482]

Data (65482 bytes)	
Data:	c4ff8ff040173977d9f2c3af22aaa2ef33e2c3123f41967171e3b6d9d7c88a7a77e5b2a...
[Length:	65482]
0000	00 01 d9 c2 27 0e ff d2 fd e6 b4 ff ff ff 04 01
0038	f3 97 7d 9f 2c 3a f2 28 aa 2c f3 3e 2c 31 23 f4
0049	19 67 17 te 3b 6d 9d 7c 88 a7 a7 7e 5b 2a fc cf
0050	c1 31 66 ee 66 61 18 16 8f 0b 54 bb 3c 77 af 56
0060	df c6 74 1a 33 12 9b bc b9 3e 3a 14 68 ee e3 2a
0070	20 52 18 8c b3 30 a2 42 b7 f7 fd 77 6d ad cd 4d
0088	3c 92 67 a7 54 fe 63 0d 9c 21 a4 8c 85 cd ac
0099	57 e6 38 8a 16 da 4c 51 d1 49 c9 48 f6 96 8d 6a
	s-.-.--->... .s-).-.->..>.18- .g-.-.m- ...-*. .n-1.la- .-1.cw-V
	.t-3...->..>..h-.* R-..0.B ..wn-M sbG-T.c- <-1..-. w-8..-LQ 1@-..]

```
Waiting for connections...
Sender connected... waiting for data
First receiving      : Receiving DATA from Sender.
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Continuing message: C : Receiving DATA from Sender.
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Continuing message: C : Receiving DATA from Sender.
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Continuing message: C : Receiving DATA from Sender.
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Continuing message: C : Receiving DATA from Sender.
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Continuing message: E : Sender sent exit message.
Sender end communication.

-----
*Statistics*
- Run #0:   File Size: 3.00 MB;    Time: 476.23 ms;    Speed: 6.30 MB/s
- Run #1:   File Size: 3.00 MB;    Time: 367.82 ms;    Speed: 8.16 MB/s
- Run #2:   File Size: 3.00 MB;    Time: 539.24 ms;    Speed: 5.56 MB/s
- Run #3:   File Size: 3.00 MB;    Time: 238.54 ms;    Speed: 12.58 MB/s
- Run #4:   File Size: 3.00 MB;    Time: 367.86 ms;    Speed: 8.16 MB/s
- Average time: 397.94 ms
- Average bandwidth: 8.15 MB/s

-----
Receiver ends.
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$
```

Receiver: RUDP
Sender: RUDP

איבוד פאקטוות: 10%

```
Waiting for TCP connection...
Client 127.0.0.1:45918 connected
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Sender sent exit message.

-----
*Statistics*
- Run #0:   File Size: 3.00 MB;    Time: 212.34 ms;    Speed: 14.13 MB/s
- Run #1:   File Size: 3.00 MB;    Time: 2.61 ms;    Speed: 1150.75 MB/s
- Run #2:   File Size: 3.00 MB;    Time: 1.21 ms;    Speed: 2479.34 MB/s
- Run #3:   File Size: 3.00 MB;    Time: 208.59 ms;    Speed: 14.38 MB/s
- Run #4:   File Size: 3.00 MB;    Time: 63.66 ms;    Speed: 47.13 MB/s
- CC Algorithm: reno
- Average time: 97.68 ms
- Average bandwidth: 741.15 MB/s

-----
Receiver end.
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$
```

Receiver: reno
Sender: reno

```
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$ ./TCP_Receiver -p 9999 -algo reno
Starting receiver...
Waiting for TCP connection...
Client 127.0.0.1:52726 connected
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Sender sent exit message.
-----
- *Statistics*
- Run #0: File Size: 3.00 MB; Time: 17.76 ms; Speed: 168.89 MB/s
- Run #1: File Size: 3.00 MB; Time: 3.34 ms; Speed: 898.74 MB/s
- Run #2: File Size: 3.00 MB; Time: 1.46 ms; Speed: 2049.18 MB/s
- Run #3: File Size: 3.00 MB; Time: 523.50 ms; Speed: 5.73 MB/s
- Run #4: File Size: 3.00 MB; Time: 930.89 ms; Speed: 3.22 MB/s
- CC Algorithm: reno
- Average time: 295.39 ms
- Average bandwidth: 625.15 MB/s
-----
Receiver end.
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$
```

Receiver: reno
Sender: cubic

```
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$ ./TCP_Receiver -p 9999 -algo cubic
Starting receiver...
Waiting for TCP connection...
Client 127.0.0.1:46684 connected
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Sender sent exit message.
-----
- *Statistics*
- Run #0: File Size: 3.00 MB; Time: 229.02 ms; Speed: 13.10 MB/s
- Run #1: File Size: 3.00 MB; Time: 1.26 ms; Speed: 2382.84 MB/s
- Run #2: File Size: 3.00 MB; Time: 223.25 ms; Speed: 13.44 MB/s
- Run #3: File Size: 3.00 MB; Time: 86.95 ms; Speed: 34.50 MB/s
- Run #4: File Size: 3.00 MB; Time: 431.18 ms; Speed: 6.96 MB/s
- CC Algorithm: cubic
- Average time: 194.33 ms
- Average bandwidth: 490.17 MB/s
-----
Receiver end.
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$
```

Receiver: cubic
Sender: reno

```
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$ ./TCP_Receiver -p 9999 -algo cubic
Starting receiver...
Waiting for TCP connection...
Client 127.0.0.1:56208 connected
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Starting to receive file from Sender
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Sender sent exit message.
-----
- *Statistics*
- Run #0: File Size: 3.00 MB; Time: 1.48 ms; Speed: 2033.90 MB/s
- Run #1: File Size: 3.00 MB; Time: 18.74 ms; Speed: 160.07 MB/s
- Run #2: File Size: 3.00 MB; Time: 0.45 ms; Speed: 6607.93 MB/s
- Run #3: File Size: 3.00 MB; Time: 435.48 ms; Speed: 6.89 MB/s
- Run #4: File Size: 3.00 MB; Time: 5.22 ms; Speed: 575.04 MB/s
- CC Algorithm: cubic
- Average time: 92.27 ms
- Average bandwidth: 1876.77 MB/s
-----
Receiver end.
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$
```

Receiver: cubic
Sender: cubic

:RUDP

```
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$ ./RUDP_Receiver -p 9998
RUDP Receiver started.
Waiting for connections...
Sender connected... waiting for data
First receiving : Receiving DATA from Sender.
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Continuing message: C : Receiving DATA from Sender.
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Continuing message: C : Receiving DATA from Sender.
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Continuing message: C : Receiving DATA from Sender.
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Continuing message: C : Receiving DATA from Sender.
File transfer completed. File size: 3145728 Bytes
Continuing message: E : Sender sent exit message.
Sender end communication.
-----
- *Statistics*
- Run #0: File Size: 3.00 MB; Time: 643.20 ms; Speed: 4.66 MB/s
- Run #1: File Size: 3.00 MB; Time: 811.40 ms; Speed: 3.70 MB/s
- Run #2: File Size: 3.00 MB; Time: 700.37 ms; Speed: 4.28 MB/s
- Run #3: File Size: 3.00 MB; Time: 243.81 ms; Speed: 12.30 MB/s
- Run #4: File Size: 3.00 MB; Time: 770.38 ms; Speed: 3.89 MB/s
- Average time: 633.83 ms
- Average bandwidth: 5.77 MB/s
-----
Receiver ends.
ido@ido-VirtualBox:~/Course - Communication Networks/A3/CN-A3-TransportLayer$
```

Receiver: RUDP
Sender: RUDP

1. באופן כללי האלגוריתם שנותן תוצאות יותר טובות הוא **cubic**. חוץ מלהסתכל על הממוצע הסתכלנו גם האם קיימת תוצאה מתוך חמשת הרכזות שהיא חריגה מאוד וכן ב**cubic** הינו כמה ריצות שלקחו הרבה זמן וגרמו לזמןים המוצעים להיות דומים לשולחן אבל כשלוקחים בחשבון שהה נגרם עקב שידורים שבהם הייתה חריגה יצאת דופן אפשר לומר שבאופן כללי ה **cubic** היא יותר טוב.

כשהרץ איזוז איבוד הפקטוטות היה גובה הפרוטוקול שנותן תוצאות יותר טובות הוא באופן חד משמעי **cubic**. (שוב בהתחשב במה שכתבתי לגבי חריגות יוצאות דופן).

2. באופן כללי בהשוויה לביצועים של TCP הפרוטוקול שלנו נתן ביצועים גורועים. אמנם שימושתכלים על הממוצעים ניתן לראות ש:

בלי איבוד פאקטות: הפרוטוקול שלנו היה גרוע פי 11 מהתוצאה הכי ג clueoa של TCP.

עם איבוד 10% מהפאקטות: הפרוטוקול שלנו היה גרוע רק פי 3 מהתוצאה הכי ג clueoa של TCP.

ז"א ניתן להניח שככל שאחוז איבוד הפקטוטות יותר גבוהה הפרוטוקול הפשט שלנו עיל קצר יותר בהשוואה לTCP. לאור ממצאי המחק, במצבים בהם איבוד הפקטוטות בראש הוא ממשועוט מאוד, יכול להיות שנעדי' להשתמש בUDP/R, לדוגמא אם אנחנו נמצאים בראש שמתנהלת לא נכון על ידי ניהול הרשות או שיש נתבים עם תורים קצרים מאוד או מכל סיבה אחרת שאחוז איבוד הפקטוטות הוא גבוהה. בהתאם, ככל שאחוז איבוד הפקטוטות הוא קטן יותר נעדי' להשתמש בTCP.

הערה: פרוטוקול TCP מאפשר עבודה בline-Pipe ואנחנו חושבים שזו הסיבה העיקרית שהפרוטוקול הרבה יותר מהיר בלי איבוד פאקטות. אבל ברגע שנכנסו לתמונה איבוד הפקטוטות, המנגנון המורכב של **cc** או של **fc** בעצם מכבד על היתרון של TCP לעומת הפרוטוקול המאוד פשוט שאנחנו יוצרים.

שאלות נוספת:

1. התשובה היא: בקשר ארוך עם רשות אמינה ו**RTT** גדול.

הסביר: אנחנו יודעים שיש לשלוח הרבה מידע לשולח ואנחנו יודעים שהרשota אמינה. אם נשאיר את **SST** כמו שהוא, יוצא מצב שבגלל שה**RTT** גדול, אך יש זמן שבו השולח מכחילה לאישורים על החבילות שהוא שלח מבלי לשולח בינם חבילות נוספות. ז"א היה אפשר 'לנצל' יותר את הזמן הזה ולשלוח בו עוד חבילות, אם הרשות לא הייתה אמינה אז באמת זו הייתה יכולה להיות בעיה כי הינו מגיעים לTIMEOUT די מהר ולא היה יותר מדי רווח בהגדלת **SST** אבל כיוון שהיא אמינה זה בהחלט יכול לשפר את הניצול של הרשות.

2. לפי נתוני השאלה:

SSThresh = S*MSS < rwnd <= < התשובה היא: בערך $S*MSS / RTT$

התפוקה תיקבע רק על ידי השולח שכן המקבל יכול לקבל יותר ממה שהשלוח שלח =>

3. ה-X שלו הוא 0 שכן תפוקה מקסימלית תתקיים גם בגודל חלון מינימלי.